



NEUMANN JÁNOS EGYETEM GAMF MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

ELEKTROMOS JÁRMŰVEK ALKALMAZÁSA LOGISZTIKAI VÁLLALATOKNÁL

ORSZÁGOS TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
KONFERENCIA

Konzulens

Boldizsár Adrienn

Készítette

Garics Anett

Logisztikai mérnök hallgató

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS.....	2
1. ELEKTROMOS AUTÓK TÖRTÉNETE.....	3
1.1. ELEKTROMOS JÁRMŰVEK TÍPUSAI ÉS AKKUMULÁTOR RENDSZEREI.....	4
1.2. VILLANYAUTÓK AKKUMULÁTORA ÉS AZOK KÖRNYEZETI LÁBNYOMA	5
1.3. ELEKTROMOS ÉS DÍZEL KAMIONOK FOGYASZTÁSA.....	7
2. RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ FOSSZILIS ENERGIÁK.....	10
2.1. ENERGIA IMPORTÁLÁS.....	12
2.2. SZÁLLÍTMÁNYOZÁS ÉS FUVAROZÁS KÖZTI KÜLÖNBSEGEK.....	13
3. AKKUMULÁTORCSERE ÁLLOMÁSOK ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁS.....	15
3.1. AKKUMULÁTORCSERE ÁLLOMÁSOK TÍPUSAI	17
3.2. VEZETŐKÉPES TÖLTÉS VAGY AKKUMULÁTORCSERE ÁLLOMÁS.....	19
3.3. HATÁS AZ ÁRAMELOSZTÓ HÁLÓZATRA.....	20
3.4. AKKUMULÁTOROK ÚJRAHASZNOSÍTÁSA ÉS AZOK MÓDSZEREI	21
4. ESETTANULMÁNY KÉSZÍTÉSE CÉGEKKEL.....	29
4.1. ELEKTROMOS JÁRMŰVEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA.....	29
4.2. ÖNKÖLTSÉG ÉS MEGTÉRÜLÉS SZÁMÍTÁS ELEKTROMOS JÁRMŰVEK ALKALMAZÁSA ESETÉN	33
ÖSSZEGZÉS	38

Bevezetés

Tudományos munkámban napjaink egyik nagyon korszerű témáját, az elektromos áruszállítást fogom feldolgozni.

A cégeknek és gyáraknak a sok környezetvédelmi törvény miatt egyre több változtatást kell tenniük annak érdekében, hogy csökkenteni tudják a szén-dioxid kibocsátásukat. Az üvegházhatás csökkentése miatt hatósági szabályokat hoztak be arra, hogy egyes cégeknek mennyi elektromos járművel kell rendelkezni a szén-dioxid csökkentése miatt. Alátámasztásokkal bizonyítom, hogy az elektromosság miért könnyebb energiaforrás, mint a dízel vagy a benzinmotor előállítása. Mivel napjainkban ezek a motorok rengeteg szén-dioxidot bocsájtanak ki, ami rendkívül környezet szennyező, ezáltal visszatekintettem a múltra is, amely megmutatja, hogy Budapesten korlátozásokat kellett bevezetni a megnövekvő szmog miatt.

Szót ejtek még az elektromos kamionok környezeti lábnyomairól és összehasonlítom azokat a belsőégésű motoros kamionokkal. Egybevetve az elektromos és belső égésű autók környezeti lábnyomait érdekes eredményeket kaphatunk. Hiszen az elektromos autókhoz nagy teljesítményű akkumulátorokat kell előállítani. Az akkumulátorok előállításához nagyon sok olyan anyag szükséges, amik nem újrahasznosíthatóak. Ezzel kapcsolatban felmerülhet bennünk a kérdés, hogy vajon a sok elektromos autóhoz és kamionhoz honnan lesz nekünk elegendő alapanyagunk és energiánk, valamint ezeket hogyan fogjuk előállítani. Ezáltal demonstrálni fogom még az akkumulátorok újrahasznosításának lépéseit és azok felhasználását a mai ipari életben, hiszen az elektromosság elősegíti az Ipar 4.0 fejlődését. Ezt bebizonyítva szót fogok ejteni akkumulátorcsere állomásokról, amelyek sokkal könnyebbé teszik az elektromos járművet használók mindennapjait. Ezek elterjedése viszont nem minden országban megy túl könnyen, az emberek ragaszkodnak saját akkumulátoraikhoz.

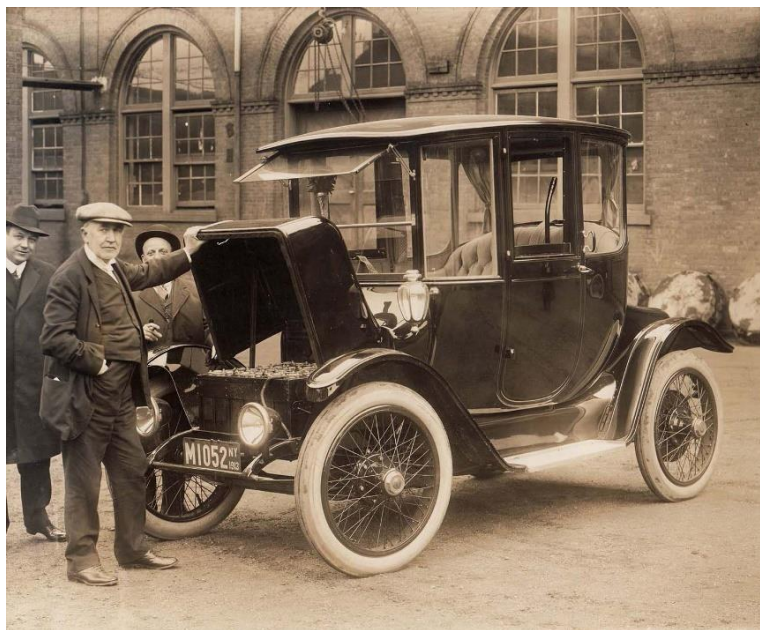
Önálló munkám részeként olyan cégeket kerestem meg, akik a mindennapjaikban elektromos járművet használnak szállítványozás céljából. Ezen cégeknek kérdéseket tettem fel a járművek használati tapasztalataikról, hogy mire használják és hogyan tudnak velük hatékonyan dolgozni.

Az egyik cég által kapott adatok alapján volt szerencsém önköltség és megtérülés számítást végezni egy vegyes és egy teljesen dízel üzemű flottára. Táblázatokkal demonstrálok, hogy ezen cégnek mely flotta alkalmazása érné meg jobban egy évre levetítve.

1. Elektromos autók története

A mai autóipart a szigorú környezetvédelmi előírások és a véges olajkészletek kényszerítik változásra. 1992-ben az ENSZ éghajlati változási keretegyezménye az 1990-es szinthez képest 80-95%-os üvegházhatású gázkibocsátás-csökkenést írt elő, amelyet az ENSZ tagállamainak 2050-ig kell teljesíteni. A tömegközlekedésben már viszonylag sok kibocsátásmentes megoldás létezik, így a legtöbb változás a személy- és áruszállításban érhető el, amint azt az autógyárak döntéshozói is felismerték.

Az emberek többsége új dologként tekint az elektromos autóra, pedig ezek majdnem 200 éve jelen vannak a piacon. 1828-ban a híres magyar feltaláló Jedlik Ányos alkotta meg az első elektromos autót, mely alapján képezte a mostani elektromos mozdonyoknak és gépjárműveknek. Több mint 100 évvel később a technológia olyan sokat fejlődött, hogy 1970-ben az elektromos autót maximális sebessége már 78 km/h volt, melyek akkumulátorai egy feltöltéssel 96 kilométert tudtak megtenni. Az első hibrid autók 1979-ben jelentek meg, melyek az elektromos és robbanómotoros meghajtás keresztezéseként jöttek létre (részben az olajválság hatására). Ezek az autók 34,5 másodperc alatt tudtak 88 km/h sebességre gyorsulni. Az azóta eltelt közel 40 év alatt sokat fejlődött a technológia. [3]



1. *ábra: Első elektromos autó [13]*

A Smart Electric Car volt az első modell az elektromos autók új generációjában, amelynek fő célpiaca Európa volt. Elsősorban a nagyvárosok nyüzsgéséhez tervezték, kis mérete és erős motorja praktikus, könnyen parkolható járművé teszi. Bármennyire is

igyekeztek azonban a tervezők, a siker az alternatív meghajtás területén várható volt. A 2010-ben bemutatott Nissan Leaf a nulla károsanyag-kibocsátás ellenére sem volt olyan sikeres, mint amilyenre a bevezetésekor számítottak. Idővel a világ egyik legnépszerűbb elektromos autójává nőtte ki magát. Nem sokkal a Nissan Leaf után a Toyota hibrid Priusa hatalmas sikert aratott. Az első tisztán elektromos prémiumautók a Tesla és a BMW dobta piacra. Ezek a járművek úttörők az elektromobilitás területén, de a többi gyártó sem marad le, és folyamatosan hozzák forgalomba a vegyes hajtású és tisztán elektromos autókat.[3]

1.1. Elektromos járművek típusai és akkumulátor rendszerei

Egy jármű hivatalosan akkor tekinthető elektromos járműnek, ha képes saját eredőből elindulni és működni. Három típus létezik: tisztán elektromos, Plug-in hibrid és a Serial Hibrid.

A három elektromos járműtípus közötti alapvető különbség az, hogy az EV (elektromos jármű), azaz a tisztán elektromos jármű elektromos motorral és akkumulátorral működik, míg a másik kettő más típusú meghajtással is rendelkezik. A párhuzamos hibrid a másik típus, ismertebb nevén Plug-in Hibrid, amely egyszerre rendelkezik villanymotorral és belsőégésű motorral, az akkumulátorral és üzemanyagtartállyal is. Sokkal kisebb akkumulátorral rendelkezik, mint egy elektromos autó, és tisztán elektromos üzemmódban 50km-t képes megtenni 30-4 km/h sebességgel. A harmadik típus a Serial Hibrid, amelyet villanymotor hajt, de nem csak akkumulátorral, hanem belsőégésű motorral és generátorral is rendelkezik, tehát hagyományos üzemanyagra és akkumulátorra is szüksége van a működéshez. Mindhárom típus közös jellemzője, hogy regeneratív fékezéssel rendelkeznek, így a lassításkor felszabaduló energia visszatáplálható az akkumulátorba, ami előnyt jelent a belsőégésű járművekkel szemben. Elterjedésük fő akadályai, hogy az akkumulátorok technikailag még nem elég fejlettek. A fogyasztókat még nem győzte meg a rövid hatótávolság és az akkumulátor élettartama.[3]

Az elektromos és hibrid járművek környezetbarát technológiákkal és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésével kapcsolatosak, mivel alacsony az üvegházhatású gázok kibocsátása, valamint üzemanyag-gazdaságossági előnyeik a benzin- és dízelmotoros járművekhez képest. A legújabb elemzések mindazonáltal azt mutatják, hogy az elektromos járművek hozzájárulnak az üvegházhatású gázok kibocsátásának növeléséhez azáltal, hogy túlzott energiaigényük van, különösen azokban az országokban, ahol korlátozott a megújuló energiaforrások elérhetősége, és az üvegházhatást okozó kibocsátás nettó hozzájárulását és növekedését eredményezi az európai kontinensen. Az akkumulátorok vegyi és elektronikai

alkatrészei és hulladékkezelésük is jelentős beruházást és újrahasznosítási technológiák fejlesztését igényelnek, hogy korlátozzák az elektromos hulladékok környezeti szétszóródását. Az akkumulátortechnológiák gyártásának és fogyasztásának növekedésével, valamint az elektromos járművek megsokszorozódásával az elmúlt években világszerte, fontos az elektromos járművek és hibrid autók akkumulátoregységeinek bölcsőtől a sírig terjedő jellemzőinek teljes áttekintése. A gyártáshoz szükséges anyagokat és vegyi anyagokat, valamint az ebből eredő hatásokat az Európai Unió hulladékgazdálkodási politikájára ezért itt számolok be a jogszabályok frissítése céljából, az elektromos és hibrid járművek kontinensen történő gyorsan növekvő értékesítésével összefüggésben. Ez a tanulmány bölcsőtől-sírig elemzi a közlekedési ágazat feltörekvő technológiáit, és értékeli a zöld kémiákat, mint az újszerű zöld energiaforrásokat az elektromos járművek és a mikroelektronikai hordozható energiakörnyezet számára. Ezen túlmenően az a munka az energiatermelés biológiai rendszereinek jövőbeli fejlődését képzei el és tekinti át bio-akkumulátorok szempontjából. [15]

1.2. Villanyautók akkumulátora és azok környezeti lábnyoma

A közösségi médiában rengeteg olyan cikk jelenik meg, ami arról szól, hogy a villanyautók valójában szennyezőbbek, mint a hagyományos autók.

Fontos tudni azt a különbséget, hogy a belső égésű autók és az elektromos autók gyártása során, az utóbbi akkumulátorának legyártása energiaigényesebb folyamat. Ezért a villanyautók gyártása nagyobb környezetterheléssel jár. A kérdés, ami mindenkit foglalkoztat, hogy a használat során a zero káros anyag kibocsátás mennyi idő alatt tudja ledolgozni azt a környezeti lábnyomot, ami a gyártás során jött létre. Olyan országokban, mint például Lengyelország, ahol az áramtermelés jelentős részben szénre támaszkodik, ott egy hagyományos üzemű járműhöz viszonyítva körülbelül a harmadával alacsonyabb a jármű teljes életciklusa alatt jelentkező szén-dioxid kibocsátás. Olyan európai országokban, ahol az áramtermelés atomenergiából vagy megújuló energiából származik közel 80%-kal alacsonyabb egy elektromos jármű szennyezése, természetesen ebbe beleszámolva a gyártáskor keletkező karbonlábnyomot is.

Az Európai Unió 27 országának energiamixét az elektromos járművek több mint 60%-kal kevesebb szén-dioxidot bocsátanak ki. Ennél is fontosabb, hogy az energiamix folyamatos zöldítése 2030-ra a legtöbb országban jelentősen csökkenteni fogja az elektromos autók töltéséhez szükséges energia előállításához kibocsátott szén-dioxid mennyiséget. Addig a hagyományos autók esetében csak minimális csökkenés várható.

Az energiamix folyamatos tisztítása természetesen csökkenti a szén-dioxid-kibocsátást az akkumulátorok gyártása során. Az akkumulátorgyártás méretnövelése szintén kedvezően hat az egységnyi akkumulátor-kapacitásra jutó kibocsátásra, emellett az akkumulátorok energiasűrűségének növelése is hozzájárul az elektromos autók nagyobb kezdeti szén-dioxid-kibocsátáshoz. A hatótávolság növelése érdekében egyre nagyobb akkumulátorokat építenek be az autókba, így az utóbbi három előny részben elvesz a nagyobb hatótávolságra való törekvés során. [19]

Az akkumulátorgyártás energiaigényéhez kapcsolódó szén-dioxid-kibocsátáson kívül más tényezőkkel is foglalkozni kell. Ilyen például az akkumulátorgyártáshoz szükséges nyersanyagok bányászatával kapcsolatos környezeti hatások. Közvetlen negatív hatások is érhetik az embereket, valamint talaj- és vízkészleteket. Ezekről, valamint az olajtermelés környezeti hatásairól átfogó értékelést és tanulmányt kell készíteni.

Szigorú szabályok vonatkoznak arra, hogyan kell kezelni az autókat élettartamuk végén. Ezért számíthatunk ez elektromos autók akkumulátorainak tisztességes kezelésére. A jelenlegi uniós előírás szerint a lítium akkumulátorok tömegének legalább 50%-át újra kell hasznosítani, ami 2025-re 65%-ra emelkedik, és bizonyos fémekre vonatkozóan különleges követelményeket kell bevezetni. Ezek a követelmények részben a bányászat kérdését is megoldják, mivel az újrahasznosított anyagokat többé nem kell bányászni.

Az elektromos autók akkumulátorainak gyártása során gyakran felmerülő másik probléma a gyerekmunka alkalmazása. Kongó a világ egyik fő kobalt-exportőre, amely az elektromos autók akkumulátorainak fontos nyersanyaga. A kongói termeléssel kapcsolatban bizonyítottan megsértették az emberi jogokat. Az iparágat heves bírálatok érték, többek között az Amnesty International is, amely 2019-ben felszólította az elektromosautógyártókat, hogy tisztítsák meg az akkumulátorgyártást. Ezzel párhuzamosan fokozódnak az erőfeszítések az akkumulátorokban használt kobaltfelhasználásának csökkentésére, és a nyersanyagok eredetének nyomon követése érdekében az ellátási láncok jobb dokumentációját dolgozzák ki. Ráadásul Kongó nem az egyetlen ország a világon, amely kobaltkészlettel rendelkezik, többek között Finnországban is van kobalt kitermelés. Norvégiában idén júliusban új törvény lépett hatályba, amely biztosítja, hogy a norvég fogyasztók választ kaphassanak a különböző fogyasztási cikkek előállításának módjáról. Ez többek között azt a kérdést is érinti, hogy honnan származik az elektromos autók akkumulátoraiban lévő kobalt. [19]

Norvégia már most is sok elektromos autót értékesít, de az elektromos autók aránya még mindig alacsony a globális autóparkon belül. Gyakran megkérdőjeleződik, hogy az

elektromos autók akkumulátoraihoz szükséges fémekből elegendő mennyiséget lehet-e biztosítani ahhoz, hogy az autópark jelentős része villamosításra kerüljön.

Rövidtávon a problémát inkább a termelési kapacitás elégtelensége, mint az erőforrások rendelkezésre állása jelenti. A nikkel iránti kereslet kielégítése a közeljövőben nehézségekbe ütközhet, mivel az ásványi nyersanyagtermelés beindítása nem megy egyik napról a másikra. A politikai zavargások is korlátozhatják az anyaghoz való hozzáférést.

Az akkumulátorok energiasűrűségének növelésével ezek a problémák bizonyos mértékig csökkenthetők, a magasabb újrahasznosítási arányok és az alternatív anyagok használatával. [19]

1.3. Elektromos és dízel kamionok fogyasztása

Ahogy a globális felmelegedést okozó légszennyező anyagok és a szén-dioxid csökkentésére irányuló törekvések folytatódnak, egyre nagyobb az érdeklődés a nagy teherbírású akkumulátoros elektromos járművek fejlesztése és alkalmazása iránt, amely a közlekedés teljes villamosítására irányuló szélesebb körű erőfeszítés egyik kritikus és kihívást jelentő lépése. Ez a tanulmány értékelt és számszerűsített három nagy teherbírású akkumulátoros elektromos járművet (egy lépcsős kisteherautó, egy udvari vontató és egy 8. osztályú teherautó) energiafogyasztási arányait és energia-visszanyerési arányait nagy teherbírású járművek alvázfékpadjával végzett mentciklus-tesztek segítségével. Az e területtel kapcsolatos információk jelenleg nagyon korlátozottak, mégis kritikus fontosságú annak megértése, hogy a nagy teherbírású akkumulátoros elektromos járművek milyen hatékonyak lesznek az alkalmazások széles körében, mivel a nehézgépjárművek piacának villamosítása folyamatosan bővül. Az energiafogyasztás mértéke 0,37 és 2,71 kWh/km között mozgott a legtöbb jármű/ciklus kombinációnál. Dízelmotornál literre levetítve az energia egyenérték alapján a nehézgépjárművek körülbelül 3-6-szor jobb energiafogyasztási rátával rendelkeztek a hasonló dízel járművekhez képest, és a súly szerinti normalizált energiafogyasztási ráták is kedvezően viszonyultak a jelenlegi és a jövőbeni üvegházhatású gáz-/üzemanyag-takarékossági szabványokhoz, egyenértékű dízel járművekhez. A 80 és 215 kWh közötti akkumulátor kapacitások alapján a jármű hatótávolsága 38 km és 171 km között változott, a hatótávolság 116 km és 171 km között volt a legtöbb vezetési típus esetén, és alacsonyabb hatótávolság 38 és 42 km között a tartós ciklusok esetén. Összességében a megnövekedett energiafogyasztás, valamint az akkumulátortechnológia és a jármű hatótávolsága terén várhatók fejlesztések. [18]

A Volvo Trucks érdekes kísérletről számolt be. A svéd gyártó azt szeretne volna kideríteni, hogy egy elektromosnyerges vontató kevesebb energiát fogyaszt-e, mint egy dízel vontató.

A Volvo Trucks a hamarosan sorozatgyártásba kerülő elektromos FH nyerges vontatót Németországba vitte, hogy az új terméket terepen tesztelje. A választott útvonal a Zöld Teherautó Díj (Green TrucksAward) útvonala volt, ami némileg pofonként is felfogható, hiszen a Scania zsinórban ötször nyerte el ezt a díjat, még hozzá dízel teherautókkal.

A 343 kilométeres útvonal Münchenből Regensburgon keresztül Nürnbergbe és vissza ideális a fogyasztás mérésére. Ezen az útvonalon a tesztautók több autópályán, autóúton és szűk, kanyargós kétsávos úton haladnak, de rengeteg emelkedő és lejtő is van. Így akár belsőégésű, akár elektromos nyerges vontatót vezet az ember, a terep ideális lehet egy teszthez.

A teszthez a svéd gyártó egy német újságíró, Jan Burgdorfot kérte fel, és a tisztesség kedvéért egy teljesen megrakott félpótkocsit csatoltak az elektromos FH mögé, hogy a 40 tonnás összsúlyt megkapják. A járművet egy izmos, 490 kWh folyamatos teljesítményű villanymotor hajtotta, amely a működési energiát egy 540 kWh-s akkumulátorcsomagból merítette.

A Volvo Trucks szerint ez elegendő volt ahhoz, hogy a távolságot egyetlen töltéssel, 80 km/h átlagsebességgel tegye meg. A tesztjármű átlagos fogyasztása kilométerenként 1,1 kWh volt, ami a gyártó számításai szerint 50 százalékkal kevesebb, mint egy dízelüzemű Volvo FH-é. Ez 100 kilométerenként 110 kWh energiát jelent, ami egy hagyományos otthoni konnektorról 45 forintos áron feltöltve 4950 forintba kerülne, ami a mai üzemanyag árak mellett nagyjából 10 liter gázolajnak felel meg. (2022-es januári adatok alapján.) Persze egy utcai gyorstöltőn ennél többbe kerül, de ez még így is lenyűgöző teljesítmény. [1]



A kétkedők általában azzal érvelnek, hogy a teherautók feltöltéséhez szükséges idő hossza és hatótávolsága hatszor fontosabb, mint a személygépkocsié, mivel a járművezetőknek gyakran nagyon korlátozott idő alatt kell termékeket kiszállítaniuk, amibe nem fér bele a 200 kilométerenkénti 60-120 perces feltöltés. [17]

Több idő feltölteni egy elektromos kamiont, mint egy dízel üzeműt megtankolni, viszont ahogy a Volvo tesztelésénél látszik, sokkal kevesebbre jön ki az elektromos kamion feltöltése, ám mindkét típusú autóhoz rengeteg energia kell, ami mindkettő esetében fosszilis energiából származik.

2. Rendelkezésre álló fosszilis energiák

Energiánk nagy része fosszilis tüzelőanyagokból, kőolajból, földgázból és a legnagyobb mennyiségben előforduló szénből származik. Mivel a világ a fosszilis tüzelőanyagokat összehasonlíthatatlanul gyorsabban használja fel, mint ahogyan azok keletkeznek, a készleteik előbb-utóbb elfogynak. Szakértők becslése szerint az olajkészletek csak 45-50 évre elegendőek, a földgáz pedig 65-70 év múlva fogy el. A szén ennél tovább, még 150-200 évig tartanak ki a készletek. Ráadásul az ezekben az anyagokban tárolt energia kitermelése jelentős mennyiségű szennyező anyagot is termel, amelyek a környezetbe kerülve betegségeket, sőt, kiszámítható következményekkel járó klímaváltozást is okozhatnak. [4] Az ipari szektor fogyasztja el az EU végső energiafogyasztásának egyharmadát. Az energiát különböző a gazdaság ágazataiban: háztartások (azaz az állampolgárok lakásaiban fogyasztott energia), ipar, szolgáltatások (beleértve a kereskedelmi és közszolgáltatásokat) és a mezőgazdaság és az erdőgazdálkodás.

Ha azt nézzük, hogy az EU mely ágazatai fogyasztják a legtöbb energiát, akkor az ipar (a végső energiafogyasztás 32%-a) fogyasztja a legtöbb energiát, ezt követi a közlekedési szektor (28%), a háztartások (24%), a szolgáltatások (12%), illetve mezőgazdaság és erdőgazdálkodás (3%). Az energiastatisztika megfelelő értelmezéshez különbséget kell tenni a primer és a másodlagos energiatermékek között. Az elsődleges energiaterméket közvetlenül a természeti erőforrásokból nyerik ki, például kőolajból, tűzifából, földgázból vagy szénből. A másodlagos energiatermékek (például villamos energia vagy motorbenzin) átalakítási folyamat eredményeként keletkeznek, akár primer, akár más másodlagos energiatermékből. [6] Ezért különösen fontos, hogy a rendelkezésünkre álló energiát ne pazaroljuk el, hanem a lehető leghatékonyabban használjuk fel, és új energiatermelési módokat kutassunk fel. [11]

Az Európai Unióban rendelkezésre álló energia az EU-ban termelt és harmadik országokból importált energiából származik. 2019-ben az EU saját energiájának mintegy 39%-át állította elő, míg 61%-át importálta. Az import és a termelés együttesen alkotja az EU-ban elérhető energiaforrásokat.



3. **ábra: Európai Unió energiamixe [4]**

Annak érdekében, hogy jó áttekintést kapjunk az EU-ban rendelkezésre álló teljes energiáról, az energiatermelést mindig az importtal összefüggésbe kell helyezni. 2019-ben az EU energiamixét, vagyis a rendelkezésre álló energiaforrások körét főként öt különböző forrás alkotta: kőolajtermékek (a nyersolajat is beleértve) (36%), földgáz (22%), megújuló energia (15%), nukleáris energia és szilárd foszilis tüzelőanyagok (mindkettő 13%).



4. **ábra: Energiatermékek részesedése [4]**

Különböző energiaforrások részesedése a teljes rendelkezésre álló energia tagállamonként jelentősen eltérnek. A kőolajtermékek (beleértve a kőolajat is) a teljes rendelkezésre álló energia jelentős részét teszik ki Cipruson (90%), Máltán (87%) és Luxemburgban (65%), míg a földgáz alig több mint egyharmadát Olaszországban (39%) teszi ki és Hollandia (37%). Az Észtországban elérhető energia több mint fele (60%), Lengyelországban pedig 43%-a szilárd foszilis tüzelőanyagokból származik, míg

Franciaországban 41%-ot, Svédországban 31%-ot tesz ki az atomenergia. A megújuló energia Svédországban 41%-ot, Lettországon pedig 37%-ot tesz ki. [4]

2.1. Energia importálás

Az EU-nak saját fogyasztásához harmadik országokból importált energiára is szükség van. 2019-ben a fő import energiatermékek kőolajtermékek voltak (beleértve a kőolajat is, amely a fő összetevő), ami az EU-ban irányuló energiaimport közel kétharmadát teszi ki, ezt követi a gáz (27%), illetve szilárd fosszilis tüzelőanyagok (6%). Oroszország a kőolaj, a földgáz és a szilárd fosszilis tüzelőanyagok fő beszállítója az EU-ban. Az EU energia ellátásának stabilitása veszélybe kerülhet, ha az import magas aránya viszonylag kevés külső partnerre összpontosul. 2019-ben az EU-n kívüli kőolajimport közel kétharmada Oroszországból (27%), Irakból (9%), Nigériából és Szaúd-Arábiából (mindkettő 8%), valamint Kazahsztánból és Norvégiából (mindkettő 7%) származott.



5.

ábra: EU földgáz importja [5]

Egy hasonló elemzés azt mutatja, hogy az EU földgázimportjának csaknem háromnegyede Oroszországból (41%), Norvégiából (16%), Algériából (8%) és Katarból (5%), míg a szilárd tüzelőanyag több mint háromnegyede származott szén behozatala Oroszországból (47%), az Egyesült Államokból (18%) és Ausztráliából (14%) származott.



6.

ábra: EU nyersolaj importja [5]

Az EU a kőolaj a földgáz és a szilárd tüzelőanyagok importja tekintetében elsősorban Oroszországtól függ, ezt követi Norvégia a kőolaj és a földgáz importja. [5]

Azért, hogy Európa megfelelően el legyen látva fosszilis energiákkal különböző fuvarozási típusokkal szállítják el azokat a harmadik országokból.

2.2. Szállítmányozás és fuvarozás közti különbségek

Szállítás nélkül az élet megállna, mert ha nincs, aki elvigye a termékeket a kereskedőhöz, nem tudnánk megvenni a szükséges termékeket. Gondolok itt olyan alapvető élelmiszerekre, mit a liszt, a cukor, a tojás vagy esetleg néhány háztartási eszköz. A köznyelvben gyakran összekeverik a szállítást és fuvarozást. A két fogalom szorosan összefügg, de nem felcserélhető. Leegyszerűsítve: a szállítmányozó végzi a szellemi háttér munkát, a fuvarozó pedig fizikailag szállítja a termékeket. A szállítmányozó az a személy, aki megtervezi az áru szállításának leghatékonyabb módját, megszervezi a szállítást, biztosítja a szállítás feltételeit és képviseli a megbízó érdekeit. Egy másik meghatározás szerint: A szállítmányozás az áruszállítás folyamatának megszervezése azzal a céllal, hogy a szállítmány a lehető legalacsonyabb költséggel, a lehető legbiztonságosabb módon és a leghatékonyabb időben érjen a rendeltetési helyre. A logisztika egyik ágának tekinthető. [9]

A klasszikus szállítmányozás folyamatát ez a fejezet röviden ismerteti az eseti megbízással kapcsolatos operatív feladatokat.

- Az ajánlatkérés és az ajánlat benyújtása az, amikor a megbízó ajánlatot kér egy adott szállítmány szállításának megszervezésére. Az ajánlatkérés írásban, telefonon vagy, manapság már a szállítmányozó honlapján történik, majd a szállítmányozó becslést és árajánlatot készít.

- A megbízás beérkezése a szállítványozóhoz, a megbízás visszaigazolása. Ha a szállítványozó elfogadja a megbízást, visszaigazolást küld a megbízónak, szintén írásban.
- A következő lépés az áru kiszállításának megszervezését jelenti. A megbízó érdekeit figyelembe véve felveszik a kapcsolatot a szerződött fuvarozókkal, és megkötik a fuvarozást. A szállítványozó feladata a fuvarlevél kitöltése vagy a szállítványbiztosítás megkötése.
- Tájékoztatási feladatok: A szállítványozó felelős az időben történő tájékoztatásért, beleértve a megbízó és a berakodás helyének írásbeli tájékoztatását is. A szállítványozó köteles a számlát a megállapodásnak megfelelően kiállítani, és csatolni a megbízó által kért dokumentumokat.
- Panaszkezelés: Ha a szállítmány kézbesítése során probléma merül fel, vagy ha a feladó nem a megállapodásnak megfelelően teljesít, a megbízó panaszt tehet, amely a megbízáshoz kapcsolódó dokumentumok archiválása, akár papíron, akár elektronikusan. [10]

A szállítási piaci szereplői a fuvarozók és a fuvaroztatók. A feladók a szállítási piac keresleti oldalán, a fuvarozók pedig a kínálat oldalán állnak. Általában a feladó köteles az árut szállítható állapotban átadni és a fuvardíjat megfizetni, ugyanakkor a fuvarozót terhelő költségeket is.[14]

Feladó kötelezettségei	Fuvarozó kötelezettségei
A küldemény megfelelő csomagolása*	Az átadott kísérdokumentumok feladó utasításai szerint történő felhasználása
A küldemény csomagolásán a fuvarozás során történő kezelésekhez szükséges információk feltüntetése	
A küldemény továbbításához kapcsolódó okmányok kitöltése és átadása	
Veszélyes áruhoz kapcsolódó információ megadása**	A fuvarozó kötelezettsége a feladó felé a fuvarozás során felmerült fuvarozási akadály esetén. Köteles a feladó utasításait követni
A küldemény készrejelentése, rendelkezésre bocsátása és berakodása	
	A küldemény megóvása a feladástól a kiszolgáltatásig
	A címzett értesítése a küldemény megérkezéséről

7. **Ábra: A feladó és a fuvarozó kötelezettségei Ptk. szerint [10]**

A fuvarozó fogalma nem más, mint az áru szállításának (tranzit) tevékenysége fuvarozási szerződés alapján, amelynek során a fuvarozó fuvarozási díjat kap azáltal, hogy egy másik tulajdonban lévő szállítmányt továbbít és a címzettnek kézbesít. A fuvarozási szerződés tárgya a küldemény, amely csak tárgyi dolog (áru, fizikai termék) lehet. A fuvarozás, mint szolgáltatási tevékenység díjazása a fuvardíj, ezért a fuvarozót szerződés szerinti díjazása illeti meg. [10]

3. Akkumulátorcsere állomások és újrahasznosítás

Az elektromos járművek (EV-k) a közlekedési ágazatból származó hatalmas üvegházhatású gáz kibocsátás csökkentésének kulcsfontosságú technológiájává váltak, és várhatóan a jövőben megoldást jelentenek a fosszilis tüzelőanyagok szükségére. Az EV-k (Electric Vehicles) azonban, mint nagy energiatárolási kapacitású és nagy elektromos töltési igényű mobil akkumulátorok hordozói, alapvetően meg fogják változtatni az elektromos közművek üzleti tevékenységét, és megterhelik a meglévő infrastruktúrájukat. Ráadásul a hagyományos belső égésű motoros járművekkel ellentétben, amelyek benzintartalva jellemzően percek alatt feltölthetők, az EV-knek szembe kell nézniük a töltés természetéből adódó akadállyal: jelentős mennyiségű töltési idővel, speciális, de drága töltőberendezésekkel. Ezenkívül az EV-k hagyományos járművekhez képest rövidebb hatótávolsága miatt gyakrabban kell feltölteni, ami az EV-eket egy másik alapvető hátránynak, az akkumulátor élettartamának problémájának teszi ki. E negatív hatások mérséklésére többféle energiapótló megoldás is felmerülhet a különböző EV-tulajdonosok igényeinek megfelelően, mint például az akkumulátor-csere állomások (BSS, Battery Swapping Station).

Egy izraeli vállalat, amely csődbe ment egykor az autóipart forradalmasítani kívánta innovatív akkumulátorcsere üzleti modelljével, sokan kezdtek gyanakodni a koncepció megvalósíthatóságára. Ennek ellenére a Tesla átvette a stafétát, és bemutatta ambíciózus tervét, amely szerint akkumulátorcsere-szolgáltatást nyújt a fogyasztónak, és a cserék ideje lenyűgöző, körülbelül 90 másodperc, ami még a benzintank feltöltésénél is gyorsabb. A BSS-ek infrastruktúratervezését például robosztus optimalizálási problémaként fogalmazzák meg. [20]

Akkumulátorcsere állomások robotokkal lettek felszerelve, hogy automatizálják a cserefolyamatot, és ezáltal néhány percre csökkentsék a cseréhez szükséges időt. Az akkumulátorcsere másik előnye, hogy az akkumulátorokat a csereállomásokon hálózati támogató egységként lehet használni, ahol az akkumulátorok csúcsidőben árammal látják el a hálózatot, csúcsidőn kívül pedig tölthetik. Jelenleg néhány kihívást jelent az akkumulátorcsere megvalósítása, amely magában foglalja az infrastruktúrát, a cserélhetőséget, a megvalósíthatóságot és az akkumulátor tulajdonjogát. A csereállomások nagyon összetett és kiterjedt infrastruktúrát igényelnek, összehasonlítva a vezeték nélküli vagy indukcióval történő töltéssel. Mindegyik csereállomás jelentős tárolóterületet igényel, amelyet bizonyos területeken nem lehet megtalálni. Ezen túlmenően, az akkumulátorcsere állomások hatalmas

keresletet jelentenek a hálózaton, és új elosztó infrastruktúra telepítését tehetik szükségessé, beleértve a transzformátorokat is. A különböző gyártók saját akkumulátorrendszerekkel rendelkeznek, ami interoperabilitási és megvalósíthatósági problémákhoz vezethet az akkumulátorcsere során. A csere-megállapodás alatt álló akkumulátor tulajdonjoga egy másik kérdés, ami további terhet jelenthet a csereállomás számára. Mindazonáltal jelenleg különféle üzleti modelleket fejlesztenek ki e korlátok leküzdésére és az akkumulátorcsere elmozdítására.

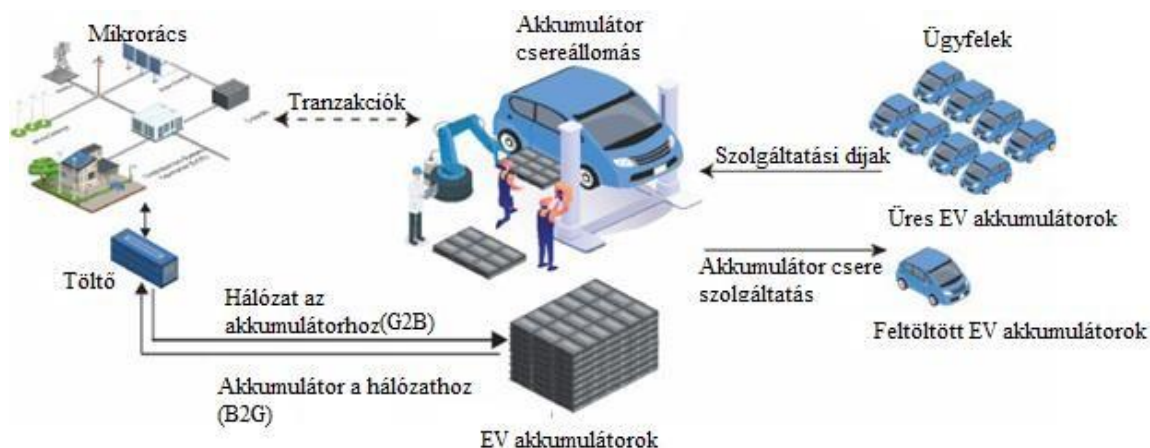
Minden töltetlen akkumulátort központilag töltenek fel a töltőállomásokon, hogy felkészüljenek a jövőbeli akkumulátorcsere-igényekre. Akkumulátorcsere az elektromos járművek tankolási modelljeként, 2007-ig nyúlik vissza, amikor egy induló Better Place először kereskedelmi forgalomba hozta. Izraelben az elmúlt években újra felbukkant, jelentős előrelépésekkel az akkumulátortöltés és az energiatárolás terén. A technológiai innováción kívül a működési áttörés egy másik kritikus tényező, amely hozzájárul az akkumulátorcsere virágzásához. Technikailag ez a mechanizmus Izraelben és Kínában már bevezetett kísérleti programokkal megvalósítható. Előnye négyszeres. Először is, csak percekbe telik az akkumulátor cseréje, de gyakran órákba telik az újra töltés. Másodszor, a töltési terhelések összesítése csökkenti a kereslet bizonytalanságát az egyéni elektromos járművek töltéséhez képest, leegyszerűsítve az energiaellátó rendszer működését. Harmadszor, a töltési terhelések összesítése nagyobb rugalmasságot biztosít a töltőállomásoknak az akkumulátortöltés ütemezésében és a kiegészítő szolgáltatások nyújtásában. Negyedszer, az akkumulátorokat, mint az elektromos járművek legköltségesebb magját, vásárlás helyett lízingelni lehet, ami rendkívüli mértékben csökkenti az elektromos járművek tulajdonosainak kiadásait.

Mindeközben az akkumulátorcsere is egyedülálló kihívásokkal néz szembe a népszerűsítés terén. Először is megköveteli a járművek, az akkumulátorok szabványosítását és az infrastruktúra cseréjét, ami nehéznek bizonyult. Másodszor, egy üzleti modellre van szükség a megszokott akkumulátorok tulajdonosi, karbantartási és fizetési problémáinak megoldásához. A probléma azonban megkerüli ezeket az akadályokat, és főként egy mikro rács által táplált elektromos töltőállomás-akkumulátor csere-rendszerre és annak kölcsönhatásaira összpontosít, amelyet a Kínában jelenleg is alkalmazott újszerű akkumulátorcsere-modell motivál, különösen az elektromos buszok és taxik esetében. A kínai State Grid (a két nemzeti közműcég egyike) ezzel a modellel kísérletezik, ahol nemcsak az elektromos hálózatot, hanem a város körüli benzinkutakat és taxi szolgáltatást is üzemelteti, amelyek vertikálisan integrált rendszert alkotnak. Amikor egy State Grid taxi

töltöttségi szintje alacsony, az egyik State Grid által üzemeltetett benzinkúthoz megy, hogy a lemerült akkumulátorát teljesen feltöltöttre cserélje. Míg az akkumulátor cseréje csak néhány percet vesz igénybe, nem ritka, hogy a taxik megérkezzenek egy szervizhez, és csak azt tapasztalják, hogy kimerültek a teljesen feltöltött akkumulátorok és sorban állnak a taxik, akik akkumulátorcserére várnak. Az időnkénti többórás várakozás komoly akadályt jelent, amely rontja az akkumulátorcsere hatékonyságát, ami a töltőállomásokon eleve elegendő, teljesen feltöltött akkumulátorral rendelkezik. Valójában gyakran előfordul, hogy egyes töltőállomásokon, amelyek körül elektromos autók gyűlnek össze, gyorsan kimerülnek a teljesen feltöltött akkumulátorok, míg másokon egyre több gyűlik össze. Nyilvánvaló nem gazdaságos és nem is praktikus minden töltőállomáson elegendő akkumulátort raktározni ahhoz, hogy a legrosszabb EV érkezési mintákat kiszolgálja. Ez azt jelzi, hogy az elektromos járműveknek megvan az ösztönzése a töltőállomások kiválasztására, hogy elkerüljék a hosszú várakozást. Másrészt a mikrogrid működését nagyban befolyásolják az elektromos járművek akkumulátorcserével kapcsolatos döntései is, mivel az akkumulátor törlési terhelése térben újra eloszlik a hálózaton. [16]

3.1. Akkumulátorcsere állomások típusai

Az akkumulátorcserélő állomás más néven akkumulátorkapcsoló állomás egy olyan hely, ahol az elektromos járművek tulajdonosai gyorsan kicserélhetik üres akkumulátorukat egy teljesen feltöltöttre. Jelenleg három akkumulátorcsere-típus létezik az iparágban: alváz-tápcseré, sub-box tápcseré és oldaláramcsere. Az akkumulátorcsere-rendszerek általános vázlatát az IEC 62840-1,-2 adja meg és NB/T 33006-2013, NB/T 33020-2015 maximum 1000 V AC és 1500 V DC maximális feszültséggel. Azt állítják, hogy az akkumulátorcserélő állomás használata előnyös, mivel ez a technológia képes az elektromos járművek gyors tankolására, megelőzve a várakozási szorongást és lehetőséget adva az elektromos járműveknek, hogy megállás nélkül utazhassanak hosszú közúti utakon. Mivel az elektromos jármű tulajdonosa nem birtokolja az akkumulátort az autóban, előnyös az elektromos jármű összköltségének csökkentése. Így az akkumulátor költsége, az akkumulátor karbantartása, a minőség és a garancia az akkumulátorcserélő állomásra hárul. Ezenkívül a lemerült akkumulátorok, amelyeket kicserélnek, akkor tölthetők, amikor az áram olcsó és off-pick időszak van, tehát nem vesznek jönnek akkumulátort cserélni.



8. *ábra: Akkumulátorcsere állomás [2]*

Az e-mobilitási szolgáltatások térnyerésével ezt az új technológiát, mint új tankolási lehetőséget számos országban fontolgatták világszerte, köztük Kínában, Dániában, Németországban és Indiában. Például Kína fejlesztette ki a világ legtöbb BSS-t és töltőpontját, és 2020 végéig 12000 akkumulátorcsere állomást kívánt megvalósítani, hogy kielégítse az elektromos járművek növekvő elterjedése miatti töltési igényt. Míg India elindította élete első akkumulátorcsere állomását az elektromos járművek számára, hogy megkönnyítse az elektromos járművek bevezetését. A BSS átvételét máshol is látták, Németországban az akkumulátorcsere állomás ötlete a fotovoltaikus erőművek városi használatához kapcsolódik.

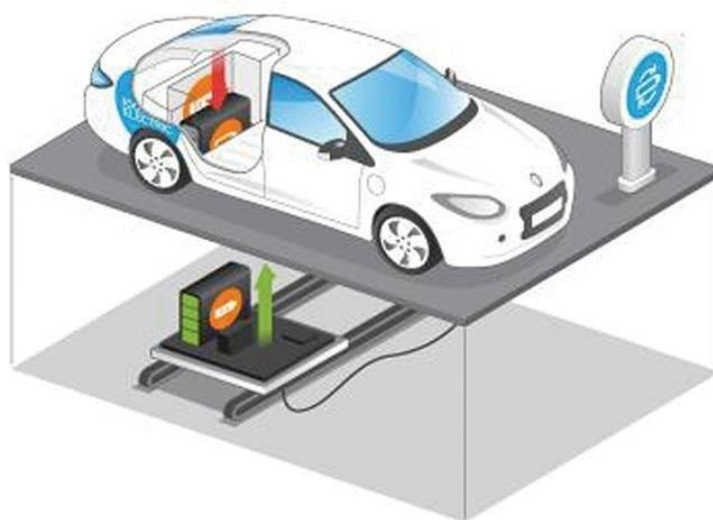


9. *ábra: NIO akkumulátorcsere állomás [12]*

Más cégek, amelyek a közelmúltban kezdtek el elemcsere szolgáltatást nyújtani, többek között a NIO, a Gogoro és BattSwap. [2]

3.2. Vezetőképes töltés vagy akkumulátorcsere állomás

Az elektromos járművek figyelmen kívül hagyják a töltési infrastruktúrát. Az elektromos járművek sikere a töltési infrastruktúra képességén és életképességén múlik. A vezetőképes töltés hátránya, hogy a) hosszabb az akkumulátor töltési ideje és b) az akkumulátor rövidebb élettartama a gyorsabb leromlás miatt a gyors töltés helyett. A két probléma versen egymással. A gyorsabb töltési megoldás feláldozza az akkumulátor élettartamát. A probléma leküzdésére az ipar új megoldást javasolt, amelynek középpontjában az „Akkumulátorcsere-állomás (BSS)” áll. Ezek az állomások közvetítő egységként szolgálhatnak az elektromos járművek tulajdonosa és az energiarendszer között.



10. ábra: Elektromos autó akkumulátorának cseréje egy robotizált akkumulátorcsere állomáson [7]

A BSS modell azonban a technológiai-kereskedelmi dinamika miatt nem vált teljes mértékben globálisan sikeressé. A fő kérdések a szabványosítás, a kereskedelmi életképesség és a megbízhatóság körül vannak. Az akkumulátorcsomagok szabványosítása nem történt meg globálisan. Ennek valószínűsége Indiában megkérdőjelezhető. Ez azért van így, mert az autógyártók többsége inkább az akkumulátorcsomagok tervezési stratégiáját részesíti előnyben, mint alapvető technológiát.

Míg az eredeti akkumulátorcsere koncepció Európában és Izraelben nagyrészt megdőlt az elektromos autókra való összpontosítás miatt, az új archetípus elsősorban a kétkerekűekre és a mikro mobilitás egyéb formáira összpontosít. Az utóbbi időben az olyan cégek, mint a tajvani Gogoro, jelentős előrelépéseket értek el a BSS technológia terén. A csere alapvető megközelítése meglehetősen egyszerű, mivel a felhasználó a lemerült akkumulátort gyorsan, kevesebb mint 2 perc alatt kicserélheti egy teljesen feltöltött új akkumulátorra. [7]

3.3. Hatás az áramelosztó hálózatra

Az elektromos járművek hatása a város áramelosztó hálózatára még mindig erősen vitatott, és sok döntéshozó és flottamenedzser számára aggodalomra ad okot. Az akkumulátorcsere állomásokon várhatóan több akkumulátorcsomagot is készen kell tartaniuk a beszerelésre. Ezeket a csomagokat (és még többet) a csereállomáson történő tárolási időszak alatt egyszerre töltik fel. Az akkumulátorcserélő állomás nagy puffer kapacitása tehát lehetővé teszi az állomáskezelők számára, hogy alacsonyabb töltési áramot használjanak a csomagokhoz, vagy a töltési eseményt teljes egészében csúcsidőn kívüli időszakokra halasszák el. A gyors töltés felgyorsítja az akkumulátor öregedését és leromlását. Az akkumulátorcserélő állomások bizonyos értelemben meghosszabbítják az akkumulátor élettartamát azáltal, hogy lehetővé teszik a szabályozott töltést alacsony áramerősséggel és csökkentik az olyan eseteket, amikor gyors töltés elkerülhetetlenné válik. Az akkumulátorcsere állomások további előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- A nagyszabású elektromos járművek elterjedésének fő akadályainak megszüntetése.
- A teljes birtoklási költség csökkentése az elektromos autók vásárlók számára: csökkentett eladási ár az elektromos járművek számár + nincs kényszer a háztartási elektromos áramkör frissítésére a költséges, nagy teljesítményű elektromos autótöltő otthoni telepítéséhez.
- Csökkentse az elektromos járművek inaktivitási idejét a töltéssel kapcsolatos várakozási idők kiküszöbölésével.
- Elősegíti az elektromos autók mentális jólétét azáltal, hogy gyakorlati eszközt biztosít a távolsági szorongás elleni küzdelemhez.
- Az elektromos hálózat csúcsterhelésének elnyelése és ellaposítása, valamint a hálózati torlódások minimalizálása.
- Energiatárolóként működik a hálózat vészleállítása során.

Az akkumulátorcsere állomások felépítésének számos gyakorlati előnye van. Ezért ösztönözni kell az ezen a területen dolgozó vállalatokat. Néhány megjegyzést érdemes megemlíteni: (1) az állomástulajdonosoknak szem előtt kell tartaniuk a kezdeti készletet és leltárt, amelyre szükség van ahhoz, hogy ez fenntartható vállalkozás legyen; és (2) az OEM-nek (Original Equipment Manufacturer) támogatása a különböző járművekben használt akkumulátorcsomagok szabványosításában potenciálisan csökkentené a készlet méretét.

[16]

3.4. Akkumulátorok újrahasznosítása és azok módszerei

Az elektromos járművek forradalma gyökeresen megváltoztatja az autópárt, és a legmélyrehatóbb változások némelyike elkerülhetetlenül az élettartam végén lévő járművek kezeléséhez és leszereléséhez kapcsolódik. A fő gondot az összetett, csúcstechnológiás hajtásláncok és különösen a lítium-ion akkumulátorok jelentik. A jelenlegi globális autópark mindössze 2%-ának villamosítása olyan autók sorát – és idővel az elhasználódott hulladékot – jelentené, amely a Föld körül terjedhet. Széleskörben elfogadott az a tény, hogy környezetvédelmi és biztonsági okokból az elhasználódott elektromos járművek akkumulátorainak készletezése (vagy ami még rosszabb, lerakása) és nagykereskedelmi szállítása nem vonzó lehetőség, és hogy az elhasználódott elektromos járművek kezelése regionális megoldásokat igényel.

A hulladékgazdálkodási hierarchiában az újrafelhasználást előnyben részesítik az újrahasznosítással szemben, a maximális gazdasági érték kinyerése és a környezeti hatások minimalizálása érdekében. A világ különböző részein számos vállalat már kísérletezik az elektromos járművekben használt lítium-ion akkumulátorok második felhasználásával különböző energiatárolási alkalmazásokban. A fejlett érzékelők és az akkumulátorok helyszíni ellenőrzésének és az élettartam végi vizsgálatoknak a továbbfejlesztett módszerei lehetővé tennék, hogy az egyes elhasználódott akkumulátorok jellemzői jobban illeszkedjenek a javasolt másodlagos felhasználási célúalkalmazásokhoz, ami az élettartam, a biztonság és a piaci érték szempontjából is előnyökkel járna. Még ha másodlagos felhasználás minden előnye meg is valósul, nem szabad azonban elfelejteni, hogy az újrahasznosítás (ha ne is a hulladéklerakó) az összes akkumulátor elkerülhetetlen sorsa.

Néhány közelmúltbeli életciklus-elemzés az jelezte, hogy a jelenlegi újrahasznosítási folyamatok alkalmazása az elektromos járművek jelenlegi generációs lítium-ion akkumulátorokra nem minden esetben eredményezi az üvegházhatású gázok kibocsátásának

csökkenését az elsődleges előállításához képest. Sürgősen hatékonyabb eljárásokra van szükség az újrahasznosítás környezeti és gazdasági életképességének javításához, amely jelenleg nagymértékben függ a kobalt-tartalomtól. Ahogy azonban a katódokban lévő kobalt

mennyisége gazdasági és egyéb okokból csökken, a jelenlegi módszerekkel történő újrahasznosítás a visszanyert anyagok alacsonyabb értéke miatt egyre kevésbé lesz előnyös.

Jelenleg az elektromos járművek akkumulátorai kis mennyiségben igényelnek újrafelhasználást. Mivel ezek a mennyiségek drámai mértékben növekednek, kérdéses, hog

milyen méretgazdaságossági előnyök (és hátrányok) jelentkeznek az újrafeldolgozási műveletekkel kapcsolatban. A pirometallurgiai eljárások különösen magas tőkeköltséggel

járnak, és ha a lítium-ion akkumulátorok elemeinek teljes újrahasznosíthatóságát el akarjuk érni, sürgősen alternatív módszerekre van szükség, ahelyett, hogy csak a gazdaságilag legértékesebb komponensek újrahasznosítására törekednénk.

A jövőbeni lítium-ion akkumulátor újrafeldolgozó ipar számos tanulságot levonhatna a rendkívül sikeres ólom-sav akkumulátor-újrafeldolgozó iparból. Mint technológia, az ólom-sav akkumulátorok viszonylag szabványosak és egyszerűen szétszerelhetők és újrahasznosíthatók, ami minimalizálja a költségeket, és lehetővé teszi, hogy az ólom értéke az újrahasznosítás motorja legyen. Sajnos egy olyan gyorsan fejlődő technológia esetében, mint az elektromos járművek lítium-ion akkumulátorai, ezek az előnyök egyhamar nem valószínű, hogy érvényesülni fognak.

Az elektromos járművek lítium-ion akkumulátorok újrafeldolgozási folyamatait számos fejlesztés teheti gazdaságilag hatékonyabbá, például jobb válogatási technológiák, az elektródaanyagok szétválasztásának módszere, a folyamat nagyobb rugalmassága, az újrafeldolgozásra való tervezés és az akkumulátorok nagyobb mértékű gyártói szabványosítása. Egyértelműen lehetőség nyílik az akkumulátorok hasznosításának kifinomultabb megközelítésére az automatizált szétszerelés, a különböző akkumulátorok intelligens elkülönítése, valamint a használt akkumulátorok intelligens jellemzése, értékelése és „osztályozása” révén az újrafeldolgozásra, újrafelhasználásra és újrafeldolgozásra szánt áramlatokban. Ennek számos lehetséges előnye van, többek között a költségek csökkenése, a visszanyert anyagáramok nagyobb értéke, valamint az emberi dolgozókat fenyegető veszély közel teljes kiküszöbölése.

A jelenlegi akkumulátorok kialakítása nem optimalizált a könnyű szétszerelhetőségre. A ragasztók, ragasztási módszerek és rögzítések használata nem teszi lehetővé a könnyű kézi vagy gépi szétszerelést. Az összes bejelentett jelenlegi kereskedelmi fizikai cellabontási eljárás aprítást vagy marást alkalmaz, az alkotóanyagok utólagos válogatásával. Ez megnehezíti az alkatrészek szétválogatását, mintha előválogatva lennének, és jelentősen csökkenti a hulladékanyag-áramok gazdasági értékét. Az újragyártás, újrafelhasználás és újradolgozás előtt álló kihívások közül sokat meg lehetne oldani, ha már a tervezési folyamat korai szakaszában figyelembe vennénk.

A közvetlen újrahasznosítás esetében, ahol a visszanyert anyagok tisztaságára van szükség, fontos az olyan eljárás, amely a törési szakaszban kevesebb alkatrész-szennyezéssel jár. Ennek előnyére válna a cellakomponensek kémiai összetételének, valamint a cellák töltöttségi és egészségi állapotának elemzése az alkatrészekre való szétszerelés előtt, ahelyett, hogy az összes komponens keverékét állítanák elő. Jelenleg ezt a szétválasztást

csak laboratóriumi léptékben végezték el, és általában kézi szétszerelési módszereket alkalmaznak, amelyek gazdaságosan nehezen méretezhetők. A nagyobb fokú automatizálás és a robotizált szétszerelés felé való elmozdulás ígéri, hogy leküzd néhány ilyen akadályt. A kötőanyaggal kapcsolatos kérdéseket még meg kell oldani, és a savas, lúgos, oldószeres és termikus kezeléseknek mind megvan a maguk pozitív és negatív tulajdonságai. Az anyagok visszanyerésére szolgáló cellakialakítás rendkívül vonzó, alacsony költségű, vízben oldódó kötőanyagokkal.

Itt a lítium-ion akkumulátorok (LIB) újrafeldolgozásának tudományos kihívásaira összpontosítottunk, de elismerjük, hogy a LIB-ek újrafeldolgozásával foglalkozó iparág „rendszerterjesztményét” erősen befolyásolja egy sor nem technikai tényező, például a LIB-el gyűjtésének, szállításának, tárolásának és logisztikájának jellege az élettartam végén. Mivel ezek országonként és régióként eltérőek, ebből következik, hogy a különböző joghatóságok eltérő válaszokat adhatnak a felvett problémákra.

Az elektromos járművek akkumulátorainak újrahasznosítása az élettartam végén több okból is lényeges. Jelenleg kevés remény van arra, hogy a jelenlegi és a jövőbeni elektromos járművek lítium-ion akkumulátorainak minden típusára találnak majd jövedelmező eljárásokat jelentős sikeres kutatás és fejlesztés nélkül, így az újrahasznosítás kényszere elsősorban a hulladéklerakók elkerülésének és a stratégiai elemek ellátásának biztosításából fakad. A másodlagos felhasználás a környezeti és gazdasági előnyei, valamint a jelenleg újrahasznosításra rendelkezésre álló elektromos járművek akkumulátorainak alacsony mennyisége egyes helyeken meggátolhatja az újrahasznosító ipar fejlődését. Sok országban az akkumulátorokban található elemek és anyagok nem állnak rendelkezésre, és az erőforrásokhoz való hozzáférés kulcsfontosságú a stabil ellátási lánc biztosításához. Az elektromos járművek akkumulátorainak gyártása és újrahasznosítása által felhasznált erőforrások gondos kezelése minden bizonnyal a jövő autóiiparának fenntarthatósága szempontjából kulcsfontosságú. [8]

Pirometallurgiai helyreállítás

A pirometallurgiai fémek regenerálása során magas hőmérsékletű kemencét használnak, hogy a fém-oxidokat kobalt, réz, vas és nikkel ötvözetére redukálják. A magas hőmérséklet azt jelenti, hogy az akkumulátorok „megolvasztódnak” és ez a folyamat, amely a más típusú akkumulátorokhoz használt eljárások természetes előrehaladása, már kereskedelmi forgalomban beépült a fogyasztói LIB-k számára. Ez különösen előnyös az általános fogyasztói LIB-k újrahasznosítására, amelyek jelenleg a tökéletlenül szétválogatott cella

alapanyagra irányulnak (valóban az akkumulátorok más típusú hulladékkal együtt feldolgozhatók a termodinamika és a kapott termékek javítása érdekében), és ez a sokoldalúság az elektromos járművek LIB-jei tekintetében is értékes. Mivel a fém áramgyűjtők segítik az olvasztási folyamatot, a technika fontos előnye, hogy teljes cellákkal vagy modulokkal is használható, előzetes passziválási lépés nélkül.

A pirometallurgiai eljárás termékei egy fémötvözet frakció, salak és gázok. Az alacsonyabb hőmérsékleten ($<150^{\circ}\text{C}$) keletkező gáznemű termékek az elektrolit- és kötőanyag-komponensekből illékony szerves anyagokat tartalmaznak. Magasabb hőmérsékleten a polimerek lebomlanak és leégnek. A fémötvözet hidrometallurgiai eljárásokkal szétválasztható az alkotóelemekre, amelyek további hidrometallurgiai feldolgozással visszanyerhetők, de alternatív módon felhasználhatók más iparágakban, például a cementiparban. Ebben a folyamatban viszonylag kicsi a biztonsági kockázat, mivel a cellákat és a modulokat extrém hőmérsékletre viszik a fém-visszanyeréshez használt redukálószerrel – az elektródafóliákból és a csomagolásból származó alumínium ebben a fő tényező -, így a veszélyek a feldolgozáson belül vannak. Ezenkívül az elektrolitok és a műanyagok égése exoterm, és csökkenti a folyamathoz szükséges energiafogyasztást. Ebből következik, hogy a pirometallurgiai folyamatokban jellemzően nem veszik figyelembe az elektrolitok és a műanyagok (az akkumulátor tömegének kb. 40-50 százaléka) vagy más alkatrészek, például a lítium-sók visszanyerése. A környezeti hátrányok (mint például a mérgező gázok termelése, amelyeket le kell vonni vagy helyreállítani, valamint a hidrometallurgiai utófeldolgozás szükségessége), magas energiaköltségek és a visszanyert anyagok korlátozott száma ellenére. [8]

Fizikai anyagok szétválasztása

Az aprítás utáni regeneráláshoz a visszanyert anyagokat számos fizikai elválasztási eljárásnak vethetik alá, amelyek kihasználják az olyan tulajdonságok változásait, mint a részecskeméret, a sűrűség, a ferromágnesesség és a hidrofobitás. Ezek az eljárások közé tartoznak a sziták, szűrők, mágnesek, rázóasztalok és nehéz közegek, amelyeket lítiumban gazdag oldatok, kis sűrűségű műanyagok és papírok, mágneses burkolatok, bevont elektródák és elektródaporok keverékének elválasztására használnak. Az eredmény általában az elektródabevonatok koncentrációja az anyag finom frakcióban, és a műanyagok, a burkolóanyagok és a fémfóliák koncentrációja a durva frakciókban. A durva frakciókat mágneses elválasztási eljárásoknak vethetjük alá, hogy eltávolítsuk a mágneses anyagokat, például acélburkolatokat, és sűrűség szerinti elválasztási eljárásokat a műanyagok és a fóliák

elválasztására. A finom terméket „fekete tömegnek” nevezik, és az elektródák bevonatait (fém-oxidok és szén) tartalmazza. A szenet a fém-oxidtól habos flotációval lehet elválasztani, amely a szén hidrofób jellegét kihasználva elválasztja a hidrofilebb fém-oxidoktól.

Gyakran el kell távolítani a „fekete massa” komponenseiből a polimer kötőanyagokat, hogy a grafitot és a fém-oxidokat felszabadítsák a réz- és alumíniumáramgyűjtőkből. A közzétett módszerek közé tartozik a szonikáció alkalmazása oldószerben, például N-metil-2-pirrolidonban (NMP) vagy dimetil-formamidban (DMF) a katódnak az áramkollektorról kötőanyag lebontására szolgáló hőkezelés vagy az alumínium áramkollektor oldás. Ezek a folyamatok azonban gyakran magas hőmérsékletet (60-100 °C) igényelnek, és viszonylag lassúak (3 óra). Míg az ultrahang gyorsabb delaminációt indukálhat (1,5 óra), ez még mindig túl lassú a folyamatos áramlási folyamathoz, és a szükséges 10:1 oldószer-szilárdanyag tömegaránya kereskedelmi mértékben nem életképes ezekkel az oldószerekkel

A cellák legutóbbi lebontása azt jelzi, hogy a gyártók eltérnek a fluortartalmú kötőanyagoktól. Sok újabb akkumulátor alternatív kötőanyagok felé halad az anódon, mint például a vízben oldódó karboxi-metil-cellulóz (CMC) és a sztirol-butadién-kaucsuk (SBR), amely a vízben nem oldódik, de emulzióként alkalmazzák, amit talán könnyebb az élettartam végén eltávolítani. A katódok vízbázisú kötőanyagrendszerein is dolgoznak, de ez nagyobb kihívást jelent. Más tanulmányok cellulóz- és ligninalapú kötőanyagokat használtak, bár ezek közül sok még a laboratóriumi vizsgálati fázisban van. [8]

Hidrometallurgiai fémek visszanyerése

A hidrometallurgiai kezelések során vizes oldatokat alkalmaznak a kívánt fémek katódanyagából való kilúgozására. Számos tanulmányt végeztek annak érdekében, hogy meghatározzák a leghatékonyabb feltételeket az optimális kioldódási sebesség eléréséhez. Ezek a következők: a kilúgozó sav koncentrációja, az idő, az oldat hőmérséklete, a szilárd-folyadék arány és a redukálószer hozzáadása. A legtöbb ilyen tanulmányban azt találták, hogy a kilúgozás hatékonysága javul javult H_2O_2 hozzáadásával. Némileg ellentmondóan érthető, hogy HA_2O_2 redukálószerként működik, és a reakció során az oldhatatlan Co (III) anyagokat oldható Co (II)-vé alakítja.

Számos egyéb lehetséges kilúgozó savat és redukálószerrel vizsgáltak. A kilúgozott oldatot ezt követően szerves oldószerrel is kezelhetjük oldószeres extrakció végrehajtása céljából. A kioldódást követően a fémek kinyerhetők számos kicsapási reakcióval, amelyet az oldat pH-jának manipulálásával szabályozunk. A kobaltot általában szulfát, oxalát,

hidroxid vagy karbonát formájában extrahálják, majd Li_2CO_3 vagy Li_3PO_4 képződő kicspási reakcióval lítium extrahálható. Egy alternatív újrahasznosítási módszer az anyagok mechanikai kémiai kezelését írja le, ahol az elektródok anyagait klórvegyülettel vagy komplexképző szerrel őrlik, hogy a kobalt vízben oldható sóit állítsák elő, amelyek vízzel mosással elválaszthatók az oldhatatlan frakcióktól.

A legtöbb jelenlegi újrahasznosítási folyamat a „reagens-visszanyerés” alá tartozik, mivel az anyagok megfelelő tisztasággal újra felhasználhatók nemcsak az eredeti katódanyagok újraszintetizálására, hanem számos más alkalmazásban is, például a CoFe szintézisben. A LiCoO_2 kilúgozására és újragyártására irányuló kezdeti munkákat követően, azóta a munka áttért az új sejtkémiára vonatkozó stratégiákra, amelyek jellemzően több átmeneti fémeket tartalmaznak. Ilyen esetekben, miután a fémeket kioldották a katód anyagokból, vagy egymást követő kicsapást alkalmaznak az egyes fémek visszanyerésére, vagy a katód közvetlen újragyártását célozzák meg, például az NMC visszanyerésére irányuló munkát. Ebben a munkában a fémek katódról való kilúgozása után megmértük az oldatban lévő különböző fémek koncentrációit, és beállítottuk a célanyagban lévő koncentrációkat. Ugyanez a csoport alkalmazta a technikát változó fémtartalmú NMC-re, és sikeresen újraszintetizálta ezeket az NMC anyagokat.

Más csoportok hasonló visszanyerési módszereket publikáltak olyan módosításokkal, mint például további oldószeres extrakciós lépések, tejsav vagy karbamid a kénsav alternatívájaként, valamint a magnézium hatásának vizsgálata az újraszintetizált anyagban. Az összes szolvokohászati eljárásnál megoldandó nagy problémák a szükséges oldószerek mennyisége, a delamináció sebessége, a semlegesítés költségei és az anyagok keresztszennyeződésének valószínűsége. Bár az aprítás gyors és hatékony módszer az akkumulátor anyagok biztonságossá tételére, az anód és a katód anyagok összekeverése az újrahasznosítási folyamat elején megnehezíti a későbbi feldolgozást. Egy olyan módszer, amelyben az anód- és katódszerelvényeket a mechanikai vagy oldószeralapú elválasztás előtt szét lehetne választani, nagyban javítaná az anyagleválasztást. Ez egyike azon számos kulcsfontosságú területeknek, ahol az élettartam végén történő újrahasznosításra való tervezés valódi hatást ígér, de a kötőanyagként polivinilidén-fluoridot tartalmazó akkumulátorok történelmi lemaradását még fel kell dolgozni. [8]

Közvetlen újrahasznosítás

A katód- vagy anódanyag eltávolítása az elektródáról az újragyártott LIB-ben történő helyreállítás és újrafelhasználás céljából közvetlen újrahasznosításként ismert. Elvileg a

kevert fém-oxid katód anyagok újra beépíthetők egy új katódelektrodába az aktív anyag kristálymorfológiájának minimális megváltoztatásával. Általában ehhez a lítiumtartalom pótlásra van szükség, hogy kompenzálják az akkumulátorhasználat során az anyag lebomlásából adódó veszteségeket, és mert előfordulhat, hogy az anyagokat nem lehet kinyerni teljesen lemerült akkumulátorokból, ha a katódok teljesen lítiummal vannak ellátva. Az e területen végzett munka eddig elsősorban a laptop- és mobiltelefon-akkumulátorokra összpontosult, az újrahasznosításra rendelkezésre álló nagyobb mennyiség következtében. A közelmúltban felvázoltak egy példát arra, hogyan működhet ez az újrahasznosítási út. A kimerült akkumulátorok szétszerelése után kapott katódcsíkokat NMP-be áztatták, mielőtt ultrahanggal kezelték őket. A porokat, vagy egyszerű szilárd fázisú szintézissel regenerálták friss Li_2CO_3 hozzáadásával, vagy hidrotermálisan kezelték $\text{LiOH/Li}_2\text{SO}_4$ tartalmú oldattal a lágyítás előtt.

A magas kobalttartalmú katódok esetében a hagyományos pirometallurgiai vagy a hidrometallurgiai újrahasznosítási eljárásokkal a katód értékének körülbelül 70%-a visszanyerhető. Más nem annyira kobaltban gazdag katódkémiák esetében azonban ez a szám jelentősen csökken. Egy 2019-es 648 font súlyú Nissan 1leaf akkumulátor például 6500-8500 USD új ára, de a katódanyagokban lévő tiszta fémek értéke kevesebb, mint 400 USD, és ennek megfelelő mennyiségű NMC költsége is kevesebb, 4000 USD körül van. Ezért fontos megérteni, hogy a katódanyagot közvetlenül újra kell hasznosítani a megfelelő érték visszanyeréséhez. Mivel a közvetlen újrahasznosítás elkerüli a hosszadalmas és költséges tisztítási lépéseket, ez különösen előnyös lehet az alacsonyabb értékű katódok esetében, ahol a katód-oxidok gyártása a katódköltségek, a beágyazott energia és a széndioxid lábnyom fő tényezője.

A közvetlen újrahasznosításnak megvan az előnye is, hogy elvileg az összes akkumulátor-alkatrész visszanyerhető és további feldolgozás után újra felhasználható. Bár jelentős szakirodalom áll rendelkezésre a kiegészítő LIB-kből származó katódkomponens újrahasznosítására vonatkozóan, a grafitos anód újrahasznosításával kapcsolatos kutatások korlátozottak az alacsonyabb visszanyerési értéke miatt. Mindazonáltal kimutatták az elhasznált akkumulátorokból mechanikusan leválasztott grafit anódok sikeres újrafelhasználását, hasonló tulajdonságokkal, mint az érintetlen grafité.

A közvetlen újrahasznosítás lehetséges előnyei ellenére azonban még jelentős akadályokat kell leküzdeni, mielőtt gyakorlati valósággá válhatna. A közvetlen újrahasznosítási folyamatok hatékonysága összefügg az akkumulátor egészségi állapotával, és nem feltétlenül előnyös, ha a töltési állapot alacsony. Potenciális problémák merülhetnek

fel ezen módok rugalmasságával a különböző összetételű fém-oxidok kezelésére. A maximális hatékonyság érdekében a közvetlen újrahasznosítási folyamatokat meghatározott katódösszetételekhez kell igazítani, ami különböző eljárásokat tesz szükségessé a különböző katódanyagokhoz. A járműben eltöltött körülbelül tíz év kihívást jelent egy olyan iparágban, ahol az akkumulátorkészítmények gyors ütemben fejlődnek. A közvetlen újrahasznosítás nehézségbe ütközhet az ismeretlen vagy rosszul jellemezhető eredetű alapanyagok befogadása érdekében, és ha a termék minőségét ez befolyásolja, a kereskedelem vonakodni fog az anyagok újrafelhasználásától.

A katódbevonatok közvetlen újrahasznosítási módja szintén nagyon érzékeny más fémekkel, például alumíniummal való szennyeződésre, ami rossz elektrokémiai teljesítményt eredményez. Különösen a további fizikai vagy kémiai elválasztáshoz szükséges anyagok visszanyerésének módszerei, amelyek nagymértékű aprítással járnak, finom Al és Cu részecskéket képeznek, amelyeket nehéz elkülöníteni az elektródák bevonataitól. Emiatt az elektródafóliákat mechanikailag nem terhelő eljárásokat részesítik előnyben a közvetlen újrahasznosításban, és előnyösebb az anyagáramok szétválasztása a mechanikai válogatás előtt. Az elektródák kötőanyagának eltávolítási módszerei azonban további kihívásokat jelentenek, mint például a PVDF kötőanyag pirolíziséből származó veszélyes melléktermékek, például HF előállítása vagy a rendkívül mérgező NMP oldószerként való alkalmazása az oldáshoz. Ezen túlmenően a legújabb kutatások az sugallják, hogy a katóddal még normál cellaműködési körülmények között is előfordulhat bizonyos mértékű reakció. [8]

Biológiai fémek visszanyerése

A biolúgozást, amelynek során baktériumokat hasznosítanak értékes fémek kinyerésére, sikeresen alkalmazzák a bányászatban. Ez egy feltörekvő technológia a LIB-újrahasznosítás és fém-visszanyerés terén, és potenciálisan kiegészíti a jelenleg fémkitermelésre használt hidrometallurgiai és pirometallurgiai eljárásokat, különösen a kobalt és nikkelt nehezen választható szét, és további oldószeres extrakciós lépéseket igényel. Az eljárás mikroorganizmusokat használ fel a fém-oxidok katódról történő szelektív emésztésére és ezen oxidok redukálására fém nanorészecskék előállítására. Az eddig elvégzett vizsgálatok száma azonban viszonylag csekély és bőven van lehetőség a további vizsgálatokra ezen területen. [8]

4. Esettanulmány készítése cégekkel

Ebben az esettanulmányban cégeket kerestem meg, hogy az elektromos járművekkel kapcsolatos tapasztalataikról kérdezzek. Miután megírtam a kérdéseimet fel is kerestem első sorban a szolnoki DPD Hungary Kft.-t majd a Waberer's-t és a budaörsi Tescot.

4.1. Elektromos járművek gyakorlati hasznosítása

1. Miért használnak elektromos járművet? Miért döntöttek emellett?

A DPD a drága üzemanyag árak miatt választotta az elektromos teherautókat, jelenleg nekik 2022.02.01.-óta öt darab Saic Maxus EV80 teherautójuk és egy Nissan e-NV200 kisteherautójuk van.



11.ábra: DPD Hungary Kft. Saic Maxus EV80 teherautója (saját kép)

A Waberer's a környezettudatosság miatt, hogy csökkentsék a károsanyag kibocsátásukat és a kilométer terhelésüket. Próbálják az alternatív hajtásláncokat alkalmazni, amik majd egyszer kiválthatják a dízel üzemű járműveket. Jelenleg két darab 16 tonnás elektromos kamionjuk van, egy Volvo és egy Renault, illetve egy Daf nyergesvontató. 2021. szeptember óta van náluk a Volvo, a Daf pedig körülbelül 3-4 hónapja. Ez a három féle elektromos kamion dolgozik náluk rendszer szerint.

A Tesconak van egy 2035-re tett karbonsemlegességi vállalása. Így emiatt el kellett kezdeniük a flottájukat feltölteni elektromos járművekkel. Első lépésként négy darab Mercedes E-sprintert vettek, amik augusztus eleje óta vannak forgalomban.

2. Mik azok az érvek, ami miatt megvették?

A DPD olcsóbban tudta beszerezni a használt autókat Hollandiából, ezért döntöttek a Saic Maxus EV80 mellett.

A Waberer'snél ezek még bérelt autók, folyamatban van még a finanszírozása, ezek megvételre fognak majd kerülni. A piacon jelenleg szűk a keresztmetszet a teljesen elektromos kamionok terén, ez egy nagyon új dolog. A Volvo kamiont kezdték el tavaly szeptemberben tesztelni a Volvo-val közösen, ez volt az első teljesen zöld

kamion Magyarországon. Kevés olyan gyártó van, aki rendelkezik olyan technikával jelenleg, amire azt lehet mondani, hogy zero-károsanyag kibocsátással rendelkezik, tehát tisztán elektromos hajtással rendelkezik.

Tesconál azért döntöttek a Mercedes E-sprinter mellett, mert eddig Mercedes sprintereket használtak és jó véleményekkel vannak rá, így megelőlegezték bizalmukat az E-sprinterek felé.

3. Honnan szereznek a töltéshez elegendő áramot? Van-e megújuló energiaforrásuk?

DPD-nél kitelepített töltők vannak, amik hálózati áramforrásról mennek. Jelenleg nincsen megújuló energiaforrásuk és rossz tetőszerkezet miatt jelenleg a későbbiekben sincs esély napelemek telepítésére.

A Waberer'snek sincs megújuló energiaforrása, ez a jövőben tervben van ezeknek a kiépítése. Több töltőállomásuk van kialakítva, ezen töltik esténként és napközben is az autókat.



12. ábra: DPD Hungary Kft. Nissan e-NV200 kisteherautója töltés közben (saját kép)

Tesconál szintén külön töltőket építettek ki ennek a négy autónak a boltban. Piaci standard elektromos töltőt használnak az autók töltéséhez és mindez áruházi áramforrásról történik. A Megaparkjukban van megújuló energiaforrás itt a tetőre sok napelem van telepítve. Mivel a kocsik hűtött raktérrel is rendelkeznek, így amíg a kocsik bent állnak az áruházban, addig fel vannak téve "töltőre", áruházi áramforrásról tartják hidegen a raktereket. A kocsikban külön a hűtésre nincsen akkumulátor. Ezekben az autókban kivitelezésre került egy speciális akkumulátor, ami kizárólag, tehát a meglévő motor akkumulátoron kívül, azért felel, hogy a 2 °C-os hűtést biztosítja a kocsik rakterében. Ezért 100%-ban karbonsemlegesek az e-sprinterek. Ez az akkumulátor az, ami gátat szab egy kicsit az autók kapacitásának, mivel ez egy közel 200 kg-os akkumulátor, így csak 340 kg-ot tudnak vinni a kocsik.

4. Gyári adatokhoz képest a gyakorlatban milyenek az autók?

DPD-nél nem tudtak gyári adatot mondani, de az általuk tapasztaltakat elárulták nekem. Városban használt autók télen 120-130 km-t tudnak megtenni, nyáron ez 160 km és maximum 100km/h-val tudnak menni. Ezeknek az autóknak a töltési ideje körülbelül 9-10 óra, attól függően, hogy az adott kocsi aznap hány címre ment és vidékre ment-e, vagy csak a városba. A vidékre menő autók körülbelül 15-20 kW-al térnek vissza a telephelyre 120-130 cím esetén.

A Waberersnél azt a választ kaptam, hogy teljes mértékben hozhatóak a gyári adatok. Az Úr, akit megkérdeztem hozzá a két darab 16 tonnás kamion tartozik.

Magas a terhelhetőségük, a 16 tonnás Volvo és Renault 7500 kilogrammot (7,5 tonnát) tud hasznos terhelhetőséggel mozgatni, 15 darab raklapot tud vinni, a hatótávja 200-240 km között van egy teljes töltéssel. Számít, hogy városi használat vagy autópálya is van benne, mert autópályán sokat fogyasztanak és nem tud elektromos visszatöltét nyerni. Városi áruterítésnél teljesen alkalmas, mert akár több kört is meg tud csinálni egy nap és folyamatos lényegében a visszatöltése, városban teljesen használható konstrukció.

Tesconak 100%-os az elégedettsége az elektromos teherautókkal, nem kellett változtatniuk a házhozszállítási működési profilukon.

5. Saját tapasztalatok alapján mi az, amin még fejlesztenének?

A DPD jelen tapasztalatai alapján nem változtatna semmin.

Waberer's szerint maga a technika jó, mert kicsi a szerviz igénye, viszont, ha valami gondja van az autónk, akkor hosszadalmasabb egy javítás, vagy egy problémamegoldás, mert nagyon új még a technika. Semmilyen tapasztalata nincs még a szervíznek. Ha valami meghibásodik, akkor a gyártótól, a Volvo esetében Svédországból várják az információt a magyar szervíz, hogy mit kéne vele csinálni. A fő problémája ezeknek az autóknak az, hogy nagyon magas a bekerülési értéke, a vételára egy ilyen autónak és nagyon hosszú az az idő amíg megtérül. Nagy az amortizációd díja is tehát nagyon veszít az értékéből és az, amit tud termelni egy dízel üzemű járműhöz képest az még nagyon távol van. Tehát nagyon magas a bekerülési értéke, nagyon sok idő lenne mire megtérülne, ha egyáltalán megtérül.

A Tesco összességében elégedett vele. Nekik a negatív visszajelzés az autónak a konstrukciója, a dízel üzemű teherautókban sín rendszerbe pakolják a rekeszeket és megvan, hogy melyik rekeszt hova kell pakolni, ezeknél az autóknál ömlesztve kell rakni a rekeszeket. Elektromosság tekintetében nem fejlesztenének, még nincsenek azon a ponton, hogy ezt meg tudják ítélni.

6. Aki a fuvarokat szervezi rá milyen hatással van, hogy elektromos járművel kell fuvarokat szervezni?

A DPD-nél nincsen fuvarszervezés. Reggel hatkor jön egy kamion és leszedik róla a csomagokat. Csomagleszedéskor a sofőrök a saját körzetüknek megfelelő csomagot válogatják ki és viszik majd házhoz. Este jön a kamion a feladott csomagokért, azt elviszi Budapestre a központba, ahol városonkénti válogatásra kerül sor. A kamion reggel visszahozza a csomagokat és kezdődhet a kihordás.

A Waberer'sre nem volt más hatással, hiszen ők a városi áruterítésre használják. Az a sofőr, aki ül ezen az autón ő ugyanezt a munkát csinálta dízelautóval is. Naponta a budapesti depóból 2-3 kanyar árut szállít ki budapesti címekre, 10-23 kertbe. Ezt most is ugyanúgy megcsinálja ez az autó, tehát semmilyen visszaesés nincs ebből a szempontból. Mivel nincsenek vidéki fuvarok tervezve ezekkel az autókkal, így nem kell előre megtervezni a kiszállítást, hogy mit fog bírni az akkumulátor. Ők a Volvótól kaptak hozzáférést a Volvo saját rendszeréhez és ebben van egy tervező program, ahol be lehet állítani a címeket és a rendszer magától kiszámolja, hogy a kamion el tud-e menni erre a fuvarra vagy sem, ha pedig előbbi akkor azt is kiszámolja, hogy hány kW-al fog visszatérni.

A Tesconál semmilyen hatással nem volt, mert olyan automatizálás működik, hogy a rendszer mindent kiszámol és elintézik. Minden be van állítva a rendszerben, tudja mindennek a súlyát. Nem kell senkinek sem logisztikázni napközben. Minden autó háromszor megy ki egy nap egy 4-5 órás körre. Reggel 8.00-kor indulnak az első autók, visszaérnek 12-13 óra fele, 13-14 óra között újra elindulnak a kocsik, 16-17 óra fele megint elindulnak és 21-22 óra fele érnek vissza a nap végé az áruházaiba. A rendszer beleszámolja az út-időket, távolságokat GPS koordináták alapján.

7. Aki a fuvarokat szervezi milyen pozitívumokat, negatívumokat tudna felsorolni és mi az, amin fejlesztené?

Waberer'snek a pozitívuma az az, hogy Budapesten teljesen jól használható, a negatívum az, hogy a gyorstöltés náluk nincsen kiépítve. Az autó töltéséről annyit kell tudni, hogy jelenleg normál hálózatról töltik a kamionokat, körülbelül 9-10 óra alatt töltődik fel. 240kW-os akkumulátora van, ez működteti a hajtásláncot és minden más eszközért külön akkumulátor felel. Gondolni lehet itt a rádióra, lámpákra, klímára, fűtésre, ezek egy bizonyos akkumulátorról működnek. Magát a hajtásláncot egy 240 kW-os akkupakk szolgálja ki. Létezik egy töltő, amit egyenáramos töltőnek hívnak. Ha egyenáramú töltőállomás ki lenne építve és tudnák egyenárammal tölteni az

autókat, akkor körülbelül kettő és három óra között feltöltene a kamion 0%-ról 100%-ra. Lehetne kialakítani délelőtti, délutáni és éjszakai áruszállítást is és ezzel a töltővel megvalósítható lenne. Ezzel a töltővel a megtérülés is más lenne.

Tesconak a negatív visszajelzése az autónak a konstrukciója, a dízel üzemű teherautókban sín rendszerbe pakolják a rekeszeket és megvan, hogy melyik rekeszt hova kell pakolni, ezeknél az autónál ömlesztve kell rakni a rekeszeket. Elektromosság tekintetében nem fejlesztenének, még nincsenek azon a ponton, hogy ezt meg tudják ítélni.

4.2. Önköltség és megtérülés számítás elektromos járművek alkalmazása esetén

A budaörsi Tescotól kapott adatok alapján készítettem költséghaszon elemzést egy hat darab teherautóval rendelkező flottára, melyből kettő dízel üzemű és négy pedig elektromos Mercedes Sprinter. A kapott adatokat két külön táblázatban szerkesztettem meg a könnyebb átláthatóság érdekében. Az első táblázat tartalmazza a dízel üzemű járművek adatait a második táblázat pedig az elektromos járművek adatait.

1. táblázat: Dízel teherautók fogyasztási értékei

	Mercedes Sprinter - Diesel	
	Helyszín A	
	VAN 1	VAN 2
kiszállított megrendelések	411	339
futásteljesítmény (km)	3.294	2.979
üzemanyag fogyasztás (L)	447,48	387,3
fogyasztás (L) / rendelés	1,09	1,14
fogyasztás (L) / 100 km	13,58	13
km futás / rendelés	8,01	8,79

2. Táblázat: Elektromos teherautók fogyasztási értékei

	Mercedes e-Sprinter Electric			
	Helyszín B		Helyszín C	
	eVAN 1	eVAN 2	eVAN 3	eVAN 4

kiszállított megrendelések	351	102	399	328
futásteljesítmény (km)	1.058	495	1.957	1.780
áramfelvétel a motornak és a hűtésnek (kWh)	831	330	976,19	884,3
fogyasztás kWh / rendelés	2,37	3,24	2,45	2,7
fogyasztások kWh / 100 km	78,54	66,67	49,88	49,68
km futás / rendelés	3,01	4,85	4,9	5,43

Az adatok tanulmányozása után kiszámoltam, hogy a kocsik hány napot mennek egy évben úgy, hogy heti hét napot mennek kivéve ünnepnapokon, hogy a továbbiakban könnyebben tudjam elvégezni a számításaimat. Valamint napi átlag 15 darab címet vettem alapul. A Tesco tájékoztatása alapján augusztusban 50 Ft-ért vettek 1 kWh áramot, nem tudtak adatot szolgáltatni arról, hogy az áremelések következtében jelenleg mennyiért veszik ezt. Így az üzemanyag áránál is az augusztusi értékét vettem alapul.

3. Táblázat: Számítási adatok

Augusztusi árakkal számolva	
diesel (ft/l)	814
áram (ft/kWh)	50
napi átlag cím (db)	15
1 év munkaszünetek nélkül (nap)	354

A költségek elemzésénél az üzemanyagot számoltam ki első sorban, hogy az autók egy napra levetítve átlagosan 15 darab rendeléssel mennyit fogyasztanak. Ezt az értéket úgy kaptam meg, hogy a „fogyás / rendelést” megszoroztam a „napi átlag címmel” és 1 liter diesel üzemanyag árával, ami 814 Ft. Ezt ugyanígy kiszámoltam az elektromos teherautókra nézve, ahol a „fogyás / rendelést” szoroztam a „napi átlag címmel” és az 1 kWh áram árával,

ami 50 Ft. Így meg is kaptam mindkét típusú autóra a napi üzemanyag költséget átlagos napi 15 cím esetében, a két diesel teherautónál 13.309 Ft és 13.919 Ft jött ki, a négy elektromosra pedig 1778 Ft, 2430 Ft, 1838 Ft és 2025 Ft lett az eredményem. Ezeket az értékeket megszorozva 354 nappal kaptam meg az éves üzemanyag költséget, ami az első dízel üzemű teherautó esetében 4.711.351 Ft, a másik teherautónál pedig 4.927.468 Ft. Az elektromos üzemű teherautóknál 629.235 Ft, 860.220 Ft, 650.475 Ft és 716.850 Ft-ot kaptam.

A pontosabb értékek érdekében a 100 kilométeres átlagfogyasztás alapján is kiszámoltam a költségeket. Itt a kilométeres futást néztem meg napi átlag 15 címre mindegyik autó esetében, ezt úgy kaptam meg, hogy a „km futás / rendelést” megszoroztam a „napi átlag címmel”, majd az itt kapott értékeket megszoroztam 354 nappal és így megkaptam a kilométeres futást egy évre. Az egy évre kapott kilométeres futás eredményeket megszoroztam a „fogyasztás / 100 km”-el és osztottam ezt az értéket 100-al, így megkaptam, hogy a dízel üzemű teherautók esetében 5776 liter és 6068 liter üzemanyag fogy el egy évben. Az elektromos autóknál ugyanígy számoltam, ahol 12.553 kWh, 17.169kWh, 12.978kWh és 14.324kWh áramot fogyaszt el egy évben a négy autóra. Az üzemanyag árat kilométeres futásalapján 1 évre levetítve úgy számoltam ki, hogy az előző számolásból kapott adatokat megszoroztam a dízel üzemű járművek esetében a 814 Ft/l-es üzemanyag árral, az elektromos teherautók esetében pedig az 50 Ft/kWh-al. Az így kapott eredmények a dízel autók esetében 4.701.660 Ft és 4.939.138 Ft egy évre az üzemanyag költsége. Az elektromos járművek esetében pedig 627.656 Ft, 858.492Ft, 648.913Ft és 716.219Ft lett az áram költsége egy évre.

Az alábbi két táblázattal szemléltetem az eredményeim, első táblázatban látható a dízel üzemű teherautók eredményei, a második táblázatban pedig az elektromos járműveké.

4. Táblázat: Vegyes flottán belül a dízel teherautók fogyasztási költségei

	Dízel	
Költség	VAN1	VAN2
üzemanyag 1 napra átlag 15 rendeléssel (Ft)	13.308,9	13.919,4
üzemanyag 1 évre levetítve rendelések alapján (Ft)	4.711.351	4.927.468
km futás / napi átlag cím (km)	120,15	131,85

km futás / napi átlag cím 1 évre (km)	42.533,1	46.674,9
üzemanyag 1 évre (L)/(kWh)	5.775,995	6.067,737
üzemanyag ára km futás alapján 1 évre (Ft)	4.701.660	4.939.138

5. Táblázat: Vegyes flottán belül az elektromos teherautók fogyasztási költségei

	Electric			
Költségek	eVAN 1	eVAN 2	eVAN 3	eVAN 4
üzemanyag 1 napra átlag 15 rendeléssel (Ft)	1.777,5	2.430	1.837,5	2.025
üzemanyag 1 évre levetítve rendelések alapján (Ft)	629.235	860.220	650.475	716.850
km futás / napi átlag cím (km)	45,15	72,75	73,5	81,45
km futás / napi átlag cím 1 évre (km)	15.983,1	25.753,5	26.019	28.833,3
üzemanyag 1 évre (L)/(kWh)	12.553,12674	17.169,8585	12.978,2772	14.324,3834
üzemanyag ára km futás alapján 1 évre (Ft)	627.656,337	858.492,923	648.913,86	716.219,172

A táblázatok nagyon jól szemlélteti a két teherautó költségei közötti különbségeket. Egy évre nézve az elektromos járművek sokkal kevesebbre jön ki, mint a dízel üzemű járművek. Persze a táblázatokból nagyon jól látszik, hogy a sofőrnek a vezetési technikáján is sok múlik, ha a rendelésenkénti költséget vesszük figyelembe, hiszen az elektromos és a dízel üzemű teherautók között is nagy a különbség. Egy jó sofőrrel sokkal több költséget lehetne

megtakarítani éves szinten, például eVan 2 és az eVan 1 közötti különbség éves szinten nézve 230985 Ft megtakarítást jelentene.

Csináltam egy felvetést, amiben összehasonlítom a vegyes flottát (két dízel üzemű és négy elektromos üzemű jármű) és egy teljes dízel flottát (hat darab dízel üzemű jármű). A dízel flotta esetében az előző táblázatban kiszámolt két dízel üzemű járművek eredményeinek vettem az átlagát és így kaptam egy körülbelüli értékeket. Az itt látható táblázat szemlélteti a dízel flotta értékeit.

6. Táblázat: Teljesen dízel flotta üzemanyag költségei

	Diesel	
Költségek	VAN 1 és 2 átlaga	6 db VAN
üzemanyag 1 napra átlag 15 rendeléssel (Ft)	13.614,15	8.1684,9
üzemanyag 1 évre levetítve rendelések alapján (Ft)	4.819.409	28.916.455
km futás / napi átlag cím (km)	126	756
km futás / napi átlag cím 1 évre (km)	4.4604	267.624
üzemanyag 1 évre (L)/(kWh)	5.921,866	35.531,2
üzemanyag ára km futás alapján 1 évre (Ft)	4.820.399	28.922.393

Ezen táblázat alapján nagyon jól látszik, hogy ha dízel üzemű flottát alkalmaznánk akkor éves szinten 28.922.393 Ft lenne. Össze hasonlítva az vegyes flottával, ahol a két dízel üzemű és négy elektromos üzemű járművek éves értékeit, ha összeadjuk 12.492.080 Ft-ot kapunk, akkor lényegesen kisebb értéket kapunk. A két flotta közötti különbség pedig 16.430.313 Ft megtakarítást jelent éves szinten. Egy új Mercedes e-Sprinter kezdő ára 26.632.000 Ft, így a vegyes flotta használata által közel 20 hónap alatt térül meg egy darab Mercedes e-Sprinter.

Összegzés

Tudományos munkám témája az elektromos áruszállítás volt, a célom pedig az, hogy bebizonyítsam, hogy az elektromos járművek sokkal jobban megtérülnek, mint a belső égésű motoros járművek.

Első lépésbe ismertettem az elektromos járművek történetét, hiszem már 200 éve jelen vannak a piacon, ami idő alatt azért nem kis fejlődésen volt lehetőségük végig menni. Első elektromos autót a magyar Jedlik Ányos találta fel, majd 100 év elteltével olyan nagyot fejlődött a technológia, hogy egy feltöltéssel 96 kilométert tudtak megtenni és maximális sebességük 78 km/h-volt. Ezt követően közel 40 év elteltével megjelent az első Nissan Leaf majd a Toyota Prius, mely hatalmas sikert aratott. Az elektromos autók típusai rövid időn belül kialakultak, a tisztán elektromos, a Plug-in Hibrid és a Serial Hibrid elterjedésének fő akadálya a rövid hatótávolság és az akkumulátorok élettartama volt. Mindez nem tántorította el a kutatókat és elkezdtek fejleszteni az elektromos kamionokat, melyek közül a Volvo a sorozatgyártás előtt álló szériáját egy 343 kilométer hosszú terep teszt elé vetette. Az autó remekül teljesített, de mindez a jó akkumulátornak és fogyasztásnak köszönhetően.

Ám mit ér egy jó akkumulátor, ha annak alapanyagainak a kitermelése sokkal nagyobb környezeti lábnyomot okoz, mint maga a belső égésű autók használata. Az akkumulátorok töltéséhez szükséges energiát sok helyen fosszilis tüzelőanyagok elégetésével állítják elő. Ezen Fosszilis energiákat külföldről kell beszállítani és a Földünk ezen készlete igen véges. Az akkumulátorok újrahasznosítása is igen hosszú folyamat és nem lehet 100%-ban újrahasznosítani minden elemét és a kobalt és lítium készletünk is igen kevés.

Az emberek többségét viszont még mindig az érdekli a legjobban, hogy sokkal kedvezőbb-e az elektromos autó, mint a belső égésű, valamint, hogy az elektromos járműveket feltölteni még mindig több idő, mintha megtankolnánk őket. Erre az egyik leghatékonyabb fejlesztés az akkumulátor csere rendszerek, mellyel körülbelül 5 perc a lemerült akkumulátor kicserélése egy 100%-ban feltöltöttre. Ezen rendszerek elterjedése, csak az emberek hozzáállásán múlik, viszont az üzemanyag megtérülés nem. Cégeket keretem meg és kértem ki a véleményüket, hogy ők hosszútávon mennyire tudnak jól dolgozni elektromos járművekkel. A válaszok többsége pozitív volt. A Tesco által megadott adatok alapján volt lehetőségem szemléltetni számokkal, hogy bizony üzemanyaga szempontjából egy vegyes flotta, ami kettő dízel és négy elektromos teherautóval rendelkezik sokkal jobban megéri alkalmazni, mint azt a flottát, ahol 6 darab dízel teherautót üzemeltetnek.

Az elektromos áruszállítás még fejlődik, de mint a számok is mutatják jó irányba. Üzemanyag szempontjából bő kettő éven belül meg tud térülni egy teherautó és ha az akkumulátorainkat megújuló energiaforrásból töltjük és nem fosszilis energiát égetünk el, akkor tényleg sokat tudunk tenni környezetünkért, energia készleteinkért és hogy karbon semlegesek legyünk.

Irodalomjegyzék

- [1] Aranyai Péter (2022) Az elektromos vagy a dízel kamion fogyaszt kevesebbet?
- [2] BE Lebrouhi, T. Kousksou (2021), Journal of Energy Storage
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/battery-swapping-station>
- [3] Csanálosi Dóra (2015), Logisztikai tendenciák az autópárhban, útbán az e-mobilitás felé
- [4] Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>
- [5] Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html#carouselControls?lang=en>
- [6] Eurostat <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-3a.html?lang=en>
- [7] Faiyag Husain (2018), Electric Vehicles – Conductive charging vs. Battery Swapping Station
<https://www.linkedin.com/pulse/electric-vehicle-conductive-charging-vs-battery-swapping-husain>
- [8] Gavin Harper, Roberto Sommerville, Emma Kebdrick, Laura Driscoll, Peter Slater, Rustam Stolkin, Allan Walton, Paul Christense, Oliver Heidrich, Simon Lambert, Andrew Abbott, Karl Ryder, Linda Gaines, Paul Anderson (2019), Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles
<https://www.nature.com/articles/s41586-019-1682-5>
- [9] Hajmási Gábor (2021) Mi az a szállítmányozás és miben különbözik a fuvarozástól?
<https://budadoboz.hu/szallitmanyozas/>
- [10] Horváth Annamária, Karmazin György (2022) Nemzetközi közúti áru fuvarozás és szállítványozás
- [11] Kazal Kolos (2018) Tudod-e honnan származik az energia?
- [12] Mark Kane (2022), NIO Installs First Battery Swap Station In Germany
<https://insideevs.com/news/613363/nio-first-battery-swap-station-germany/>
- [13] Névtelen Minorita (2021), Első elektromos autók megjelenése
https://egypercestortenelem.blog.hu/2021/01/08/az_elektromos_autok_megjelenese
- [14] Rekettye Gábor, Tóth Tamás, Malota Erzsébet (2022) Nemzetközi marketing
- [15] Sergio Manzetti, Florin Mariasiu (2015) Renewable and Sustainable Energy Reviews

- [16] Shashank Arora, Kari Tammi (2021), EV Battery Pack Engineering – Electrical Design and Mechanical Design
<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/battery-swapping-station>
- [17] Simon Zsolt (2018) Kétkedők újabb hullámával néznek szembe az elektromos kamionok
<https://villanyautosok.hu/2018/08/28/ketkedok-ujabb-hullamaval-neznek-szembe-az-elektromos-kamionok/>
- [18] Susumu Sato, Yu Jade Jiang, Robert L. Russell, J. Wayne Miller, Georgios Karavalakis, Thomas D. Durbin, Kent C. Johnson (2022) Experimental driving performance evaluation of battery-powered medium and heavy duty all-electric vehicles
- [19] Szűcs Gábor (2022) Mennyire zöldék a villanyautó akkumulátorok?
<https://villanyautosok.hu/2022/02/10/mennyire-zoldek-a-villanyauto-akkumulatorok/>
- [20] Xiaoqi Tan, Bo Sun and Danny H.K. Tsang (2014), Queueing Network Models for Electric Vehicle Charging Station with Battery Swapping

Ábrajegyzék:

1. ábra: Első elektromos autó	3
2. ábra: Elektromos kamion.....	8
3. ábra: Európai Unió energiamixe	11
4. ábra: Energiatermékek részesedése	11
5. ábra: EU földgáz importja	12
6. ábra: EU nyersolaj importja.....	13
7. ábra: A feladó és a fuvarozó kötelezettségei Ptk. szerint	14
8. ábra: Akkumulátorcsere állomás	18
9. ábra: NIO akkumulátorcsere állomás	18
10. ábra: Elektromos autó akkumulátorának cseréje egy robotizált akkumulátorcsere állomáson.....	19
11. ábra: DPD Hungary Kft. Saic Maxus EV80 teherautója (saját kép)	29
12. ábra: DPD Hungary Kft. Nissan e-NV200 kisteherautója töltés közben (saját kép).....	30

Táblázat jegyzék:

1. Táblázat: Dízel teherautók fogyasztási értékei.....	33
2. Táblázat: Elektromos teherautók fogyasztási értékei	33-34
3. Táblázat: Számítási adatok	34
4. Táblázat: Vegyes flottán belül a dízel teherautók fogyasztási költségei	35-36
5. Táblázat: Vegyes flottán belül az elektromos teherautók fogyasztási költségei	36
6. Táblázat: Teljesen dízel flotta üzemanyag költségei.....	37