

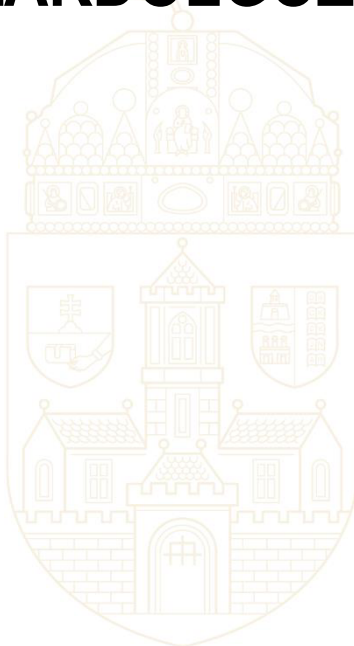


ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

KANDÓ KÁLMÁN VILLAMOSMÉRNÖKI KAR  
ELEKTRONIKAI ÉS KOMMUNIKÁCIÓS RENDSZEREK INTÉZETI  
MŰSZERTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI TANSZÉKI



# SZAKDOLGOZAT



OE-KVK  
2025.

**Romhányi Bálint**  
T010033/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM  
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem  
**Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar**  
Műszertechnikai és Automatizálási Intézet

## SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

**Hallgató neve:** Romhányi Bálint

**Szaktervezési száma:** SZD2506301042225233DJ1B01

**Törzskönyvi száma:** T010033/FI12904/K

**Neptun kódja:** DJ1B01

**Szak:** villamosmérnöki (magyar nyelven)

**Specializáció:** Műszer-automatika specializáció

**A dolgozat címe:** Elektromos autótöltők összehasonlítása a BYD és európai gyártók között

**A dolgozat címe angolul:** Comparison of electric car chargers between BYD and European manufacturers

**A feladat részletezése:** Elektromos autótöltők összehasonlítása a BYD és európai gyártók között

**Intézményi konzulens neve:** Sándor Tamás

**A kiadott téma elévülési határideje:** 2027. 06. 30.

**Beadási határidő:** 2025. 12. 15.

A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2025. 12. 15.



.....  
Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom:

.....  
belső konzulens

.....  
külső konzulens



## HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2025.12.15.

Romhányi Balint  
hallgató aláírása

## Tartalom

1	Bevezetés.....	6
2	Specifikáció.....	8
3	Logikai rendszerterv.....	11
3.1	Mechanika.....	11
3.2	Elektronika.....	11
3.3	Szoftver.....	12
4	A töltőrendszerek fajtái.....	13
4.1	Lassú (AC) töltés.....	13
4.2	Gyorstöltés (nagyobb AC vagy kisebb DC).....	14
4.3	Villám töltés (nagy teljesítményű DC).....	14
4.4	Összehasonlítás AC-DC-nagy teljesítményű DC.....	15
4.5	Összegzés.....	16
5	Modulok leírása.....	17
5.1	Összefoglaló a magyar Shell Recharge töltőhálózatról.....	17
5.2	MOL Plugee.....	18
5.3	Shell Recharge – MOL Plugee összehasonlítás.....	19
5.4	AC és DC töltési teljesítmény összehasonlítása időfüggvényben.....	20
5.5	Otthoni töltés fejlődése, költségei, előnyei és hátrányai.....	21
6	Tovább fejlesztési lehetőségek.....	26
6.1	Megawattos töltőállomás.....	26
6.2	Az elektromos tehergépjárművek előnyei, hátrányai.....	30
6.3	Az elektromos jármű flotta kérdésköre cégek, vállalkozások esetén.....	31
6.4	Az elektromos tehergépjárművek egyik fontos szereplője: az elektromos kamion.....	33
6.5	Elektromos kamion a szállítmányozásban.....	35
6.5.1	Amikor a villanymotor versenybe száll a dízellel.....	35
6.5.2	Az elektromos kamion technológiája.....	35
6.5.3	Az elektromos kamion előnyei – messze nem csak környezetvédelmi szempontból.....	36
6.5.4	Hátrányok – az elektromos kamion árnyoldalai.....	37
6.5.5	Sofőrök mindennapjai – hogyan változik meg a munka?.....	38
6.5.6	Hatás a logisztikai iparra.....	38
6.5.7	Merre tart a fuvarozás jövője?.....	38
6.5.8	A villamos jövő már itt van.....	39
6.5.9	Személyes tapasztalat az elektromos tehergépjárművek használatáról.....	39
6.6	Mobil töltés és helyszíni segítségnyújtás.....	40
6.7	Vezeték nélküli töltés és jövőbeli továbbfejlesztési irány.....	42

6.7.1	Előnyök és miért lehet ez a jövő.....	42
6.7.2	Hátrányok, kihívások és korlátok .....	43
6.8	Miért érdemes figyelni rá? .....	44
6.9	A vezeték nélküli töltés magyarországi elterjedésének lehetőségei.....	44
7	Összefoglalás .....	46
8	Ábrajegyzék.....	47
9	Táblázatjegyzék.....	48
10	Hivatkozások.....	49

# 1 Bevezetés

Az elektromos autók az elmúlt években egyre nagyobb szerepet kaptak a közlekedésben, ami nemcsak technológiai, hanem környezetvédelmi szempontból is fontos változást jelent. A belső égésű motorok fokozatos háttérbe szorulása és az elektromobilitás előretörése új igényeket teremtett – ezek közül az egyik legfontosabb az autók töltésének megbízható és hatékony megoldása.

Ahogy nő az elektromos járművek száma, úgy bővül a töltési infrastruktúra is, és ezzel együtt egyre több gyártó jelenik meg a piacon különféle töltőberendezésekkel [7][8]. Ezek között megtalálhatók a kínai gyártók, például a BYD, valamint a jól ismert európai márkák, mint az ABB, Wallbox, Webasto vagy ABL. Bár mindegyik gyártó célja ugyanaz – biztonságos és gyors töltést biztosítani –, a műszaki megoldások, az okos funkciók és az ár-érték arány között jelentős különbségek vannak [7].

Jelen munkám célkitűzése, hogy összehasonlítást adjon a BYD és az európai gyártók elektromos autótöltői között, és bemutassa, mely területeken mutatkozik eltérés a teljesítmény, a kommunikációs protokollok, a felhasználói élmény vagy épp a hálózati integráció terén. A vizsgálat során sor kerül mind a műszaki jellemzők, mind a kompatibilitás és funkcionalitás elemzésére, valamint a gyakorlati felhasználhatóság értékelésére is [1][2][6].

A dolgozat nemcsak az egyes töltők közötti különbségeket mutatja be, hanem igyekszik átfogó képet adni arról, hogyan illeszkednek ezek a rendszerek az európai elektromos autós infrastruktúrába, és mely megoldások lehetnek hosszú távon fenntarthatóbbak [8]. A későbbi fejezetekben részletesen kitérek a specifikációkra, a rendszertervre, a modulok működésére és az eredmények értékelésére, végül pedig összefoglalom a tapasztalatokat és a fejlesztési lehetőségeket.

A témaválasztásom oka, hogy az elektromobilitás az utóbbi években hatalmas fejlődésen ment keresztül, és egyre nagyobb szerepet kap mind a közúti közlekedésben, mind az energiafelhasználás modernizálásában. Az elektromos járművek terjedésével párhuzamosan folyamatosan növekszik az igény a korszerű, biztonságos és hatékony töltőrendszerek iránt. Ez a fejlődés nemcsak technológiai kérdés, hanem gazdasági és környezetvédelmi szempontból is kiemelt jelentőségű.

Személyesen is érdekel, hogyan különböznek egymástól a különféle gyártók megoldásai, milyen újításokat hoznak a piaci szereplők, és milyen irányba haladnak a fejlesztések a fenntartható közlekedés érdekében. A BYD, mint az egyik legnagyobb kínai elektromos járműgyártó, saját töltőrendszereivel más megközelítést képvisel, mint az európai vállalatok, mint például az ABB, a Wallbox vagy a Webasto. Érdekesnek találtam feltérképezni, hogy ezek a rendszerek miben térnek el egymástól műszaki, szoftveres és felhasználói szempontból.

A dolgozat elkészítésének célja, hogy átfogó képet adjak a BYD és az európai gyártók töltési megoldásairól, bemutassam azok technológiai felépítését, működési elvét és a közöttük lévő főbb különbségeket. Munkám során igyekeztem mérnöki szemmel megvizsgálni a rendszerek erősségeit és korlátait, valamint felvázolni, mely irányok mutatnak előre a jövő okos és fenntartható töltési infrastruktúrája felé.

A következő fejezetben bemutatom a vizsgált töltők főbb műszaki és funkcionális jellemzőit. A cél, hogy áttekintést adjak arról, miben hasonlítanak és miben térnek el egymástól a BYD és az európai gyártók megoldásai, valamint hogy mely területeken mutatkoznak technológiai vagy felhasználói különbségek.

### **A jövő kulcsa az elektromos autó?**



*1. ábra Elektromos autóké a jövő? [40]*

## 2 Specifikáció

A dolgozatban a BYD és az európai gyártók (például ABB, Wallbox, Webasto, ABL) elektromos autótöltőinek összehasonlítását végzem el. A cél, hogy bemutassam, milyen műszaki, funkcionális és felhasználási különbségek vannak a két gyártói csoport között. Az összehasonlítás fő szempontjai: a töltési teljesítmény, a csatlakozók típusa, a szoftveres támogatás, a kompatibilitás, valamint az ár és szervizhátér.

### Töltési jellemzők

A BYD és az európai gyártók töltői több ponton hasonlóak, de vannak eltérések is. AC oldalon a BYD töltők 7–22 kW közötti teljesítményt kínálnak, míg az európai modellek 3,7–22 kW között működnek [2][3]. DC töltésnél a BYD modellek 40–180 kW közötti, az európai töltők pedig akár 350 kW-os teljesítményt is elérhetnek [1][2]. Mindkét gyártó Type 2-es (AC) és CCS2-es (DC) csatlakozót használ, így a legtöbb európai elektromos járművel kompatibilisek [1][2][3][5]. Az OCPP kommunikációs szabvány támogatása a BYD-nél részleges, míg az európai modelleknél teljes körű.



*2. ábra Egy Type 2-es elektromosautó-töltőkábel látható a képen, kétoldali Type 2 csatlakozófejekkel és vastag, fekete gumírozott kábellel [31]*



## **Kompatibilitás**

A BYD töltők elsősorban a gyártó saját autóihoz készültek, de szabványos csatlakozóik miatt más márkájú járművekkel is használhatók [1]. Az európai töltők ezzel szemben szélesebb járműkompatibilitást kínálnak, és jobban integrálhatók lakossági, ipari vagy nyilvános töltőhálózatokba is [2][3][4][5]. A szoftveres oldalon is nagyobb rugalmasság figyelhető meg, például appal vezérelhető funkciók, terhelésmegosztás vagy statisztikák formájában [3][4].

## **Funkcionális különbségek**

A BYD töltők az alapfunkciókra fókuszálnak, így egyszerűen kezelhetők és megbízhatóan működnek, viszont az okos funkciók terén korlátozottabbak [1]. Az európai gyártók ezzel szemben nagy hangsúlyt fektetnek az intelligens töltésre: elérhető a dinamikus terheléselosztás, a felhasználói applikációk, valamint a hálózati kommunikáció különböző szintjei [3][4][5][7]. Ezáltal a felhasználók több beállítási lehetőséggel és nagyobb rugalmassággal rendelkeznek.

## **Gazdasági és szervizelési szempontok**

A BYD töltők általában olcsóbbak, ami elsősorban az AC típusokra jellemző. Ugyanakkor a szervizháttér és az alkatrész-ellátás Európában korlátozottabb. Az európai töltők drágábbak, viszont fejlettebb funkciókat kínálnak és a szervizhálózatuk is jobban kiépített. Ezért hosszú távon, főleg ipari vagy vegyes flottás használatnál, az európai megoldások lehetnek előnyösebbek [1] [7][8].

## Összegzés

A fentiek alapján megállapítható, hogy a specifikációk alapján a BYD töltők megbízható, ár-érték arányban kedvező megoldást jelentenek, főként BYD autókhoz és otthoni használatra.

Ezzel ellentétben az európai gyártók termékei sokoldalúbbak, jobban illeszkednek a különböző járművekhez és hálózati környezetekhez, valamint fejlettebb okos funkciókkal rendelkeznek. Összességében elmondható, hogy a BYD töltők egyszerűségük miatt vonzóak, míg az európai modellek inkább a jövőbiztos, intelligens töltési megoldások irányába mutatnak.



*3. ábra BYD EV töltő falra/oszlopra szerelhető modell [32]*

A képen egy fehér, falra vagy oszlopra szerelhető BYD EV töltő látható a képen, 3.3/7 kW teljesítménnyel, integrált Type 2 csatlakozóval és vízálló kivitelben.

### 3 Logikai rendszerterv

Tudjuk, hogy az elektromos autótöltő rendszer felépítése több, egymással szorosan együttműködő egységből áll. A legfontosabb részek közé tartozik az energiaellátás, a vezérlőelektronika, a kommunikációs modulok, valamint a felhasználói interfész [2][3]. A logikai rendszerterv célja, hogy bemutassa, hogyan kapcsolódnak ezek az egységek egymáshoz, és milyen adat- vagy energiacserék zajlanak közöttük.

#### 3.1 Mechanika

A töltők mechanikai kialakítása alapvetően a felhasználási területtől függ. A BYD töltői jellemzően zárt, robusztus fémházzal készülnek, elsősorban ipari vagy flottaszintű környezetre optimalizálva (például buszgarázsok, taxitelepek). A ház kialakítása ellenáll az időjárásnak, és a hűtés gyakran passzív, kisebb teljesítményeknél pedig ventilátoros kényszerhűtést alkalmaznak. Az európai gyártók nagy hangsúlyt fektetnek a dizájnrá és a moduláris szerelhetőségre.

Az otthoni és nyilvános töltők egyaránt kompakt, falra szerelhető vagy állványos kivitelben készülnek, ami megkönnyíti a telepítést és a karbantartást. Sok modell esetében a burkolat IP54 vagy IP65 védettségű, így kültéri használatra is alkalmas [6][7].

#### 3.2 Elektronika

A töltők elektronikai felépítése több egységből áll:

- Teljesítményelektronika: alakítja át a hálózati feszültséget a jármű akkumulátorának megfelelő szintre (AC/DC konverter).
- Vezérlőáramkör: szabályozza a töltés folyamatát, figyeli az áram- és feszültségértékeket, valamint biztosítja a védelmi funkciókat.
- Kommunikációs egység: adatkapcsolatot tart fenn az autóval, a hálózattal és a felhasználói alkalmazással.

A BYD töltők esetében az elektronikai felépítés egyszerűbb, inkább a stabil működésre és a gyártó saját járműveinek kiszolgálására optimalizált. A kommunikáció főként a jármű és a töltő között zajlik, OCPP-támogatásuk részleges, és a szoftverfrissítések gyakran zárt rendszerben történnek.

Az európai töltők ezzel szemben nyílt kommunikációs protokollokat alkalmaznak (OCPP 1.6–2.0), ami lehetővé teszi az integrációt különböző energiamenedzsment-rendszerekbe vagy hálózati felügyeleti központokba. A vezérlőegység gyakran internetkapcsolattal (Wi-Fi, LAN vagy 4G) is rendelkezik, így a töltés távolról is követhető és szabályozható. Ezen túlmenően több európai modell képes dinamikus terheléelosztásra, ami segít az energiahatékonyság optimalizálásában. [2][7].

### 3.3 Szoftver

A szoftver a töltők „intelligens” részét adja. A BYD rendszerei alapvető feladatokat látnak el: az áramerősség, a feszültség és a töltési állapot figyelését, valamint a biztonsági megszakítások vezérlését. Ezek a funkciók elsősorban stabilitásra és egyszerűségekre törekednek, ami előnyös lehet olyan felhasználóknak, akik nem igényelnek összetett beállításokat.

Elmondhatjuk, hogy az európai gyártók szoftverei sokkal fejlettebb funkciókkal rendelkeznek. Az applikációs vezérlés, a felhasználói profilok kezelése, a fogyasztásmérés és az időzített töltés mind elérhető. A programok frissíthetők és képesek kommunikálni a hálózati szolgáltatókkal, így a töltési folyamatot akár a villamosenergia-ár változásához is lehet igazítani. Ez a fajta rugalmasság a jövőben különösen fontos lehet az okos hálózatok és energiatárolási rendszerek elterjedésével [2][6].

## 4 A töltőrendszerek fajtái

Az elektromos autók töltése többféle technológiai megoldást takar, amelyek közül a legfontosabb különbségek az áram típusában, a teljesítményben, valamint a felhasználási környezetben jelennek meg. A töltőrendszerek fejlődése szorosan összefügg az elektromobilitás terjedésével, hiszen a hatékony és gyors töltés alapfeltétele az elektromos járművek mindennapi használhatóságának [9]. A következőkben bemutatom a három fő töltési kategóriát – a lassú (AC), a gyorsöltő (AC/DC), valamint a villámtöltő (DC) rendszereket – és azok legfontosabb jellemzőit.

### 4.1 Lassú (AC) töltés

A váltakozó áramú (AC) töltés a legelterjedtebb, és leginkább otthoni vagy munkahelyi környezetben alkalmazzák. A hálózatról érkező váltakozó áramot az autó fedélzeti töltője (on-board charger) alakítja át egyenárammá, amely közvetlenül az akkumulátort tölti [10]. Ez a megoldás jellemzően 230 V egyfázisú vagy 400 V háromfázisú hálózatról működik, a teljesítmény pedig 3,7–22 kW között mozog.

#### **Előnyei:**

- Egyszerű telepítés és alacsony beruházási költség
- Hosszabb akkumulátor-élettartam a mérsékelt töltési sebesség miatt

#### **Hátrányai:**

- Hosszú töltési idő (akár 6–10 óra)
- Korlátozottan alkalmas közösségi használatra

Az AC töltés tipikus példája a BYD otthoni 7–22 kW-os töltője, illetve az európai ABB Terra AC Wallbox vagy a Wallbox Pulsar Plus [10][11].

## 4.2 Gyorstöltés (nagyobb AC vagy kisebb DC)

Megállapítható, hogy a gyorstöltés célja a töltési idő jelentős csökkentése az otthoni AC töltéshez képest. Itt a töltő már képes 22–150 kW közötti teljesítmény leadására, és az átalakítás (AC → DC) részben a töltőben történik [12].

A jármű így közvetlenül nagyobb teljesítményű egyenáramot kap, ami akár 30–60 perc alatt 80 %-os töltöttséget eredményezhet.

A DC-töltők előnye, hogy gyorsak, hátrányuk azonban a magas beruházási és üzemeltetési költség, valamint az, hogy az elektromos hálózat oldali terhelésük jelentős. A BYD DC Fast Charger (180 kW) és az ABB Terra DC-sorozat egyaránt ebbe a kategóriába sorolható [9][12].

## 4.3 Villámtöltés (nagy teljesítményű DC)

A villámtöltés a legfejlettebb megoldás az elektromos járművek számára. Itt a töltés teljes egészében egyenárammal (DC) történik, és a töltőállomás maga végzi a hálózati áram egyenirányítását [13]. Ezek a rendszerek akár 350 kW-os teljesítményt is képesek leadni, amivel 10–15 perc alatt 80 %-ra tölthető egy nagyobb kapacitású akkumulátor.

Ezeket a töltőket elsősorban autópálya-melletti állomásokon vagy flottaközpontokban alkalmazzák, ahol a járművek gyors újratöltése elengedhetetlen. Az európai gyártók közül az Alpitronic Hypercharger, az ABB Terra 360, valamint a Siemens Siccharge D tartozik ebbe a kategóriába [9][13].



4. ábra Alpitronic Hypercharger nagy teljesítményű, akár 400 kW-os DC villámtöltő [34]

**Alpitronic Hypercharger** egy nagy teljesítményű, akár 400 kW-os DC villámtöltő. Moduláris felépítésének köszönhetően rugalmasan telepíthető, és egyszerre több jármű kiszolgálására is képes intelligens teljesítménymegosztással.



5. ábra ABB Terra 360 egy nagy teljesítményű, moduláris DC-villámtöltő [34]

Az **ABB Terra 360** egy nagy teljesítményű, moduláris DC-villámtöltő, amely akár 360 kW teljesítményt is képes leadni, így néhány perc alatt feltölthet egy modern elektromos járművet; kialakítása több jármű egyidejű töltését is lehetővé teszi, ami ideálissá teszi autópályák, flották és nyilvános töltőpontok számára.

#### 4.4 Összehasonlítás AC-DC-nagy teljesítményű DC

Töltés típusa	Áram típusa	Teljesítmény-tartomány	Töltési idő (80 %)	Felhasználási terület
Lassú töltés	AC	3,7–22 kW	6–10 óra	Otthoni, munkahelyi
Gyorstöltés	AC / DC	22–150 kW	30–60 perc	Nyilvános állomások
Villámtöltés	DC	150–400 kW+	10–20 perc	Autópályák, flották

1. táblázat Összehasonlító táblázat [13]

A fenti táblázat jól szemlélteti, hogy a különböző töltési típusok eltérő célokat szolgálnak. Míg az AC rendszerek elsősorban a mindennapi, hosszabb idejű parkolásokhoz ideálisak, addig a DC rendszerek már a gyorsabb, nagyobb igényű használathoz készültek.

#### 4.5 Összegzés

A fentiek alapján a töltőrendszerek fejlődése szorosan összefügg az elektromobilitás növekedésével. A BYD inkább az otthoni és flottaszintű AC/DC töltésre fókuszál, míg az európai gyártók (pl. ABB, Wallbox, Alpitronic) a hálózatba integrálható, nagy teljesítményű és intelligens DC-rendszerek fejlesztését helyezik előtérbe. E két megközelítés közötti különbség jól mutatja, hogy a jövő elektromos töltési infrastruktúrája a technológiai sokféleségre és az energiahatékonyságra épül majd [11][12][13].

A mindennapokban ez azt jelenti, hogy a felhasználók egyre gyorsabb, megbízhatóbb és egyszerűbben használható töltési megoldásokkal találkoznak. Hosszabb távon pedig azok a rendszerek lesznek sikeresek, amelyek rugalmasan alkalmazkodnak a helyi igényekhez, és képesek együttműködni a megújuló energiaforrásokkal is.



6. ábra Töltőfej különbségek - Észak-Amerika, Európa [11]



## 5 Modulok leírása

### 5.1 Összefoglaló a magyar Shell Recharge töltőhálózatról

A Shell az elmúlt években elkezdte átalakítani a hagyományos benzinkútjait, és egyre több helyen épít ki elektromosautó-töltő pontokat Shell Recharge néven. Ezeket a töltőket nem csak a benzinkutaknál lehet megtalálni, hanem például nagyobb áruházak parkolóiban is, így viszonylag könnyen elérhetők. A rendszer lényege, hogy egyszerűen és gyorsan lehessen tölteni: van AC töltés 11 kW körül, és vannak nagy teljesítményű villámtöltők is, amelyek akár 150–300 kW-ot tudnak.

A használata is könnyű: elég hozzá egy bankkártya vagy a QR-kód beolvasása, nincs szükség külön alkalmazásra vagy előfizetésre. A Shell ezzel próbál versenyképes, felhasználóbarát megoldást adni azoknak, akik útközben szeretnék gyorsan feltölteni az autójukat. Látszik, hogy a cég komolyan gondolja az elektromobilitást, mert a töltőhálózatát folyamatosan bővíti, és egyre több töltőt telepít az országban [15].

#### Átlátható árazás

- AC (váltóáramú) eseti töltés díja bruttó: 239 forint/kWh
- DC (egyenáramú) eseti töltés díja bruttó: 289 forint/kWh

Ez az információ 2025 novemberében frissült.



7. ábra Shell Recarge [26]

## 5.2 MOL Plugee

A MOL Plugee rendszer számos töltőpontot működtet Magyarországon, főként MOL-benzinkutak területén, ahol az elektromos autók is el tudnak tölteni. A szolgáltatás egyik nagy előnye, hogy regisztrált felhasználóként (és alkalmazáson keresztül) kedvezőbb áron használhatóak a töltők — például AC töltésnél 159 Ft/kWh-tól, DC töltésnél pedig 269 Ft/kWh-tól indulnak a tarifák a regisztrált ügyfelek számára. Ez az információ 2025 novemberében frissült. A használat egyszerű: applikációval vagy kártyával indítható a töltés, és a hálózat folyamatosan bővül, így egyre több helyszínen lehet feltölteni az elektromos járművet. Az árazás is versenyképes, különösen, ha valaki rendszeresen használja, és csatlakozik a kedvezményes programhoz.

A MOL Plugee nemcsak sok helyen érhető el, hanem többféle töltőtípust is kínál, így mindenki megtalálhatja azt, ami az autójához és a helyzethez legjobban illik. A hálózatban vannak AC töltők, amelyek általában 11–22 kW teljesítményt adnak, és főleg akkor praktikusak, ha valaki hosszabb ideig marad egy helyen – például vásárlás vagy munka közben. Emellett elérhetők a DC gyorstöltők, amelyek 50–75 kW körüli teljesítményt biztosítanak, így jóval rövidebb idő alatt lehet velük hatótávot nyerni.

A MOL több helyen telepített nagy teljesítményű villámtöltőket is (100 kW felett), amelyekkel akár 15–30 perc alatt is komoly töltöttséget lehet elérni, attól függően, hogy az adott autó mit támogat. Ezek főleg autópályák mellett vagy nagy forgalmú csomópontoknál találhatók, ahol fontos a gyors továbbhaladás.

A MOL töltőfajtái jól mutatják, hogy a hagyományos üzemanyagipari szereplők is igyekeznek lépést tartani a változásokkal: folyamatosan bővítik a hálózatot, emelik a teljesítményt, és egyre inkább a gyors, kényelmes elektromos töltés felé mozdulnak [16].



8. ábra MOL Plugee [27]

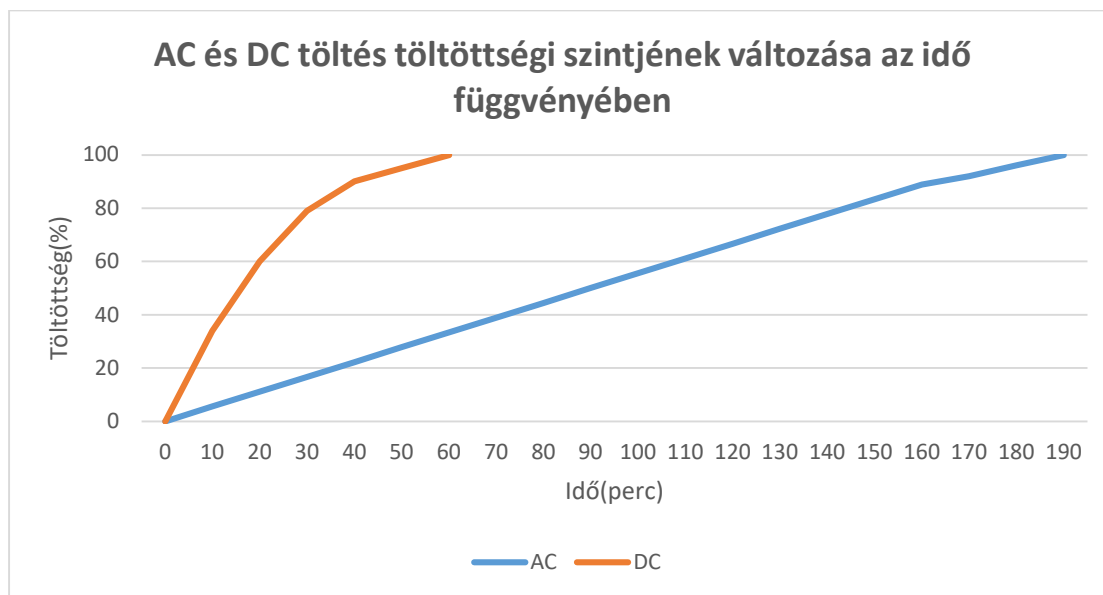
### 5.3 Shell Recharge – MOL Plugee összehasonlítás

Szempont	Shell Recharge	MOL Plugee
Elhelyezkedés	Shell benzinkutak, hipermarketek, parkolók	MOL benzinkutak, bevásárlóközpontok, városi helyszínek
Töltőtípusok	AC (11–22 kW), DC (150–300 kW)	AC (11–22 kW), DC (50–75 kW), nagy teljesítményű DC (100 kW+)
Fizetés módja	Bankkártya, QR-kód	App, bankkártya, RFID kártya
Regisztráció szükséges?	Nem kötelező	Regisztrációval olcsóbb
Árazás (2025 november)	AC: 239 Ft/kWh DC: 289 Ft/kWh	AC: 159–199 Ft/kWh (regisztrációval) DC: 269–319 Ft/kWh
Felhasználói élmény	Egyszerű indítás, kevés adminisztráció	App-alapú, több funkcióval, kedvezményekkel
Gyors- és villámtöltés	Erős villámtöltő-hálózat (150–300 kW)	Folyamatosan bővülő, főként 50–100 kW körüli
Célcsoport	Gyors, egyszerű töltést keresők	Rendszeres felhasználók, flották, kedvezményt igénylők

2. táblázat Shell Recharge – MOL Plugee összehasonlítás [15] [16]

Ha nekem választanom kéne, akkor a **MOL Plugee** szolgáltatást részesíteném előnyben, mert regisztrációval kedvezőbb árat kínál és egy kicsit rugalmasabbnak érzem és az appal együtt járó funkciók például kényelmesebbé teszik a töltést. Ugyanakkor a **Shell Recharge** is erős választás, főleg azoknak, akik inkább az autópálya-hálózathoz, gyors töltési lehetőségekhez közelítenek, és nem akarják bonyolítani a regisztrációt. Mivel városban élek, ezért a MOL Plugee praktikusabb választás számomra. A MOL töltői jellemzően sűrűbben helyezkednek el a városi környezetben, sok benzinkúton és bevásárlóközpontnál megtalálhatók, így szinte mindig útba esnek.

#### 5.4 AC és DC töltési teljesítmény összehasonlítása időfüggvényben



9. ábra Elektromos jármű AC és DC töltési karakterisztikája

A diagram az elektromos autók **AC (váltóáramú)** és **DC (egyenáramú)** töltésének időfüggvényét mutatja be, vagyis azt, hogy különböző töltési technológiák esetén mennyi idő alatt éri el a jármű az adott töltöttségi szintet.

A kék görbe az AC töltést jelöli, amely jellemzően 11–22 kW teljesítményű. Ez a töltési mód többnyire otthoni vagy munkahelyi töltésre alkalmas, ahol nem számít, hogy a töltés 2–4 órát vesz igénybe. A diagramon jól látszik, hogy az AC töltés közel lineáris, vagyis a töltöttség egyenletesen nő az idő előrehaladtával. A példánkban a teljes töltés (0–100%) kb. 180–190 percet igényel.

A narancssárga görbe a DC villántöltést szemlélteti, amely 150 kW teljesítményű gyorstöltőket jelent (pl. MOL Plugree, Shell Recharge, Ionity). A DC töltés karakterisztikája nem lineáris: a kezdeti szakaszban (0–60%) rendkívül gyors, mert az autó nagy teljesítményt vesz fel. A töltés azonban 80% körül jelentősen lassul, mivel az akkumulátor védelmi rendszere korlátozza a felvehető áramot. A diagram alapján látszik, hogy a jármű kb. 30 perc alatt eléri a 80%-ot, majd további 10–15 perc alatt a 100%-ot.

## 5.5 Otthoni töltés fejlődése, költségei, előnyei és hátrányai

Az elektromos autók terjedésével párhuzamosan az otthoni töltési megoldások is egyre nagyobb figyelmet kapnak. Ma már nagyon sok autótulajdonos számára természetes, hogy az autója töltése nem töltőoszlophoz kötött, hanem egyszerűen otthon, a saját parkolóhelyén történik. A villanyautosok.hu 2024 októberében megjelent cikke [38] részletesen foglalkozik azzal, hogy milyen költségekkel és előnyökkel jár az otthoni fali töltő kiépítése, illetve mennyi idő alatt térülhet meg egy ilyen beruházás. A téma nemcsak műszaki vagy pénzügyi kérdés, hanem az elektromos autózás mindennapi gyakorlatának egyik legfontosabb eleme is.

Az otthoni töltés egyik legnagyobb előnye a kényelem. A felhasználónak nem kell nyilvános töltőket keresnie, sorba állnia, vagy attól tartania, hogy foglalt lesz a töltőhely, mire odaér. Az autó tulajdonosa egyszerűen hazaáll az autóval, bedugja a töltőt, és reggelre teljesen feltöltött akkumulátor várja. Ez a fajta hozzáférhetőség egy teljesen új kényelmi szintet hoz az elektromos autózásban, hiszen a töltési folyamat gyakorlatilag láthatatlanná válik a mindennapi rutinban.

Pénzügyi szempontból is jelentős különbség van az otthoni és a közterületi töltés között. Az otthoni áram díja általában lényegesen alacsonyabb, mint a nyilvános AC vagy DC töltők tarifái. Ez különösen akkor fontos, ha valaki rendszeresen használja az autóját, és nem csak havonta néhány alkalommal kell feltöltenie. Az olcsóbb áramár és a rendszeresen ismétlődő töltések miatt az otthoni töltés sok esetben már 1–3 év alatt megtérül, még akkor is, ha a fali töltő és a telepítés kezdetben nagyobb kiadással jár.

A fali töltők műszakilag is komoly előrelépést jelentenek a hagyományos konnektoros töltéshez képest. Egy egyszerű 230 V-os konnektor ugyanis csak lassú, 6–10 órás töltést tesz lehetővé, ráadásul a hálózat folyamatos, nagy terhelése miatt hosszabb távon biztonsági kockázatot is jelenthet. A fali töltő ezzel szemben kifejezetten erre a célra készült, stabil és biztonságos áramellátást biztosít, ráadásul 7,4–22 kW közötti teljesítményt nyújt, ami lényegesen gyorsabb töltést eredményez.

Az otthoni töltés hátrányai között elsőként a kezdeti beruházási költséget kell megemlíteni. Egy fali töltő ára és a telepítés díja akár több százezer forint is lehet, különösen akkor, ha a ház villamos hálózatát is bővíteni kell a nagyobb teljesítmény miatt. Egy másik hátrány, hogy nem minden ingatlan alkalmas ilyen telepítésre. Társasházak esetében külön engedélyekre, egyeztetésekre és sokszor bonyolult jogi folyamatokra van szükség ahhoz, hogy a lakó saját

parkolóhelyére fali töltőt helyezhessen ki. Emellett az is igaz, hogy az otthoni töltés lassabb, mint a nyilvános villámtöltők. Míg egy DC töltővel akár 20–30 perc alatt elérhető a 80 százalékos töltöttség, addig otthon, AC töltéssel ugyanez 2–6 órát is igénybe vehet. Ez a különbség főként akkor okozhat gondot, ha valaki gyakran utazik hosszabb távokra, és nagy futásteljesítményt teljesít minden nap.

Mindezek ellenére az otthoni töltés fejlődése egyértelmű irányt mutat. A modern fali töltők egyre megbízhatóbbak, okos funkciókkal rendelkeznek, távolról vezérelhetők, és sok esetben már képesek optimalizálni a töltést az aktuális villamosenergia-árak alapján is. A jövőben várható, hogy a wallboxok még hatékonyabbá és energiatakarékosabbá válnak, különösen akkor, ha a napelemes rendszerek és az energiatárolási megoldások tovább terjednek a háztartásokban. A kombinált rendszerek már most is lehetővé teszik, hogy valaki gyakorlatilag „ingyen” töltse az autóját saját megtermelt energiából.

Összességében elmondható, hogy az otthoni töltés költséghatékony és kényelmes megoldás az elektromos autót használók számára, és a technológia fejlődése miatt egyre inkább az alapértelmezett töltési módszerré válik. Bár vannak anyagi és műszaki korlátai, a hosszú távú megtakarítások és a mindennapi kényelem miatt a fali töltő telepítése a legtöbb autótulajdonos számára jó befektetés lehet. Az otthoni töltés fejlődése a jövőben várhatóan tovább gyorsul majd, ahogy egyre több háztartás tér át elektromos autóra és saját energiamenedzsment-rendszerekre.

<b>Szempont</b>	<b>Konnektoros töltés (230 V)</b>	<b>Fali töltő (Wallbox, 7,4–22 kW)</b>
<b>Töltési sebesség</b>	Lassú, általában 6–20 óra a teljes feltöltéshez.	Jelentősen gyorsabb: 3–8 óra, autótól és töltőtől függően.
<b>Maximális teljesítmény</b>	~2,3 kW	11–22 kW (háztartási hálózat függvényében).
<b>Biztonság</b>	Magasabb terhelés a konnektoron, melegedhet, hosszú távon nem ajánlott.	Kifejezetten nagy terhelésre tervezett, beépített védelemmel.
<b>Telepítés</b>	Nincs telepítési igény, csak bedugható.	Szakember végzi, külön kábelt, védelmet és beállítást igényelhet.
<b>Költség</b>	Olcsó megoldás, csak a kábel szükséges.	Magasabb kezdőköltség (töltő + szerelés).
<b>Kényelem</b>	Egyszerű, de lassú; nem ideális napi nagy futásteljesítményhez.	Kényelmes, szabályozható, mindig feltöltött autóval lehet indulni.
<b>Intelligens funkciók</b>	Általában nincs.	Távoli vezérlés, ütemezés, olcsóbb időszak használata, statisztikák.
<b>Hálózati igény</b>	Alacsony, általában minden háztartás elbírja.	Erősebb hálózat kellhet, néha bővítést igényel.
<b>Hosszú távú használat</b>	Nem ajánlott folyamatos mindennapi töltésre.	Kifejezetten tartós és hosszú távú megoldás.
<b>Megbízhatóság</b>	Függ a konnektor állapotától és minőségétől.	Stabil, biztonságos és állandó töltési teljesítmény.

3. táblázat Konnektoros töltés vs. Fali töltő (wallbox) – Összehasonlító táblázat [38]

A konnektoros töltés elsősorban alkalmi vagy szükségmegoldásként tekinthető, mivel a töltési sebessége lassú, a konnektor pedig nincs hosszú távú nagy terhelésre tervezve. Ezzel szemben a fali töltő kifejezetten elektromos autók számára kialakított, biztonságos és nagy teljesítményű eszköz, amely gyorsabb töltést és stabilabb üzemet biztosít. Bár a wallbox kiépítése magasabb kezdőköltséggel jár, a mindennapi használat során sokkal kényelmesebb, költséghatékonyabb és megbízhatóbb megoldást nyújt, ezért az elektromos autót rendszeresen használók többségének ez jelenti az optimális választást [17] [38].

<b>Megtett km/év</b>	<b>Töltés otthoni fali töltővel (70 Ft/kWh)</b>	<b>Töltés utcai töltővel (250 Ft/kWh)</b>	<b>Megtakarítás</b>	<b>Telepítés költsége</b>	<b>Megtérülés (év)</b>
5000	70.000	250.000	180.000	800.000	4
10.000	140.000	500.000	360.000	800.000	2
15.000	210.000	750.000	540.000	800.000	1
20.000	280.000	1.000.000	720.000	800.000	1
25.000	350.000	1.250.000	900.000	800.000	1
30.000	420.000	1.500.000	1.080.000	800.000	1

4. táblázat Otthoni fali és a közterületi töltés éves költségeinek összehasonlítása, megtérülése [38]

A táblázat részletesen összehasonlítja az otthoni fali töltővel történő töltés és a közterületi (utca) töltés éves költségeit különböző futásteljesítmények mellett. A táblázatból jól kiolvasható, hogy minél többet használja valaki az elektromos autóját, annál nagyobb megtakarítást ér el az otthoni töltésnek köszönhetően. Például 5000 kilométer éves futásnál a megtakarítás 180 000 forint, míg 30 000 kilométer esetén már 1 080 000 forintot spórol meg a tulajdonos, ha otthon



tölti az autóját. A táblázat azt is bemutatja, hogy a fali töltő telepítésének átlagköltsége 800 000 forint, amely a legtöbb esetben 1–4 év alatt térül meg, attól függően, mennyit használják az autót. Ez az adat egyértelműen alátámasztja, hogy az otthoni töltés hosszú távon jóval költséghatékonyabb, mint a közterületi töltők használata, különösen azok számára, akik sokat autóznak.



10. ábra A fali töltő megtérülési idejének aránya éves használat szerint

A kördiagram azt szemlélteti, hogy a fali töltő telepítésének megtérülési ideje hogyan alakul attól függően, mennyit autózik évente a tulajdonos. A nagyobb körcikkek azt jelzik, hogy alacsonyabb éves futásteljesítmény mellett több idő kell ahhoz, hogy a beruházás megtérüljön. A kisebb szeletek pedig azt mutatják, hogy a magasabb futásteljesítménnyel rendelkező autósok gyorsabban visszahozzák a telepítés költségét, mivel többet töltenek otthon, így nagyobb megtakarítást érnek el a közterületi töltéshez képest.

## 6 Tovább fejlesztési lehetőségek

### 6.1 Megawattos töltőállomás



11. ábra Megawattos töltés gyorsasága [35]

A fenti képet egy videóból vettem ki, melyben azt is jól láthatjuk, hogy a töltő milyen gyorsan képes energiát leadni az autónak. A 1000 kW-os teljesítménnyel rendelkező eszköz percek alatt jelentős hatótáv-növekedést eredményez, ami azt sugallja: a töltési élmény hamarosan olyan lesz, mint amikor ma benzinkútnál tankolunk.

A hagyományos benzinkutak is folyamatosan fejlődnek, hogy lépést tartsanak az elektromos járművek terjedésével. Egyre több helyen jelennek meg a nagy teljesítményű villámtöltők a meglévő üzemanyagtöltők mellett, és jól látható, hogy ez a folyamat a jövőben is menni fog. Elképzelhető, hogy néhány éven belül lesznek olyan töltőállomások, ahol már egyáltalán nem lehet üzemanyagot tankolni, csak elektromos autókat tölteni. Ez a változás nemcsak a közlekedési szokásokat alakítja át, hanem magát az infrastruktúrát is, hiszen a jövő töltőállomásai egyre inkább az energiaelosztás, a kényelem és a digitalizáció központjaivá válnak majd.

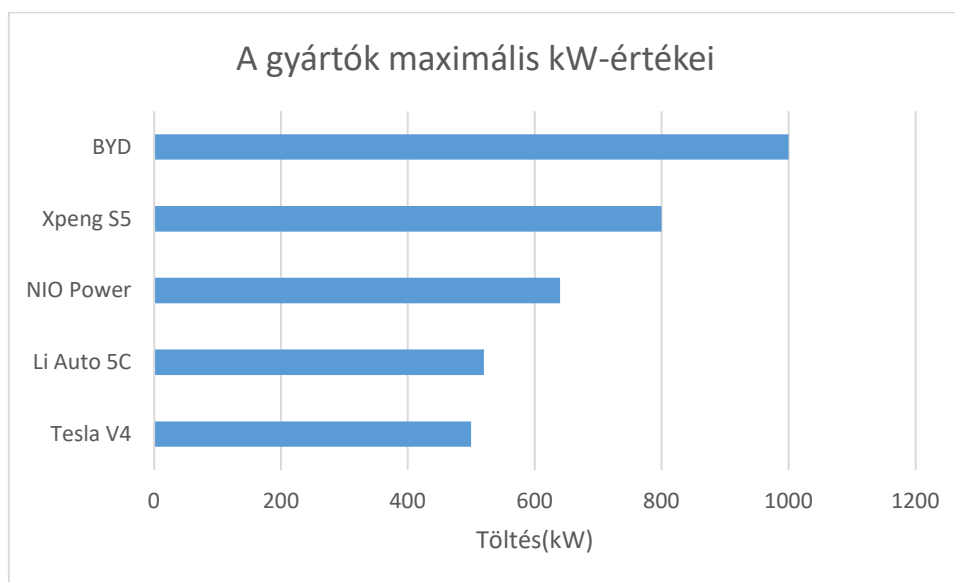
A kínai BYD vállalat nemcsak elektromos autóival, hanem saját fejlesztésű töltési technológiáival is egyre komolyabb szereplővé válik az európai piacon. A gyártó 2025-ben bejelentette, hogy megkezdte nagy teljesítményű, úgynevezett „megawattos” töltőállomásainak

telepítését Európában. Ezek a töltők akár 1 MW feletti teljesítményre is képesek, vagyis percek alatt képesek feltölteni egy elektromos járművet [35].

A projekt célja, hogy a BYD saját töltőhálózatot építsen ki, amellyel nemcsak a saját modelljeit – például a Han és Tang szériát – szolgálja ki, hanem más márkák járműveit is támogatja. Ezzel a cég nemcsak autógyártóként, hanem teljes körű elektromobilitási szolgáltatóként is meg kíván jelenni Európában.

A vállalat külön hangsúlyt fektet arra, hogy a töltőhálózat felhasználóbarát és megbízható legyen, valamint együttműködjön helyi partnerekkel és kereskedőkkel az infrastruktúra kiépítésében. A BYD szerint a cél nem pusztán az, hogy gyorsabban lehessen tölteni az autót, hanem az is, hogy egységes és kényelmes töltési élményt biztosítsanak az európai felhasználóknak.

Ez a lépés jól mutatja, hogy a BYD a járműgyártás mellett stratégiai irányként tekint a töltési infrastruktúrára is. A megatöltők megjelenése a jövőben jelentősen növelheti a cég európai jelenlétét, és hozzájárulhat ahhoz, hogy az elektromos mobilitás még gyorsabban terjedjen a kontinensen.



*12. ábra Különböző gyártók nagy teljesítményű villám-töltőinek max. töltési kapacitása (kW) [39]*

A fenti diagram különböző gyártók nagy teljesítményű elektromos autótöltőinek maximális kW-értékeit hasonlítja össze [39]. Jól látható, hogy a kínai gyártók – különösen a BYD és az Xpeng – jelentős előnyben vannak a töltési technológia fejlesztése területén.

A diagramon szereplő adatok:

- **BYD – 1000 kW**
- **Xpeng S5 – 800 kW**
- **NIO Power – 640 kW**
- **Li Auto 5C – 520 kW**
- **Tesla V4 – 500 kW**

A grafikon jól szemlélteti, hogy a kínai töltési infrastruktúra fejlesztése sokkal gyorsabb ütemben halad, mint a legtöbb nyugati gyártóé. Miközben a Tesla V4 európai viszonylatban már nagyon erősnek számít a maga 500 kW teljesítményével, addig a BYD megawattos töltője gyakorlatilag kétszer ekkora teljesítményt tud biztosítani [39].

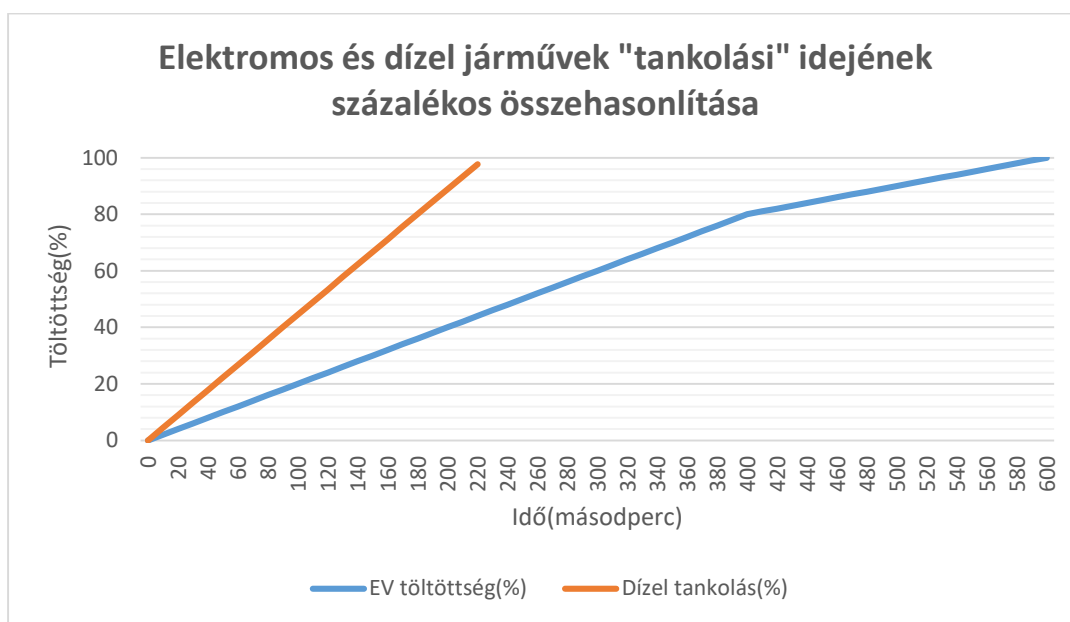
Ez a különbség nemcsak számokban jelent sokat. A teljesítmény növekedése közvetlenül befolyásolja a töltés sebességét és a felhasználói élményt. A BYD 1000 kW-os töltője például olyan nagy energiamennyiséget képes leadni rövid idő alatt, hogy a töltési idő már ténylegesen a dízel tankolási idő tartományába érkezik. Ez azt jelenti, hogy az elektromos autózást sokkal kevésbé befolyásolja majd a töltési idő, ami a technológia egyik legfontosabb hátrányát csökkenti.

A diagram azt is jól mutatja, hogy Kína mérnöki szinten előrébb jár, mint a legtöbb európai vagy amerikai szereplő. A BYD és az Xpeng nemcsak saját autóikat fejlesztik, hanem teljesen képesek egy olyan töltési infrastruktúrát is biztosítani, amely kifejezetten a jövő elektromos járműveihez készült.

Miközben Európában a 150–350 kW-os töltők számítanak elterjedtnak, addig Kínában már több helyen működnek a fél megawatt feletti rendszerek, és a megawattos technológia is közel áll a mindennapi használathoz. Ez a különbség jól érzékelhető a diagram értékeiben is [19] [39].

Személyes véleményem szerint a gyorsított és különösen a megawattos teljesítményű rendszerek megjelenése nagyon izgalmas irányt mutat az elektromos járművek fejlődésében. Ugyanakkor ez nemcsak lehetőség, hanem komoly kihívás is a jövőre nézve. A rendkívül nagy

töltési teljesítmény ugyanis hosszú távon hatással lehet az akkumulátorok élettartamára és egészségi állapotára. Érdekes lesz megfigyelni, hogy a gyártók — köztük a BYD is — milyen technológiai megoldásokat alkalmaznak majd az akkumulátorok védelme érdekében, miközben tovább növelik a töltési sebességet. Véleményem szerint a jövő egyik kulcskérdése az lesz, hogyan tudják a fejlesztők összehangolni a gyors töltést és az akkumulátor kíméletét, hiszen a felhasználók mindkettőt elvárják majd [19].



13. ábra EV gyorsöltés (1 MW) és dízel tankolás töltési sebességének összehasonlítása

A diagram az elektromos és a dízel üzemű járművek „tankolási” folyamatának idő–töltöttség (%) összefüggését mutatja be. A vízszintes tengelyen az eltelt idő látható másodpercben, míg a függőleges tengely az aktuális töltöttségi szintet jelzi százalékosan.

A **kék görbe** az elektromos jármű töltését jelképezi megwattos (1 MW) teljesítményű villámtöltőn. Ez jelenleg a legnagyobb teljesítményű, kereskedelmi forgalomban megjelenő DC gyorsöltési technológia, amely elsősorban tehergépjárművekhez (pl. megatöltők, MCS – Megawatt Charging System) készült. A görbe mutatja, hogy még ilyen hatalmas teljesítmény esetén is időigényesebb a teljes 0–100% töltés, mint egy dízel jármű tankolása. A megadott adatok alapján az elektromos jármű körülbelül 600 másodperc (10 perc) alatt éri el a 100%-os töltöttséget.

Ezzel szemben a **narancessárga görbe** a hagyományos dízel jármű tankolását mutatja. A tankolási folyamat jelentősen gyorsabb: egy 50 literes tankot a gyakorlatban 120 másodperc alatt (2 perc) lehet feltölteni. A diagramon jól látható, hogy a dízel tankolás szinte lineárisan, gyors felfutással rövid időn belül eléri a 100%-ot.

## 6.2 Az elektromos tehergépjárművek előnyei, hátrányai

Az elektromos tehergépjárműveknek számos előnyét élvezhetjük.

Az előnyök közé tartozik az alacsonyabb üzemanyagköltség, hiszen az elektromos áram költsége jóval alacsonyabb, mint a dízel üzemanyag költsége, ez számottevő megtakarítást eredményez. A karbantartási költségek csökkenése is kedvező, a kevesebb mozgó alkatrész miatt kevesebb karbantartási munka merül fel. Bár az elektromos tehergépjárművek vételára magasabb, ezt ellensúlyozzák a fent említett üzemanyag- és karbantartási költségek.

Magyarországon azon céges tehergépjárművek, amelyek elektromos meghajtásúak, mentesülhetnek a gépjármű- és regisztrációs adó alól, sőt, a cégautóadó is kedvezőbb lehet.

Nem szabad elfelednünk az elektromos tehergépjárművek adta újfajta vezetési élményt: az azonnal nyomaték, a csendes működés és a váltás hiánya csökkentheti a sofőr fáradtságát.

Környezetvédelmi szempontból nézve, az elektromos tehergépjárművek nem bocsátanak ki káros anyagokat (pl. CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>), ez nagy mértékben javítja a levegő minőségét, különösen a városi területeken.

Az előnyök közé sorolható a csökkentett zajterhelés, hiszen ezen tehergépjárművek halkabbak a belső égésű motorokkal működő járműveknél, ez csökkenti a városok zajszennyezését és javítja a lakosság életminőségét.

Megbízhatósági szempontból figyelve, a gyártók speciális védelmi rendszerekkel (pl. akkumulátorok baleseti védelme) biztosítják a járművek megbízhatóságát.

Az elektromos tehergépjárművek hozzájárulnak a fenntartható közlekedéshez, különösen, ha az áram megújuló energiaforrásokból származik [17].

### 6.3 Az elektromos jármű flotta kérdésköre cégek, vállalkozások esetén

Nemcsak a környezetvédelmi megfontolások, de az adózási előnyök is vonzóvá tehetik sok cég, vállalkozás számára, hogy járműflottájukat elektromos autókkal bővítsék.

Ha egy cég vezetőségében felmerül az az igény, hogy elektromos járműveket vásároljanak, a számtalan pozitívum, előny mellett a következő negatívumok, hátrányok valamelyike biztosan megfogalmazódott:

A hosszabb, távol eső utaknál meglehetősen komoly szervezést igényel, hogy bizonyos megtett kilométer után a járművet tölteni kell. Ez távol eső utak esetén pontos, előrelátó tervezést kíván, ami egy hagyományos, benzin vagy dízel üzemű járműnél fel sem merül. Ide tartozik az a megfontolás is, hogy ha nincs lehetőség céges töltésre, az nagy szervezési nehézséget okozhat. A cégnek döntenie kell arról, hogy töltőállomást telepítsen-e a telephelyén, esetleg igénybe vegyék a közösségi töltési lehetőséget vagy a céges járművet használóra bizzák a töltés megoldását.

A jármű beszerzési költsége egyelőre magasabb, mint egy belsőégésű motoros jármű esetében, bár az alacsony üzemeltetési költségek és a támogatások ezt hosszú távon ellensúlyozhatják.

Most reflektálva az előnyökre, Magyarországon a jelen hatályos, 2025-ös szabályozások szerint az elektromos járművek mentesülnek a gépjárműadó és a regisztrációs adó alól, a cégautóadó ebben az esetben 0 Ft. Abban az esetben, ha üzleti célra használják a cégautót, az ÁFA részleges vagy teljes mértékben levonható.

100 km-re vetítve az elektromos jármű fogyasztása akár 70–80%-kal olcsóbb lehet benzines társához képest. Kevesebb költség, kevesebb szervizelés, kevesebb kieső idő.

Összefoglalva, a céges flotta elektromos járművel történő bővítése egy nagy és hosszútávú, felelős döntés, aminek a sikeressége azon is múlik, hogyan sikerül a cég működéséhez igazítani és a dolgozók szokásaiba integrálni a használatát. A munkavállalóknak nyitottnak kell lenniük: meg kell ismerniük a jármű nyújtotta vezetési élményt és az azzal járó új szokásokat [18].



*14. ábra A Gebrüder Weiss új elektromos közúti flottája [18]*

A képen egy friss elektromos tehergépjármű-flotta látható, amelyet egy híres cég a Gebrüder Weiss Kft. állított forgalomba. A cég ilyen módon újította meg járműparkját, hogy Budapesten és négy nagyvárosban már károsanyag-kibocsátás nélkül szállítson küldeményeket.

A napi futást elég volt egyetlen töltéssel teljesíteni, ami azt mutatja, hogy a töltési infrastruktúra és üzemeltetési folyamatok már meglehetősen érettek. Egy adott nap nem kell a töltéssel foglalkozni, hiszen a napi hatótávot simán teljesítik. A töltést meg tudják oldani az éjszaka folyamán, amikor a teherautóknak nem kell úton lenniük.

A vállalat célja a legalább 250–300 km hatótávú elektromos járművek beszerzése a következő lépésben, hogy vidéki nagyvárosokban is működőképes legyen az emissziómentes fuvarozás.

Ez azért különösen jó példa a dolgozatom témájához, mert jól illusztrálja, hogy az elektromos haszonjárművek nem távoli jövő, hanem aktuális valóság: egyszerre technológiai előrelépés és üzleti döntés – vagyis a töltési infrastruktúra, a teljesítmény és a fenntarthatóság hármasa itt egyszerre jelenik meg.



## 6.4 Az elektromos tehergépjárművek egyik fontos szereplője: az elektromos kamion

Az elektromos kamion a fenntarthatósági szempontok miatt egyre jobban előtérbe kerül, de a tisztán elektromos hajtásnak az előnyök mellett vannak hátrányai is.

A hazai utakon vannak már elektromos teherautók, bár még nem túl sok. A kínai BYD elektromos járműgyártó tavaly elkezdte az elektromos teherszállítást Magyarországon az teljesen elektromos, nulla károsanyag kibocsátású teherszállítóival. Ezek közé tartozik a kompakt, nagyon manőverezhető ETP3 és a sokoldalú ETM6. Ezek 749 kg-os össztömegükkel még nem nevezhetők nagyoknak, elsősorban városon belüli teherszállításra tervezték.

A jól ismert kamionos márkák is igyekeznek lépést tartani. A Daimler, a Tesla, az MAN, a Volvo és a Renault is dolgoznak az elektromos teherautók fejlesztésén és gyártásán. Néhány vállalat azonban már el is indította vagy bejelentette elektromos tehergépkocsi-modelleket, mint például a Mitsubishi a FUSO eCanter, a Tesla a Semi, a MAN az eTruck vagy a Renault a Trucks E-TECH típusokat. Ezek a járművek viszonylag drágák, és olyan tényezőkkel kell számolnunk, mint az egy töltéssel megtehető út hossza, a töltőállomások elérhetősége, a töltési idő és az akkumulátor celláinak cseréje. Rövidebb közlekedési távolsággal rendelkeznek, mint a dízel hajtású járművek, ez korlátozhatja a hosszú útvonalak megtételét. Gyakran kell tölteni az akkumulátorokat, ami gondot jelenthet, ha az úton nincs elég töltőállomás. Előfordulhat, hogy másképp kell útvonalat tervezni, alkalmazkodni kell a töltési pontokhoz. A töltési időt is bele kell kalkulálni a menetidőbe [28].

Az elektromos kamionokat külön meg kell tanulni vezetni. Másképp viselkednek az úton, másképp fékeznek: az elektromos teherautók regeneráló fékezéssel rendelkeznek, amely visszanyeri a lassulásból vagy a leállásból származó energiát, és csökkenti a fékek kopását.

Kiemelve a TESLA céget, a Semi e-Truck-ot 2017-ben mutatta be, és 2022-ben kezdte meg a gyártást. Hárommotoros hajtásláncot használnak, amely azt jelenti, hogy az egyik motor folyamatosan dolgozik, míg a másik kettő az éppen szükséges nyomatékigény arányában kapcsol be, például emelkedőn, vagy gyorsításkor.

A Tesla cég már több ezer előjegyzést kapott a Semi e-teherautóra olyan nagy amerikai cégektől, mint például a PepsiCo, a Walmart, a FedEx és a UPS<sup>2</sup>. Ezzel a Tesla a jövőben nagyot szakíthat a fuvarozási piacból. Ha sokan és sokfelé használják, akkor több töltőállomása is lesz [28].

Szép dolog a zöldenergia, a zéró kibocsátás, de az akkumulátor csak addig zöld, amíg működik. Az akkumulátorokat időről időre cserélni kell és drágák, olyan mérgező anyagokat tartalmaznak, mint a lítium, a kobalt és a nikkel, amelyek veszélyt jelenthetnek, ha nem megfelelően ártalmatlanítják őket. Újrahasznosításuk szintén költséges és összetett, és speciális létesítményeket és technológiákat igényel.

Gyakran felmerülhet a kérdés, hogy igaz-e az, hogy könnyebben kigyulladhatnak? Szakértők szerint a tűzveszély legalább 20-szor alacsonyabb, mint a benzines vagy dízel üzemű járműveknél. Voltak azonban tüzesetek hőszivárgás miatt. A hőszivárgás olyan jelenség, amelyben az akkumulátor hőmérséklete ellenőrizetlenül emelkedik, és a kémiai reakciók láncreakciója tüzet okoz. Ennek oka lehet a túlterhelés, a rövidzárlat, vagy mechanikai sérülések.

Az elektromos kamionok a sofőrök munkájában is hozhat változást. Az elektromos teherautók csökkenthetik a cégek üzemanyag- és karbantartási költségeit, mivel kevesebb mozgó alkatrészrel rendelkeznek, mint a dízel tehergépkocsik. Csendesebbek és tisztábbak a munkakörülmények, kevesebb a zaj és rezgés, valamint fejlettebb vezetést segítő funkciók használhatók, mint például a továbbfejlesztett autopilot, avagy az aktív biztonsági vezérlő. Ez növelheti a hatékonyságot, és a jövőben magasabb béreket eredményezhet a jól képzett sofőrök számára.

Az önvezető kamionok és az elektromos autópályák kora azonban még messze van. A német közlekedési minisztérium például több kísérleti projektet finanszírozott az elektromos teherautók közúti tesztelésére, például az ún. eHighway-projektre. Svédországban a Volvo Trucks és a Scania együttműködik a helyi hatóságokkal és vállalatokkal, hogy olyan villamosított utakat kísérletezzenek ki, amelyek vezetékes síneket vagy vezetékek nélküli töltést használnának az elektromos teherautók meghajtására.

Tudjuk, hogy önvezető kamionokkal is folynak kísérletek, de úgy tűnik, jó pár év fog még eltelni, ami alatt a sofőrök munkája nélkülözhetetlen.

## 6.5 Elektromos kamion a szállítmányozásban

### 6.5.1 Amikor a villanymotor versenybe száll a dízellel

Az elmúlt években gyökeresen átalakult az, ahogyan a közlekedésre, a szállítványozásra és a környezetvédelemre tekintünk. Míg korábban az elektromos hajtás inkább kuriózum volt, mára teljesen hétköznapi, és nemcsak a személyautóknál. A nehézgépjárművek világában is egyre erősebben megjelenik a villanyos átállás, és ma már nem csak kísérleti járművekről beszélünk: valódi, napi szinten használt elektromos kamionok gördülnek ki az európai utakra.

Az elektromos kamion – vagy ahogy gyakran nevezik, a zero kibocsátású tehergépkocsi – nem csupán egy új géptípus. Egy teljes szemléletváltást képvisel a flottakezelésben, és hosszú távon alapjaiban formálhatja át a logisztikai vállalatok működését és versenyképességét. Ahogy a személyautóknál, úgy itt is egyre inkább előtérbe kerül a fenntarthatóság, az energiahatékonyság és a környezetvédelmi előírásoknak való megfelelés [28] [29].

### 6.5.2 Az elektromos kamion technológiája

Az elektromos teherautók működése gyökeresen eltér a hagyományos dízelmotoros kamionokétól. A villanymotor leegyszerűsíti a hajtásláncot: nincs főtengely, nincs több száz mozgó alkatrész, nincs turbófeltöltő vagy magasnyomású befecskendező rendszer. A meghajtás lényege néhány fő elem: egy vagy több elektromotor, az inverter, valamint a nagy kapacitású akkumulátorcsomag.

A jelenlegi elektromos kamionokban jellemzően 300–800 kWh kapacitású lítium-ion akkumulátorokat alkalmaznak, feladattól és gyártótól függően. Ezek egyetlen töltéssel általában 250–500 km hatótávolságot biztosítanak – ami bizonyos városi vagy regionális fuvarokhoz bőven elegendő, de hosszabb, nemzetközi útvonalaknál már komoly tervezést igényel.

A töltési idő az aktuális töltő teljesítményétől függ. A 350–700 kW-os DC villámtöltők már képesek 1–2 óra alatt 80%-ra feltölteni a járművet, de ezekből még kevés van Európa útjain. Ugyanakkor Németország és Hollandia már komoly előrelépést tett a nagy teljesítményű kamiontöltő hálózat kiépítésében.

Az akkumulátorok élettartama 5–10 év, amit nagyban befolyásol a használat, a töltési ciklusok száma és az üzemi hőmérséklet. A karbantartás viszont sokkal egyszerűbb, hiszen az elektromos hajtáslánc kevesebb kopó és hibalehetőséget rejtő elemből áll [28] [29] [30].

### 6.5.3 Az elektromos kamion előnyei – messze nem csak környezetvédelmi szempontból

Ha elektromos kamionokról beszélünk, a legtöbb ember elsőként a zero helyi károsanyag-kibocsátásra gondol. Ez valóban óriási előny, főleg a városi logisztikában, de ennél sokkal többet nyújt a technológia.

A legfontosabb előnyök:

- **Zöldzónák előnyeinek kihasználása**

Sok nagyvárosban már csak alacsony kibocsátású vagy elektromos járművek léphetnek be. Az ilyen környezetben az elektromos kamionok komoly versenyelőnyt jelentenek.

- **Alacsonyabb üzemeltetési költség**

Bár a vételár többszöröse lehet egy elektromos kamionnak, hosszú távon a működés jóval olcsóbb: nincs olajcsere, nincs turbó, nincs EGR-szelep, és az áram ára is stabilabb és sokszor kedvezőbb, mint a dízelé.

- **Csendes működés**

Az elektromos teherautók szinte hangtalanul közlekednek. Ez óriási előny éjszakai szállításkor és városi kiszállításoknál.

- **Magas hatásfok**

A villanymotor 85–95% hatásfokkal működik, míg a dízelmotoroké csupán 35–40%. Ez azt jelenti, hogy az elektromos hajtás sokkal kevesebb energiavesztéssel dolgozik.

- **Kevesebb szervizidő**

A flottáknál ez különösen fontos, mivel minden kiesett nap pénz. Az elektromos kamion jóval ritkábban „kényszerül” szervizbe.

#### 6.5.4 Hátrányok – az elektromos kamion árnyoldalai

Természetesen nem szabad figyelmen kívül hagyni a kihívásokat és a mai technológia korlátait.

A legnagyobb hátrányok:

- **Hatótáv korlátozottsága**

A 250–500 km nem elég minden fuvarra. Egy Budapest–Prága vagy München–Debrecen útvonalhoz jelenleg még nem ideális.

- **Hiányos töltőhálózat**

Főleg az autópályákon és hosszú távú fuvarok útvonalain kevés a 350–700 kW teljesítményű töltő.

- **Töltési idő**

Míg egy dízelkamion 10 perc alatt tele tankolható, egy elektromos kamion feltöltése még gyorstöltővel is 1–2 óra.

- **Magas beszerzési költség**

Egy új e-kamion ára 150–170 ezer euró is lehet, ami jóval meghaladja a dízeles változatok árát.

- **Akkumulátor elhasználódása**

Nagy költség a csere, és technológiai kihívás az újrahasznosítás.

Mindezek ellenére a fejlődési ütem gyors, és folyamatosan jelennek meg a hatékonyabb, nagyobb kapacitású akkumulátorok.

#### 6.5.5 Sofőrök mindennapjai – hogyan változik meg a munka?

Az elektromos kamion nemcsak műszaki újdonság, hanem a sofőrök munkaeszköze is. Sok szempontból pozitív változást hoz:

- **kisebb zaj, kevesebb vibráció:** kényelmesebb, kevésbé fárasztó vezetés
- **nincs váltás, nincs turbólyuk:** sokkal egyszerűbb vezetési élmény
- **kevesebb szerviz:** több aktív munkanap, akár magasabb jövedelem
- **új technológiai tudás:** értékesebb munkaerő a piacon

Sok sofőr motivációja az is, hogy a munkájukkal aktívan hozzájárulnak a környezetvédelemhez. Ez a szemléletváltás a szakmában is egyre erősebben jelenik meg.

#### 6.5.6 Hatás a logisztikai iparra

Az elektromos kamionok érkezése komoly kihívás, de még komolyabb lehetőség a logisztikai cégek számára. Az energiaárak kiszámíthatóbbá válnak, a fenntarthatósági szempontok pedig egyre inkább elvárásnak számítanak a megrendelők részéről.

A digitalizálás és az elektromos járművek tökéletesen kiegészítik egymást: valós idejű fogyasztási és karbantartási adatok állnak rendelkezésre, így a fuvarok pontosabban tervezhetők, a költségek pedig jobban kontrollálhatók [30].

#### 6.5.7 Merre tart a fuvarozás jövője?

A fejlődés már zajlik:

- **szilárdtest-akkumulátorok:** hosszabb hatótáv, gyorsabb töltés
- **félautonóm rendszerek:** biztonságosabb közlekedés, kevesebb hibalehetőség
- **akkucserés logisztika:** pár perc alatt teljes „tankolás”
- **energiaoptimalizált útvonaltervezés:** kevesebb várakozás, jobb kihasználtság

### 6.5.8 A villanyos jövő már itt van

Az elektromos kamionok már nem sci-fi, hanem a mindennapok részei. Bár még vannak megoldandó feladatok – például a töltőhálózat fejlesztése –, a trend egyértelmű: a jövő fuvarozása elektromos lesz. A sofőrök számára ez kényelmesebb, csendesebb és egészségesebb munkakörnyezetet hoz, a cégek számára pedig fenntarthatóbb és kiszámíthatóbb működést.

A kérdés már nem az, hogy átáll-e a szektor, hanem hogy ki mennyire gyorsan tud alkalmazkodni a változáshoz [30].

### 6.5.9 Személyes tapasztalat az elektromos tehergépjárművek használatáról

Saját tapasztalatból is tudok beszélni, mivel korábban egy futárcégnél dolgoztam, ahol több elektromos tehergépjármű is napi használatban volt. Azt láttam és éreztem, hogy a mindennapi munka szempontjából rengeteg előnye van annak, ha valaki elektromos járművel dolgozik.

Az egyik legnagyobb előny számomra az volt, hogy sokkal könnyebb és kényelmesebb vezetni, mint egy dízeles furgont. Nincs kuplung, nincs sebességváltó, nincs turbólyuk, nincsenek rángatások – csak megnyomod a gázt, és az autó egyből, finoman mozdul. A városi munkában, ahol állandóan meg kell állni, kanyarodni, szűk helyeken manőverezni, ez óriási tehermentesítés. Nem fáradtam el annyira, és a nap végén is sokkal frissebbnek éreztem magam.

Nagyon tetszett az is, hogy az elektromos teherautók csendesek és rezgésmentesek. A motorzaj hiánya a vezetés során meglepően sokat számít: nyugodtabb, stresszmentesebb munkakörnyezetet teremt. A rakodásnál vagy éjszakai kiszállításnál pedig külön előny, hogy nem zavarja a környezetet.

Persze voltak hátrányai és kihívásai is. Télen például jól érzékelhető volt, hogy a hatótáv csökken. Hidegben nemcsak maga az akkumulátor teljesít gyengébben, de a fűtés is sok energiát elvesz. Olyankor jobban kellett számolni a távokat. Emellett azt is tapasztaltam, hogy ha az autó teljesen meg volt pakolva, például raklappal vagy sok dobozzal, az szintén jelentősen csökkentette a hatótávolságot. Egy nehezebb nap végén, amikor vissza kellett vinni a telephelyre a megmaradt csomagokat vagy az üres raklapokat, előfordult, hogy a kijelzett hatótáv hirtelen sokkal kevesebbre esett vissza.

Szerencsére velem olyan sosem történt, hogy az autó teljesen leállt volna energiahiány miatt, de teljesen egyértelmű, hogy ez a kockázat jelen van. Ha menet közben nullára esik az akkumulátor, az komoly problémákat jelent: tréler, csúszás a kiszállításokban, és a cég számára is extra költség. Ezért mindig oda kellett figyelni, előre kellett gondolkodni, és nem lehetett elfelejteni „tankolni”.

Összességében viszont azt kell mondanom, hogy a futármunka elektromos teherautóval sokkal élhetőbb és kényelmesebb, mint a hagyományos dízellel. Kevesebb a zaj, nincs kellemetlen kipufogógáz, nem kell sebességet váltani, és a vezetés egész egyszerűen könnyebb. Ugyanakkor a hatótáv tervezése és a téli fogyasztás még kompromisszumot igényel, és a töltőinfrastruktúra sem mindenhol tökéletes. Ha azonban ezek tovább fejlődnek – márpedig jó irányba haladnak –, akkor a mindennapi logisztika számára az elektromos teherautók hosszú távon egyértelműen jobb és fenntarthatóbb megoldást jelentenek.

## 6.6 Mobil töltés és helyszíni segítségnyújtás

Az elektromos autózás elterjedésével új típusú problémák is megjelentek, például amikor egy jármű lemerül a forgalomban, és nincs a közelben elérhető töltőpont. Ennek megoldására egyre több gyártó és szolgáltató kezdett el mobil töltőegységeket fejleszteni, amelyek az autómentő szolgálatokhoz hasonlóan a helyszínre mennek, és ott képesek vészhelyzeti energiát biztosítani. Ezek az úgynevezett „töltőmentők” kisebb akkumulátorral vagy beépített generátorral rendelkeznek, amellyel 15–30 perc alatt annyi energiát tudnak betölteni a járműbe, hogy az eljusson a legközelebbi töltőállomáshoz.

Egyes megoldások már gyorsöltési technológiát is alkalmaznak, 20–40 kW teljesítményű hordozható egységekkel, amelyek lítium-ion vagy LFP (lítium-vas-foszfát) akkumulátorokat használnak.



15. ábra A Blink Charging hordozható töltője [37]



A fejlesztések célja, hogy a jövőben ezek a rendszerek még könnyebbek, gyorsabbak és hatékonyabbak legyenek, akár napelemmel kombinálva is működjenek.

Szerintem ez a fejlesztési irány rendkívül ígéretes, mert nemcsak kényelmet ad a felhasználóknak, hanem növeli az elektromos járművekbe vetett bizalmat is. A mobil töltés lehetősége egyfajta biztonsági hálót jelenthet a sofőröknek, és fontos kiegészítője lehet a jövő elektromos mobilitási infrastruktúrájának [14].



*16. ábra Mobil töltést és helyszíni segítségnyújtást végző szolgálati jármű*

A mobil töltés és helyszíni segítségnyújtás nemcsak technológiai újítás, hanem akár vállalkozási lehetőségként is megállja a helyét. Egy ilyen szolgáltatás különösen ott lehet sikeres, ahol a töltőhálózat még nem teljesen kiépített, vagy sok az új elektromos járműtulajdonos, aki gyakran megnyugtatónak érzi, ha szükség esetén gyors segítség elérhető. Egy kisebb vállalkozás akár saját teherautóval és hordozható töltőegységgel is működhetne, amely képes a helyszínen vészhelyzeti energiát biztosítani.

Egyes koncepciókban a járműbe beépített dízelgenerátor működtetné a töltőberendezést, így a rendszer bárhol bevethető lenne – akár autópályákon vagy hosszabb távú utak mentén is. A generátor az elektromos áramot közvetlenül a lemerült autó akkumulátorába táplálná, ezzel 15–30 perc alatt elegendő energiát biztosítva a továbbhaladáshoz.

Ez a megoldás átmeneti, de fontos szerepet tölthet be addig, amíg a gyorsöltő-hálózat nem fedi le teljesen az országot. Egy ilyen szolgáltatás nemcsak hasznos, hanem üzletileg is ígéretes lehet, hiszen ötvözi a műszaki innovációt, a rugalmasságot és a környezettudatos szemléletet.

## 6.7 Vezeték nélküli töltés és jövőbeli továbbfejlesztési irány

A hagyományos autótöltés alapvetően kábeles, azaz bedugjuk a töltőcsatlakozót az autó aljzatába, és indul a töltés. Azonban az elmúlt években elterjedtek olyan technológiák is, amelyeknél nincs szükség kábelre az energia „vezeték nélkül” jut el az autóba. Ezt hívjuk induktív vagy vezeték nélküli töltésnek.

### Hogyan is működik egyszerűen leírva?

- A töltőállomásnál van egy adótekercs, az autó alatt pedig egy vevőtekercs.
- Amikor az autót odaállítjuk, az adótekercs váltóáramot kap. Ez a váltóáram egy olyan mágneses teret hoz létre, amely „rezeg”, azaz folyamatosan változik.
- A vevőtekercsben a mágneses tér hatására, mintha varázslat lenne áram indukálódik. Így jut az energia a töltőből az autó akkumulátorába, teljesen vezeték nélkül.

Ezt az elvet hívják **elektromágneses indukciónak**, avagy induktivitásnak. Ez egyszerűen annyit jelent, hogy az energia nem kábelben, hanem mágneses mezőn keresztül terjed. A módszer hasonlít arra, amikor a telefonodat vezeték nélküli töltőre teszed: ott is ugyanez történik, csak sokkal nagyobb teljesítménnyel és autós méretben [20] [21] [25].

### 6.7.1 Előnyök és miért lehet ez a jövő

1. **Kényelmi ugrás:** Nem kell kábelt ki-be dugdosni, a töltés automatikus: elég leparkolni a járművet. Ez különösen praktikus rossz időben, gyenge láthatóság vagy sötét garázs esetén.
2. **Biztonság és kényelem:** Nincs szabad, kilógó kábel, ami veszélyt jelenthet és nincs nehézkes csatlakozó, nincs kopás, kevesebb karbantartás.

3. **Rugalmasság:** A technológia akár arra is alkalmas lehet, hogy az autót menet közben töltsse: az utakba, autópályákba épített indukciós szakaszokon az autó akkumulátora folyamatosan kap energiát, így nem kell teljes feltöltéssel elindulni.
4. **Jövő-biztos megoldás:** Ahogy az autók és az infrastruktúra fejlődik, a vezeték nélküli töltés egyre inkább elterjedhet: kevesebb a fizikai karbantartás, egyszerűbb a használat, és felhasználóbarátabb megoldás lehet, különösen lakóparkokban, társasházaknál, vagy nyilvános parkolóknál [22][23].

#### 6.7.2 Hátrányok, kihívások és korlátok

**Hatékonyság csökkenése:** A vezeték nélküli töltés hatékonysága nem mindig éri el a kábelest; az energiaátvitel során lehetnek veszteségek, főleg ha a tekercsek nincsenek tökéletesen illesztve.

**Technológiai feltételek:** Az autónak és az infrastruktúrának is kompatibilisnek kell lennie, sajnos nem minden jármű alkalmas vezeték nélküli töltésre jelenleg emiatt adódhatnak problémák.

**Beruházási igény:** Az ilyen töltőhelyek kiépítése drágább lehet, mint egy egyszerű fali töltő telepítése (tekercsek, padlólemez, beépítés, szabványosítás).

**Elterjedés kérdése:** Bár rengeteg fejlesztés zajlik, a technológia még nem általános és kevés az indukciós töltőállomás, és a szabványok, kompatibilitás még nem minden járműhöz adott [22].



17. ábra Induktív, vezeték nélküli töltőpadra álló elektromos jármű [37]

Az ábrán egy olyan közúti megoldás látható, ahol az autó a talajba épített indukciós töltőpad fölé parkolva képes vezeték nélkül energiát felvenni. A rendszer működéséhez fontos, hogy az autó viszonylag pontosan igazodjon a pad pozíciójához, mert a tekercseknek (az autó alján és az útburkolatban) egymás felett kell elhelyezkedniük ahhoz, hogy hatékony energiaátvitel történjen.

Ez azonban a gyakorlatban nem mindig egyszerű: sok sofőrnek már az is kihívást jelent, hogy milliméterpontosan ráálljon egy parkolóhely közepére, nemhogy egy rejtett töltőpad fölé. Ha az autó akár csak 10–15 centiméterrel arrébb áll, a töltés hatékonysága jelentősen romlik, vagy akár teljesen meg is szűnhet. Ez különösen problémás lehet sietős helyzetekben, zsúfolt parkolóokban vagy olyan sofőröknek, akik kevésbé gyakorlottak a manőverezésben.

Éppen ezért a vezeték nélküli töltés egyik gyakorlati hátránya, hogy bár technológiailag rendkívül előremutató, a mindennapi használat során odafigyelést és pontos pozicionálást igényelhet. Valószínű, hogy a jövőben ezt külön rendszerek segítik majd, például automata parkolóasszisztens vagy kamerás igazító rendszer, de jelenleg ez a pontossági igény sok felhasználó számára kihívást jelenthet.

## 6.8 Miért érdemes figyelni rá?

A vezeték nélküli töltés nagyszerű példa arra, hogy az elektromos járművek terjedése nemcsak az autók technológiájáról szól, hanem az egész infrastruktúra és használati szokások átalakulásáról is. Ahogy nő az igény a kényelmes, „plug-and-go” megoldásokra, a vezeték nélküli töltés lehet az egyik kulcs, ami közelebb hozza az autózás élményét a mai tankolási élményhez, ami azt jelenti gyors, egyszerű, kényelmes [20][24][25].

## 6.9 A vezeték nélküli töltés magyarországi elterjedésének lehetőségei

A vezeték nélküli autótöltés technológiája még világszinten is gyerekcipőben jár, Magyarországon pedig jelenleg kifejezetten ritka. A hazai infrastruktúra alapvetően a hagyományos AC töltőkre és a különböző teljesítményű DC villámtöltőkre épül, amelyek telepítése és fenntartása jóval egyszerűbb és olcsóbb, mint egy indukciós töltőrendszer

kialakítása. Ahhoz, hogy a vezeték nélküli autótöltés tömegesen elterjedjen, több feltételnek kellene teljesülnie.

Először is, szükség lenne olyan autókra, amelyek gyárilag támogatják az induktív töltést. Jelenleg csak néhány prémium kategóriás modell kapható ilyen opcióval, így a magyar autópark nagy része egyszerűen nem alkalmas vezeték nélküli töltésre. Emellett a töltőhelyek kialakítása jelentős beruházást igényelne, hiszen az indukciós padokat be kell építeni az útburkolatba vagy a parkolóhely talajába, és a rendszer folyamatos karbantartása is költségesebb, mint egy hagyományos oszlopos töltőé [25].

A technológia ugyanakkor hosszú távon komoly előnyöket nyújthatna Magyarországon is. A társasházi övezetekben vagy nagyvárosi parkolóknál különösen előnyös lenne egy olyan megoldás, amely nem igényel kábeleket, így nem akadályozza a gyalogosforgalmat és nem jelent vandalizmus-kockázatot. A töltés automatizálható lenne, ami a közösségi autómegosztó szolgáltatóknak vagy a flottakezelőknek is megkönnyítené az üzemeltetést.

Jelen állás szerint a vezeték nélküli töltés Magyarországon inkább hosszú távú lehetőség, mintsem rövid időn belül megvalósuló fejlesztés. A technológia valószínűleg először a nagyvállalati flottákban és prémium kategóriás járművekben jelenik majd meg, később pedig, ahogy csökkennek a költségek és nő az elterjedtség, fokozatosan megjelenhet a lakossági felhasználásban is. Bár ma még nem számít széles körben reális alternatívának, a jövőben fontos szerepet kaphat a teljesen automatizált, kényelmes és felhasználóbarát elektromos autózási infrastruktúra kialakításában.

Összegzésként elmondható, hogy a vezeték nélküli töltés jelenleg még inkább jövőbeli lehetőség, mintsem széles körben alkalmazható megoldás, és bár hosszú távon fontos szerepe lehet az automatizált töltési rendszerek fejlődésében, erős saját véleményem szerint ez a technológia inkább a kényelem és a luxus irányába mutat, mivel a töltési sebessége a mai mércével mérve kifejezetten lassú, így egyelőre nem jelent valós alternatívát a hatékony mindennapi használatra.

Ugyanakkor be kell látni, hogy minden iparágban megjelennek olyan fejlesztések, amelyek elsődlegesen a kényelmet és a luxust szolgálják. Ahogy a mobiltelefonoknál is létrehozták az indukciós, vezeték nélküli töltést, elsősorban a praktikum és az egyszerűség miatt, ugyanúgy természetes, hogy az elektromos autózásban is megjelent ez az irány. Bár ma még nem nélkülözhetetlen technológia, a fejlődés szempontjából logikus lépés volt, hogy az iparág ebbe az irányba is elindult.

## 7 Összefoglalás

A szakdolgozatom elkészítése során az elektromos járművek töltési infrastruktúrájával, azon belül is a BYD és az európai gyártók elektromos autótöltőinek összehasonlításával foglalkoztam. A téma számomra azért volt különösen érdekes, mert az elektromobilitás napjainkban egyre nagyobb szerepet kap, és a jövő közlekedésének egyik meghatározó irányát jelenti.

A munka során több forrásból gyűjtöttem adatokat: gyártói dokumentációkat, szakmai cikkeket, valamint magyarországi töltőhálózatokkal (például Shell Recharge és MOL Plugge) kapcsolatos információkat is feldolgoztam. Emellett személyesen is megfigyeltem különböző nyilvános töltőállomásokat, megnéztem azok felépítését, működését és használhatóságát, ami sokat segített a gyakorlati megértésben.

A dolgozat készítése közben átfogó képet kaptam arról, hogy milyen különbségek vannak az egyes töltési megoldások között, legyen szó otthoni, nyilvános vagy nagy teljesítményű villámtöltőkről. Különösen érdekes volt látni, hogy míg a BYD megoldásai inkább az egyszerűsége és ár-érték arányra helyezik a hangsúlyt, addig az európai gyártók sok esetben fejlettebb szoftveres és hálózati integrációt kínálnak.

A szakdolgozatom elkészítése során nemcsak a tudásom bővült, hanem jobban átláttam az elektromos közlekedés gyakorlati kihívásait is, például a töltési időket, a hálózati terhelést vagy az infrastruktúra kiépítésének nehézségeit. Úgy érzem, hogy a választott téma hasznos és aktuális, mivel az elektromos járművek és a hozzájuk kapcsolódó töltési megoldások a következő években még nagyobb szerepet fognak kapni.

Összességében elmondhatom, hogy a szakdolgozat készítése tanulságos és érdekes folyamat volt számomra, amely megerősítette az érdeklődésemet az elektromobilitás és az energetikai rendszerek iránt, és hasznos tapasztalatot adott a mérnöki szemléletű elemzés terén.

## 8 Ábrajegyzék

1. ábra Elektromos autóké a jövő? [40] .....	7
2. ábra Egy Type 2-es elektromosautó-töltőkábel látható a képen, kétoldali Type 2 csatlakozófejekkel és vastag, fekete gumírozott kábelrel [31] .....	8
3. ábra BYD EV töltő falra/oszlopra szerelhető modell [32].....	10
4. ábra Alpitronic Hypercharger nagy teljesítményű, akár 400 kW-os DC villámtöltő [34] .....	14
5. ábra ABB Terra 360 egy nagy teljesítményű, moduláris DC-villámtöltő [34] .....	15
6. ábra Töltőfej különbségek - Észak-Amerika, Európa [11].....	16
7. ábra Shell Recarge [26].....	17
8. ábra MOL Plugee [27].....	18
9. ábra Elektromos jármű AC és DC töltési karakterisztikája .....	20
10. ábra A fali töltő megtérülési idejének aránya éves használat szerint .....	25
11. ábra Megawattos töltés gyorsasága [35] .....	26
12. ábra Különböző gyártók nagy teljesítményű villámtöltőinek max. töltési kapacitása (kW) [39] ....	27
13. ábra EV gyorstöltés (1 MW) és dízel tankolás töltési sebességének összehasonlítása.....	29
14. ábra A Gebrüder Weiss új elektromos közúti flottája [18].....	32
15. ábra A Blink Charging hordozható töltője [37].....	40
16. ábra Mobil töltést és helyszíni segítségnyújtást végző szolgálati jármű .....	41
17. ábra Induktív, vezeték nélküli töltőpadra álló elektromos jármű [37].....	43

## 9 Táblázatjegyzék

1. táblázat Összehasonlító táblázat [13] .....	15
2. táblázat Shell Recharge – MOL Plugee összehasonlítás [15] [16].....	19
3. táblázat Konnektoros töltés vs. Fali töltő (wallbox) – Összehasonlító táblázat [38].....	23
4. táblázat Otthoni fali és a közterületi töltés éves költségeinek összehasonlítása, megtérülése [38]	24



## 10 Hivatkozások

- [1] A. –. T. A. a. D. C. P. Sheet, „Abb,” [Online]. Available: <https://www.abb.com/global/en>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [2] W. –. P. P. P. Specifications, „Wallbox,” [Online]. Available: [https://wallbox.com/en\\_uk/](https://wallbox.com/en_uk/). [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [3] B. A. E. –. O. E. C. Specifications, „BYD,” [Online]. Available: <https://byd.com/eu>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [4] Webasto, „Webasto – Charging Solutions for Home and Business,” [Online]. Available: <https://www.webasto.com/en-int.html>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [5] A. –. e. S. E. V. Chargers, „ABL,” [Online]. Available: <https://www.ablmobility.de/en/products/charging-stations>.
- [6] O. C. Alliance, „Open Charge Alliance – OCPP Protocol Documentation,” [Online]. Available: <https://www.openchargealliance.org/>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [7] InsideEVs, „InsideEVs – Comparison of European and Chinese EV Chargers,” [Online]. Available: <https://insideevs.com/features/>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [8] B. Balázs, „Elektromos autó töltők bemutatása – Villanyautosok.hu,” [Online]. Available: <https://villanyautosok.hu/2024/03/20/otthoni-tolto-valasztas-2024/>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [9] EVBox, „EVBox – EV charging: the difference between AC and DC,” [Online]. Available: <https://blog.evbox.com/difference-between-ac-and-dc>. [Hozzáférés dátuma: 02 11 2025].
- [10] B. Charging, „Blink Charging – Understanding the Types of Charging Stations: AC and DC Chargers,” [Online]. Available: <https://blinkcharging.com/>. [Hozzáférés dátuma: 03 11 2025].
- [11] Wallbox, „Wallbox – EV Charger Home Installation – AC & DC Chargers,” [Online]. Available: [https://wallbox.com/en\\_us/ev-charging-installation-101](https://wallbox.com/en_us/ev-charging-installation-101).
- [12] U. D. o. Transportation, „U.S. Department of Transportation – Charger Types and Speeds,” [Online]. Available: <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-basics/charging-speeds>. [Hozzáférés dátuma: 04 11 2025].
- [13] S. Zsolt, „Hordozható villámtöltő villanyautó-mentéshez,” [Online]. Available: <https://villanyautosok.hu/2020/05/08/hordozhato-villamtolto-villanyauto-menteshez/>. [Hozzáférés dátuma: 04 11 2025].
- [14] S. Magyarország, „Shell,” [Online]. Available: <https://www.shell.hu/elektromos-auto-toltes.html>.
- [15] M. Magyarország, „Mol,” [Online]. Available: <https://molplugee.hu/hu>. [Hozzáférés dátuma: 04 11 2025].

- [16] G. Használtautó, „Elektromos autó, mint cégautó: előnyök és hátrányok,” [Online]. Available: <https://garazs.hasznaltauto.hu/ha-autot-vennel/elektromos-auto-mint-cegauto-elonyok-es-hatranynok/>. [Hozzáférés dátuma: 05 11 2025].
- [17] N. Technology, „Elektromos flottáját duplázza a Gebrüder Weiss,” [Online]. Available: <https://newtechnology.hu/megduplazza-elektromos-teherflottajat-a-gebruder-weiss/>. [Hozzáférés dátuma: 05 11 2025].
- [18] D. Bobylev, „BYD released 1,000 kW chargers capable of adding 2 km range per second,” [Online]. Available: <https://carnewschina.com/2025/03/17/byd-released-industry-leading-10c-megawatt-charging-stations-in-china/>. [Hozzáférés dátuma: 05 11 2025].
- [19] J. Muelaner, „How electric vehicle wireless charging works,” [Online]. Available: <https://www.batterypowertips.com/how-electric-vehicle-wireless-charging-works-faq/>. [Hozzáférés dátuma: 05 11 2025].
- [20] S. Rita, „Jön a vezeték nélküli elektromosautó-töltés, de mikor ér ide?,” [Online]. Available: <https://nrgreport.com/cikk/2024/03/06/jon-a-vezetek-nelkuli-elektromosauto-toltes-de-mikor-er-ide/>. [Hozzáférés dátuma: 06 11 2025].
- [21] Wikipédia, „Inductive charging,” [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Inductive\\_charging](https://en.wikipedia.org/wiki/Inductive_charging). [Hozzáférés dátuma: 07 06 2025].
- [22] S. Zsolt, „Működik a menet közbeni induktív villanyautó-töltés,” [Online]. Available: <https://villanyautosok.hu/2019/09/25/mukodik-a-menet-kozbeni-induktiv-villanyauto-toltes/>.
- [23] N. Room, „Porsche Wireless Charging: Inductive charging for a convenient energy supply,” [Online]. Available: <https://newsroom.porsche.com/en/2025/products/porsche-wireless-charging-inductive-charging-40421.html>. [Hozzáférés dátuma: 07 11 2025].
- [24] Hilinkable, „Hogyan működnek a vezeték nélküli autós töltők?,” [Online]. Available: <https://hu.hilinkable.com/blog/how-do-wireless-car-chargers-work-1426233.html>. [Hozzáférés dátuma: 08 11 2025].
- [25] S. Magyarország, „Shell Recarge kép,” [Online]. Available: [https://www.shell.hu/comfortable-electric-car-charging/\\_jcr\\_content/root/main/section/promo\\_copy.shellimg.jpeg/1731500631818/shell-tesco-banner-three.jpeg?imwidth=392&impolicy=amidala-image&imdensity=3](https://www.shell.hu/comfortable-electric-car-charging/_jcr_content/root/main/section/promo_copy.shellimg.jpeg/1731500631818/shell-tesco-banner-three.jpeg?imwidth=392&impolicy=amidala-image&imdensity=3). [Hozzáférés dátuma: 10 11 2025].
- [26] M. Magyarország, „Mol töltő,” [Online]. Available: [https://molplugee.hu/images/main-pages/mobile/charger\\_mobile\\_efacec.png](https://molplugee.hu/images/main-pages/mobile/charger_mobile_efacec.png). [Hozzáférés dátuma: 10 11 2025].
- [27] Kamionosvilág, „Elektromos kamion a szállítványozásban,” [Online]. Available: <https://kamionosvilag.hu/elektromos-kamion-a-szallitmanyozasban/>.
- [28] S. Á. Apró, „Az elektromos kamion milyen változásokat hoz a sofőröknek?,” [Online]. Available: <https://soforallaspro.hu/tudastar/az-elektromos-kamion-milyen-valtozasokat-hoz-soforoknak>. [Hozzáférés dátuma: 15 11 2025].

- [29] M. a. EV, „Type2 3 fázis 32A töltőkábel 5 méter,” [Online]. Available: [https://bestevtolto.hu/termek/besen-type2-3-fazis-32a-toltokabel-5-meter/?srltid=AfmBOoq8EsrJQLLUZSg\\_ow3VSJsD4rC8s62bZfdV-30KN5w9FsiPe5ET](https://bestevtolto.hu/termek/besen-type2-3-fazis-32a-toltokabel-5-meter/?srltid=AfmBOoq8EsrJQLLUZSg_ow3VSJsD4rC8s62bZfdV-30KN5w9FsiPe5ET). [Hozzáférés dátuma: 15 11 2025].
- [30] BYD, „BYD töltő kép,” [Online]. Available: [https://gw.alicdn.com/imgextra/O1CN01cOK8cm1fFVthje0mS\\_!!6000000003977-0-yinhe.jpg\\_q90.jpg](https://gw.alicdn.com/imgextra/O1CN01cOK8cm1fFVthje0mS_!!6000000003977-0-yinhe.jpg_q90.jpg). [Hozzáférés dátuma: 16 11 2025].
- [31] Alpitronic, „Alpitronic gyorsöltő kép,” [Online]. Available: <https://www.alpitronic.it/en/hypercharger/>. [Hozzáférés dátuma: 16 11 2025].
- [32] E. Industry, „Terra 360 gyorsöltő kép,” [Online]. Available: <https://energyindustryreview.com/power/terra-360-worlds-fastest-electric-vehicle-charger/>. [Hozzáférés dátuma: 17 11 2025].
- [33] B. Balázs, „Villanyautósok BYD megatöltő,” [Online]. Available: <https://villanyautosok.hu/2025/06/11/europaba-erkeznek-a-byd-megatoltoi/>. [Hozzáférés dátuma: 17 11 2025].
- [34] N. Technology, „Elektromos flottáját duplázza a Gebrüder Weiss,” [Online]. Available: <https://newtechnology.hu/megduplazza-elektromos-teherflottajat-a-gebruder-weiss/>. [Hozzáférés dátuma: 17 11 2025].
- [35] Villanyautósok, „Hordozható akkumulátor töltő elektromos autóhoz,” [Online]. Available: [https://villanyautosok.hu/wp-content/webp-express/webp-images/doc-root/wp-content/uploads/2020/05/2020-05-07\\_blink\\_hordozhato\\_tolto\\_01.jpg.webp](https://villanyautosok.hu/wp-content/webp-express/webp-images/doc-root/wp-content/uploads/2020/05/2020-05-07_blink_hordozhato_tolto_01.jpg.webp). [Hozzáférés dátuma: 18 11 2025].
- [36] V. Admin, „Mennyi idő alatt térül meg az otthoni fali töltő? táblázat másolva,” [Online]. Available: <https://villanyautosok.hu/2024/10/28/mennyi-ido-alatt-terul-meg-az-otthoni-fali-tolto/>. [Hozzáférés dátuma: 18 11 2025].
- [37] P. Csaba, „Totalcar, A BYD új töltője már majdnem olyan gyors, mint egy tankolás,” [Online]. Available: [https://totalcar.hu/hirek/2025/03/18/byd-ultragyors-toltes-elektromos-auto-10c-egy-megawatt-1000-kw/?utm\\_source=chatgpt.com](https://totalcar.hu/hirek/2025/03/18/byd-ultragyors-toltes-elektromos-auto-10c-egy-megawatt-1000-kw/?utm_source=chatgpt.com). [Hozzáférés dátuma: 18 11 2025].
- [38] Volkswagen, „Volkswagen Autócsoporthoz, kép,” [Online]. Available: <https://mernokvagyok.hu/elektromos-meghajtasu-lesz-a-volkswagen-csoport-minden-masodik-uj-gyartmanya-2030-ra/>. [Hozzáférés dátuma: 18 11 2025].
- [39] G. Használtautó, „Cégautó: előnyök és hátrányok,” [Online]. Available: <https://garazs.hasznaltauto.hu/ha-autot-vennel/elektromos-auto-mint-cegauto-elonyok-es-hatranynok/>. [Hozzáférés dátuma: 15 11 2025].
- [40] Power-Sonic, „The Different Levels of EV Charging Explained,” [Online]. Available: <https://www.power-sonic.com/blog/levels-of-ev-charging/>. [Hozzáférés dátuma: 03 11 2025].