

OTDK-dolgozat

2023

**PANNON EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR**

**AZ ELEKTROMOS AUTÓK, MINT ZÖLD KÖZLEKEDÉSI ESZKÖZÖK
ELECTRIC CARS, AS GREEN TRANSPORT VEHICLES**

Józsa Gergő

Dr. Kántor Szilvia

Kézirat lezárásának dátuma: 2023. 01. 10.

Tartalomjegyzék

1	Bevezetés	1
2	Az elektromos autók történetének és jelenlegi helyzetének áttekintése	2
2.1	Az elektromos autók történetéte	2
2.2	A Tesla kezdete, és a Leaf uralma	4
3	Az akkumulátorok problémaköre	7
3.1	Az akkumulátorok felépítése, használata	7
3.2	A kobalt bányászat.....	7
3.3	A lítium bányászat	7
3.4	A legzöldebb lítium	9
3.5	Az akkumulátorok utóélete.....	11
3.6	Akkumulátor típusok	12
3.7	Merevtestes akkumulátorok.....	13
4	Fenntartás, tankolás, piaci trendek.....	15
4.1	Árak és eladások	15
4.2	Zöldrendszám	17
4.3	Piaci trendek	19
4.4	Hatótáv, töltési bonyodalmak	20
4.5	Tankolás és töltés.....	21
5	Globális és lokális tervek	25
5.1	Az összes személygépkocsi elektrifikálása	25
5.2	Paks II	25
5.3	Áramforrások, illetve ökolábnyom.....	26
6	A Magyar Autóklub felmérésének eredményei	29
7	A kutatás módszertana	31
8	A kérdőíves megkérdezés eredményei.....	32
9	Összegzés	36
10	Irodalomjegyzék.....	38
11	Mellékletek.....	42

Ábrajegyzék

1. ábra: A Tesla Roadster fogyasztása, MPGe értéke (l/100kme-ben is megadva)	6
2. ábra: EnergySource Minerals kinyerési módszere	10
3. ábra: A LiNMC típusú akkumulátor tulajdonságai	12
4. ábra: Az NCA akkumulátor tulajdonságai.	13
5. ábra: Az LFP akkumulátor tulajdonságai.....	14
6. ábra: SUV-k piaci részesedése Európában, 2016-2021 között.	16
7. ábra: A 25 legtöbbet eladott autó modell Európában, 2021-ben.....	16
8. ábra: A NAV által (2022. október 19-én) feltüntetett gépjárműadószámítási elv	18
9. ábra: 2022-ben alkalmazott üzemanyagárak	22
10. ábra: Elektromos autó töltés árak	23
11. ábra: Az otthoni töltés problémája	29
12. ábra: Fenntartási költség befolyása elektromos autó vásárlásra.....	30
13. ábra: Az elektromos autók fogyasztása.....	32
14. ábra: Elektromos autó akkumulátorának mérete (nettó kWh-ban).	33
15. ábra: Állami támogatás meghajtástól függetlenül.....	34
16. ábra: Állami támogatás befolyása autó vásárlásra.	35

Táblázatjegyzék

1. táblázat: Ford F-150 és Nissan Leaf összehasonlítása. Saját szerkesztés.	4
2. táblázat: Nissan Leaf (2018) akkumulátor fizikai adatai.	15

1 Bevezetés

A témát az autóipar iránti érdeklődésem ihlette, melyet az elmúlt évekkel ezelőtti jogosítvány-szerzés robbantott lánggra. Nem kellett sokat gondolkodnom a témámon, az elmúlt években megfigyelhető elképesztő számok teljesítmény, megtakarítás terén, valamint a futurisztikus világkép magam elé képzelése miatt tudtam, hogy elektromos autók témájában kell írnom. Kutatásom során, azokat kérdeztem meg, akik nem rendelkeznek elektromos autóval, de esetleg szándékukban áll vásárolni azt, másfelől a már elektromos autókkal rendelkező embereket kérdeztem meg többek között arról, mi indokolta választásukat, miért elektromos autót vásároltak és mennyit közlekednek autóikkal egy évben. A kutatás kezdetén, három fő kutatási kérdés fogalmazódott meg bennem. Az első, hogy mi a legnagyobb ellenérve a fogyasztóknak az elektromos autók ellen. A második kérdés az volt, hogy valóban annyira környezetszennyezőek-e az elektromos autók, illetve a gyártásuk során felhasznált akkumulátorok előállításuk. A harmadik kérdés, ami megfogalmazódott bennem pedig az volt, hogy mi is vonzza a fogyasztókat az elektromos autókhoz.

Az adatgyűjtést kérdőíves felmérés segítségével végeztem el. Sok EV-vel rendelkező személy, főleg vidéken, rendelkezik napelemmel, mely elősegíthette választásukat autó terén, illetve állami támogatásokkal is rendelkeztek. Támogatást lehet(ett) igényelni mind a napelemre, mind az autóra, utóbbira, egészen két és fél millió forintig. Erről a támogatásról kicsit bővebben szintén említést teszek, hiszen az igénylés feltételeinek ismertetése is része volt kutatásomnak. A dolgozat elején, történelmi betekintést nyújtok az elektromos autók feltalálásának és gyártásának kezdetébe, kifejtem az ilyen autók környezeti és gazdasági hatását. Majd kitekintek a jövőbe, milyen módon, és hogy fogjuk majd elektromos autónkat tölteni.

Ezen felül szemügyre veszem az áram előállításának módját, környezeti hatását, illetve különböző számításokra alapozva egy becslést teszek arra, hogy mennyit kellene fejleszteni a hálózaton egy országnak ahhoz, hogy az otthon töltést gond nélkül elbírja a rendszer, és elkerüljük a túlterhelést.

2 Az elektromos autók történetének és jelenlegi helyzetének áttekintése

2.1 Az elektromos autók története

Az első elektromos autó sokak meglepetésére, már több, mint 190 éves. Sőt, magyar hozzájárulással készült, mivel az oktató és feltaláló, Jedlik Ányos által feltalált elektromotor által lett meghajtva a legelső elektromos autó. (Előző állításom nem vehető teljesen készpénznek, hiszen több forrás alapján sem jutottam dülőre a feltalálás körülményeit illetően, hiszen az akkori feljegyzések sem egyértelműek, de nemzeti öntudatom alapján szeretném azt állítani, hogy ténylegesen magyar embernek köszönhető az elektromos autók korai megjelenése, bár ennek napjainkban gyakorlati jelentősége nincsen.) Az autózásnak megvoltak a kezdetleges nehézségei, az akkori gőzgépeket nehéz volt kezelni, szagosak voltak, akár 1 órát is kellett várni bemelegedésükre, és szinte csak városban használták őket. Elektromos társaikkal kevesebb baj volt, hisz nem kellett őket melegíteni, nem árasztottak magukból semmilyen bűzt, nem kellett váltani, és úgyis csak a városban használták őket. Itt már rengeteg hasonlóságot vélhetünk felfedezni mai társaikkal szemben, hisz manapság is sokan a városban használják az ezen meghajtással rendelkező autókat, és ennek még a városlakók is tudnak örülni, ugyanúgy, mint akkoriban (autoexpress.co.uk).

A 20. század hajnalát sokan az elektromos hajtás aranykorának is nevezik, az Amerikai Egyesült Államokban lévő elektromos autó-áradat miatt. New Yorkban taxiként használták őket, 1897-ben ezek voltak az első piacra szánt elektromos járművek. „A város flottája több mint 600 elektromos taxira nőtte ki magát” – írja az autoexpress.uk. Néhány történész szerint 1900-ban nagyjából az ország autóinak az egyharmadát tették ki az elektromos meghajtással rendelkező autók. Habár népszerűségnek örvendhetett a hangtalan suhanás élvezete, ezt nem annak köszönheték, hogy az elérhetőségük és teljesítményük olyan jó lett volna, hanem belsőégésű társaik hiányosságaiból adódóan vágytak rájuk az emberek. Ez a lendület egészen 1908-ig tartott, a Ford T-Modell bemutatásáig. Henry Ford találmányával megváltozott minden. A belsőégésű motorok megjelenésével az autók olcsóbbak lettek, könnyebben lehetett őket kezelni, így hatalmas népszerűségnek örvendtek, valamint az utak is rohamos tempóban fejlődtek. A fejlődés gyors volt, nagy volt a kereslet a benzinnel ellátott járművekre, gyorsabb autókra vágytak az emberek, nagyobb hatótávval és gyorsabb újra töltési idővel (Wilson, 2022). A 20. század jelentős részében maguk mögött hagyták a gyártók ezen technológiát, és nem is gyártották őket. Az elektromos hajtással rendelkező járművek legnagyobb szerepe az űrkutatásban volt, az első autó a Holdon 1971-ben egy Lunar Roving Vehicle névre keresztelt jármű volt, 57 mérföldes hatótávval. Az Apollo 15-tel felküldött, majd David Scott és Jim Irwin

által vezetett autót összesen 27,8 kilométert vezették első utazása során. Összesen három alkalommal használták a járművet különböző űrprogramokban ebben az időben: Apollo 15, 16, 17 (Williams, 2016).

A 20. században voltak még ugyan próbálkozások, de formavilágát tekintve nem volt elnyerő, a piac által érdektelen és többnyire haszontalan járművek voltak ezek. Egy autó volt, amely érdekelte az embereket, és amely változatosabb is volt. Az amerikai General Motors (továbbiakban csak GM) által gyártott „EV1”, a történelemkönyvekbe illik. 1996-ot írunk, és Kalifornia államban új kibocsátási törvényt iktattak be (Kaliforniában vannak mai napig a legszigorúbb szabályozások erre vonatkozóan az államokban). A törvény lényege az volt, hogy az autógyártóknak egy kis százalékban, zéró-emissziós autót kellett gyártaniuk, aminek csak az elektromos autók feleltek meg. A gyártók nagy része egy, már meglévő modelljüket átalakítva feleltek meg ennek, de ezen autók közel sem voltak népszerűek, nem is gyártottak sokat, bár az elvárásnak megfeleltek törvénykezési szempontból. A GM viszont nagyot vállalva, egy teljesen új autót tervezett. Ez lett a fentebb említett EV1 (Wilson, (2022).

Az EV1 a legújabb technológiára hagyatkozott, amit az ólom-sav akkumulátoros technológiával el lehetett érni. Az autó a nagy SUV-k korában egy teljesen más filozófiát követett, hiszen egy kicsi, 2 üléses autó volt (kevesebb ülés, kevesebb súly), így is növelve a hatótávot. Azokon az embereken kívül, akiket már alapból érdekelt a villanyautózás, nem mozgatótt meg mást az autó, nagyjából 800-at lízingeltek 1996 és 2003 között, az utolsó darabokat pedig 1999-ben gyártották. Hatótávja az autónak az akkori csúcstechnológia mellett is alacsony volt, az új akkumulátorral, a nikkel-fém-hibriddel a hatótáv, csak 70 és 160 mérföld közé esett (felhasználástól és körülményektől függően). „De miért is fontos ez az autó?” kérdezhetné az ember. Az autó fontosságát az utóélete okozta. Az EV1 több okból is hatalmas bukás volt, hiszen egyrészt egy hatalmas pénztemető volt, mivel mint említettem, ez egy nulláról fejlesztett autó, ami rengeteg pénzbe került. A másik oka a bukásnak az volt, hogy a tiltakozások és panaszok miatt (aminek a GM is részét képezte) feloldották ezt a szabályt, így nem kellett senkinek EV-t gyártania, hogy Kaliforniában adhasson el autót. Harmadrészt pedig fogyasztói felháborodásokkal nézett szembe a GM. Mint említettem, az autót lízingelték, de nem vehették meg, valamint az összes EV1-et (egy kivételével) visszavették a fogyasztóktól, és bezúzták őket. A GM pénzügyi helyzete, és vásárlói megítélése egyaránt hatalmas zuhanásba kezdett (pénzügyi helyzete már az EV1 fejlesztésekor) (Wilson, 2022).

2.2 A Tesla kezdete, és a Leaf uralma

Pár évet ugorva a GM botrányos próbálkozása után, beszélhetünk 2 nagyon meghatározó autóról. Az egyik a Nissan Leaf, a másik pedig a Tesla Roadster. Kezdjük is előbbivel, annak ellenére, hogy pár évvel később lépett színpadra. A Nissan Leafet 2010-ben mutatták be, és ez volt az első nagy tételben eladott elektromos autó. A legtöbb példányszámban eladott elektromos autó rekordot 2018-ig tartotta, mikoris átvette helyét a máig is népszerű Tesla Model 3. A Leaf egy relatíve megfizethető áru, kompakt autó volt. Első generációját (mely 2011-ben az Év Autója díjat is elnyerte) egy 24 kWh-os akkumulátorral szerelték, ami 110 lóerőt és 280 nM nyomatékot volt képes leadni az első kerekre. A hatótáv 135 volt EPA szabvány szerint, de az NEDC 199 kilométer megtételét ígerte, és egyes felhasználók el is érték ezt. Az autó alapból 3,3 – 6,6 kW-al tudott tölteni, de villámtöltőn keresztül (CHAdemo) képes volt 50 kW töltési sebességre is, ami akkoriban tényleg jónak is számított. Az akkori eladási ára 32,500 amerikai dollár volt, de adózási kedvezmények után, csak 25 ezer dollár volt az autó ára (Kalifornia államban még több kedvezmény révén 20 ezer dollárra csökkent ez az összeg). A Nissan Leaf azonnal közönség kedvenc lett, hiszen nagyon takarékos volt, és a felmerülő javítások költsége elenyésző volt. Szemléltetésképp, összevetném a 2010-ben kiadott Ford F-150-nel, hiszen már évtizedek óta az a legkelendőbb autó az Egyesült Államokban (Valdes-Dapena, 2010, edmunds.com).

Típus	Ford F-150	Nissan Leaf
Ajánlott fogyasztói ár	\$33255	\$25280 (adókedvezménnyel)
Fogyasztás	15 mpg	121 mpge (17,3 kWh/100 km)
1000 mérföld megtételének ára	(3 dolláros átlagárral számolva) \$200	(135 mérföld hatótávval, és jelenlegi \$0.1285/kWh árral számolva) \$38
Átlagos éves szervízköltség	\$800	\$748

1. táblázat: Ford F-150 és Nissan Leaf összehasonlítása. Saját szerkesztés.

Forrás: https://money.cnn.com/2010/03/30/autos/nissan_leaf_pricing/index.htm

A Nissan által bemutatott autó a mai napig népszerű, hazánkban 2013 óta árulják, és itthon is rengeteg lelkes felhasználója van. A címben is utalást tettem a második autóra, amellyel le is zárnám a bevezető szakaszt. Ez az autó nem más, mint a Tesla Roadster. A Tesla, a mai világ

legértékesebb autógyártója (\$833.6B 2022 szeptember 30-án), az élre törése 2008-ban kezdődött. A Tesla Roadster, a nevéből is sugallja, hogy egy sportautó volt (a roadster egy kétszemélyes, leginkább tetővel nem rendelkező autó, amelyet gyártása során is tető nélkülire terveztek, figyelve a súlyára, annak elosztására, ezáltal nem összekeverendő a kabrióval), mely a Lotus Elise alapjaira épült, ami egy alapból könnyű, egzotikus sportautó volt. Az elektromos átépítés után a Tesla Roadster 1305 kilogramm lett, ami még beleférhet az igazi sportautós súlyhatárba. Az autó 248 lóerővel és 270 Nm nyomatékkal rendelkezett eleinte, de későbbi változataiban (2012-ig gyártották) ezek a számok 288 lóerőre és 400 Nm-re nőttek (ezen változatot 2.5 Sportnak hívták) (Brownlee, 2022).

Alapjaiban rengette meg az autóipart, hatótávja nagyjából 400 kilométer volt, ami a Nissan Leafet is meghaladta. Árazása tükrözte célját és alapját, hiszen 100 és 130 ezer amerikai dollár között volt újonnan árcédulája (modelltől és évjáratától függően). Gyorsulása sem volt mindennapi, 3,7 másodperc alatt érte el állóhelyből a 100 km/h sebességet, ami egy elektromos autótól akkoriban lenyűgöző volt. Összehasonlításképpen, az akkori Porsche 911 Turbo ami 127 ezer dollárba került, 3,5 másodperc alatt tudta ezt, de sok Lamborghini és Ferrari is lemaradt a Tesla mögött, például a Ferrari F430, melyek kétszer, de akár háromszor is többbe kerültek (opcióktól függően) (Demuro, 2021).

Ha Roadster, akkor Top Gear. A Roadster mellett nem lehet elmenni anélkül, hogy említenénk a Top Gear című brit sorozatnak köszönhető botrányt. A műsor egy autók teszteléséről szóló könnyed sorozat, melynek egyik műsorvezetője, Jeremy Clarkson, tesztelt 2 Roadstert. Sok dicséretet kapott az autó, főleg gyorsulása miatt, ámbar kezelhetősége közel sem volt olyan jó, mint a Lotus Elisnek, amire épült. Clarkson azt mondta, 89 kilométert bír az autó összesen versenypályán, és le kellett tolniuk az autót a pályáról. A Tesla egyik szóvivője azt állította, tudják, hogy nem volt 20%-nál kevesebb töltöttség az autókban, nem volt semmi hiba velük (a fékek meghibásodását is említették a műsorban), és az egész csak egy lejárató kampány volt, amit megrendeztek. Hosszú hetek után, annak ellenére, hogy több forrás is megerősítette,

tényleg megrendezett volt az egész, a Tesla elveszítette a pert, és a bíróság 100 ezer font fizetésére kötelezte a céget (tesla.com).

Összesen a 4 év alatt 2450 Roadstert szállított le a cég, melynek túlnyomó részét az USA-ba szállították.

$$\frac{33705 \frac{\text{Wh}}{\text{gal}_{\text{ge}}}}{135 \frac{\text{Wh}}{\text{km}} \times \frac{1.6 \text{ km}}{\text{mi}}} \times 77.6\%_{\text{charging eff.}} = 120 \text{ mpg}_{\text{ge}} = 1.95 \frac{\text{L}_{\text{ge}}}{100 \text{ km}}$$

1. ábra: A Tesla Roadster fogyasztása, MPGe értéke (l/100kme-ben is megadva)

Forrás: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_\(first_generation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_(first_generation))

A Tesla fogyasztás tekintetében nagyon jó volt, habár töltése lassú volt, mivel, infrastruktúrája közel sem volt még olyan szinten töltési sebesség terén sem, mint most. Történelmileg tekintve, elkezdődött a villanyautózás terjedése, (főleg) a fentebb említett két autónak köszönhetően. A Tesla elkezdett beszélni a köztudatba, majd hamarosan gyökerestül megváltoztatta rengeteg ember látásmódját a villanyautókról (caranddriver.com).

3 Az akkumulátorok problémaköre

3.1 Az akkumulátorok felépítése, használata

A legfontosabb része az elektromos autóknak az akkumulátoruk, de az akkumulátorokkal kapcsolatban sok esetben hallhatjuk, hogy nagyon károsak a környezetre. Szeretném górcső alá venni, ennek okát, és hogy mi történik az akkumulátorokkal használat után. A lítium és kobalt bányászat környezeti és etikai visszásságait mutatom be.

A leggyakoribb vitatéma az elektromos autókkal kapcsolatban az, hogy a lítium és kobalt bányászat környezetre gyakorolt hatása miatt nem is olyan „zöldek” ezek az autók, mint azt a laikus ember gondolná. Emellett pedig etikai kérdéseket is felvet az akkumulátor gyártás alapanyagainak beszerzése és a keletkező hulladék kezelése. Ebben a fejezetben ezt ismertetem, valamint szót ejtek arról, hogy van-e elegendő lítium ahhoz, hogy a személygépjárművek mellett, más szárazföldi járművek (kamionok, földművelésre használt gépek, motorok) is nagyobb arányban váljanak elektromossá.

3.2 A kobalt bányászat

Az elektromos autók számára a lítium mellett, kobaltra is szükség van, hogy akkumulátorokat gyárthassunk. A kobalt legnagyobb termelője a Kongói Demokratikus Köztársaság, mintegy 120 ezer kibányászott tonnával 2021-ben (több mint 7-szer több, mint a második helyen álló Oroszország) (statista.com). A Kongói Demokratikus Köztársaság a világ egyik legszegényebb országa, 2021-ben az ország GDP-je 53,96 milliárd USD volt (worldbank.org). Az országban az emberek több, mint 60%-a él mélyszegénységben, azaz \$2.15/nap alatti jövedelemből. Az ausztrál nemzeti tv csatorna, az ABC-TV 1992 óta futó, főműsoridős adása a „Foreign Correspondent” azaz Külföldi Tudósító, 2022 elején leadott adásában a Kongói Demokratikus Köztársaságban működő kobalt bányákat és annak társadalmi és egészségügyi hatásait mutatták be. Az országban fellelhető bányák 80%-a kínai cégek által finanszírozott vagy birtokolt. A bányák nem rendelkeznek biztonsági felszerelésekkel, gyakran beomlanak a bányászok felett. A bányák nincsenek kerítéssel elhatárolva, ezért a nem megfelelő biztonsági felügyelet miatt, gyakran mennek oda gyerekek, nők, akik saját kenyerük megkeresése érdekében pusztá kézzel kutatnak a hátrahagyott földben, kobaltra bukkanás reményében. A megtalált kobalt maradványokat több piacon adják el, melyeket a kínai bánya tulajdonosok vásárolnak vissza, meglehetősen nyomott áron. Ezeket az ügyleteket kínai alkalmazottak felügyelik (Davie, 2022).

3.3 A lítium bányászat

A lítium tulajdonságait érdemes bemutatni a témával kapcsolatban. A lítium, a periódusos rendszer 3. főcsoportjába tartozó, alkálifém, és ebből következtethetően, erősen reaktív és

gyúlékony. Természetben nem található meg tiszta formájában, csak vegyületeiben (ezáltal további eljárásokra is szükség van a bányászata után). A Földön található lítium bányászat 92%-a 4 országban történik: Argentína (8,3%), Kína (9,7%), Chile (21,5%), Ausztrália (52,9%, Greenbushes Mine -> Kwinana Lithium Plant). A lítium ára, a 2017-es 24,000 USD/t-ről 2022-re 76,000 USD/t-re emelkedtek (Trading Economics, 2022), ami egy 316,67%-os növekedés, 5 év alatt (Denbie, 2022).

Az ára mellett környezeti hatásai sem elhanyagolhatóak. Az amerikai Silver Peak Lithium Mine, egy kisméretű bánya, mely annak ellenére, hogy az Amerikai Egyesült Államok az egyik legnagyobb elektromos autó eladásokkal rendelkező ország, mégis, az egyetlen ilyen bánya az országban. Sajnos környezeti hatásai mégis megkerülhetetlenek. Azonban Thacker Pass egy ígéretes helynek tűnt, nem messze a Silver Peak bányától, ami az egyik legnagyobb kitermelővé tehetné volna az Amerikai Egyesült Államokat. A Thacker Pass-i bánya elindítását már kérvényezték, amely nagy visszhangot váltott ki az államok lakóiból, főleg az ottani, nevadai emberekből. Thacker Pass, mint neve is sugallja egy hegyek közti (Montana Mountains, Double H Mountains) „átjáró”, amely a környék biodiverzitási forráspontja (Sam, 2021). A „Conservation and Public Accountability Groups File Legal Challenge to the Thacker Pass Lithium Mine” című, és a U.S. Bureau of Land Management által közzétett „Thacker Pass Lithium Mine Project” elnevezésű dokumentum alapján megtudhatunk többet környezeti hatásairól (Denbie, 2022).

A teljes projekt terület 7281 hektár, a zavart okozó lábnyom pedig 2304 hektár. A bányalyuk nagyjából 3,7 kilométer mély lenne, szélessége pedig 800 méter körüli lenne az elképzelések szerint. A bánya élettartama 41 év lenne, 5 év rekvirálás. Két fázisra bontották az összesen 46 évet, amelyből az első fázis az első 4 évet foglalja magába. A második fázis a bánya ötödik évétől a negyvenegyedik évig tartana. A bányászat során, kénsav felhasználását vennék igénybe, ami az 1. fázisban 2900 tonna/nap, a 2. fázisban 5800 tonna/nap kénsav felhasználását jelentené. A bányászat során keletkezett gőz segítségével egy turbina által áramot termelnének, és a projekt első fázisában, a termelt elektromosság maximum 15 megawatt lenne, amelyet a bányaterületen használnak fel, vagy túltermelés esetén eladnának a hálózatba (explanning.blm.gov).

A bányászat során felhasznált vízzel több probléma is akadt. Elsősorban az, hogy az egész terület nem gazdag vízkészlet terén, évente összesen kevesebb, mint 25 centiméter víz esik, továbbá földfelszín alatti vízkészletben sem gazdag. A bánya első fázisában 6102 liter, második fázisában 12204 liter vizet használnak fel percenként. Összesen a tervezések szerint 6,443 milliárd liter víz kerül felhasználásra. Ez a víz a bányászati folyamatokhoz, feldolgozáshoz és

a por elleni tevékenységekhez kell. A bányászat pályázatában található táblázatban feltüntettek azokat az erőforrásokat, valamint az egyéb megvizsgált jelenségekre gyakorolt hatásokat, és ezeket 3 csoportba sorolták. A 3 csoport:

- nem jelenlegi állapotában lesz,
- jelenlegi állapotában lesz vagy nem lesz rá hatással a bánya,
- jelenlegi állapotában lesz vagy hatással lehet rá a bánya

A második kategóriába sorolták (azaz valószínűleg változatlanok lesznek) a következőket: üzemanyag menedzsment és erdőtüzek, valamint a mezőgazdasági területek. Ami biztosan változni fog, az például a vadon, annak állatai, amelyekből nagy hangsúlyt kapott a szirtisas, és a fehérfejű rétisas (ami az Amerikai Egyesült Állatok nemzeti szimbóluma). A változás a növényzeten is észlelhető lesz, valamint a terület természeti karakterisztikáján is. A legsúlyosabb negatív hatás azonban a fölfelszín alatti vizeket érinti. A tervezet szerint, a fölfelszín alatti vizekbe arzén is kerülne, amely meghaladná a „Nevada Division of Environmental Protection” (NDEP) előírását, ami 0,01 milligramm/liter. Ámbár az előírásnak most sem felel meg a víz mivel 0,016-0,026 mg/l felett van természetéből adódóan a víz arzéntartalma – bár a további szennyezés nem tenne jót az alaptól nem megfelelő víznek. A bánya bezárását követő 300 évben a szimuláció szerint, fennállna az arzénkoncentráció standard szintjének túllépése (explanning.blm.gov).

Pozitívuma a bánya létrejöttének, hogy 1340 munkahelyet teremtené, melynek átlagos fizetése \$51 200 lesz évente – bár a nevadai átlag fizetés \$59 597 (ziprecruiter.com).

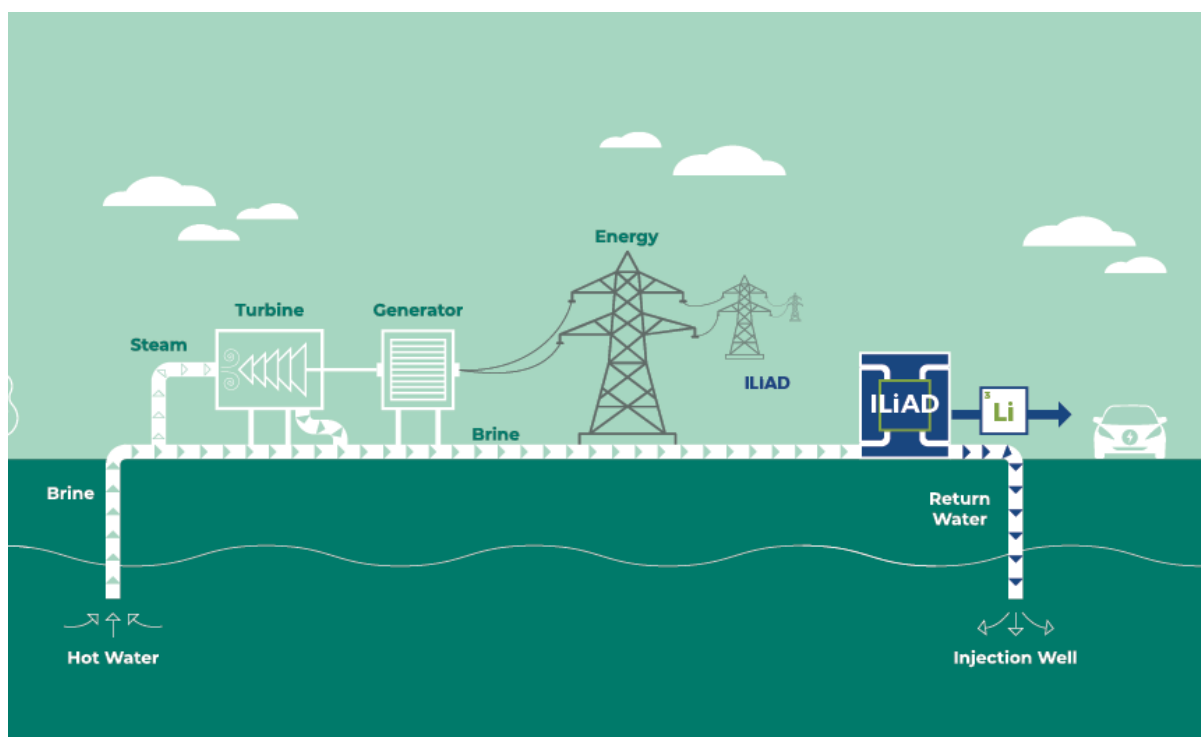
Az állami és helyi adófizetési kötelezettsége (Humboldt County) \$8 213 811, a szövetségi adó pedig összesen \$20 983 110 dollár lenne. Az NDEP által benyújtott engedélyek alapján, nem lehet bányászni talajvízszint alatt, ami 2022 február 25-én dőlt el. Az egész Thacker Pass-i bánya betekintést nyújt abba, milyen hatásai vannak egy-egy lítium bányának (ndep.nv.org).

3.4 A legzöldebb lítium

Dél-kelet Kaliforniában fekvő Salton Sea lehet a megoldás Amerika, de talán az egész világ lítium problémájára. A Salton Sea egy mérgező, vulkanikus sóoldat, mely elég lítiummal rendelkezik ahhoz, hogy több, mint 50 millió elektromos járműre elég lítiumot nyerjenek ki belőle. A több mint 2400 méter mélyen lévő víz 315,56 °C-os, melynek gőzével majdnem 70 000 háztartást látnak el árammal. Jelenleg 3 cég (Berkshire Hathaway Energy, Controlled Thermal and EnergySource Minerals) képes elméletben arra, hogy ebből a sóoldatból kinyerje

a lítiumot, és egy környezetbarátabb módon állítsák elő a felhasználható formáját, mint azt az iparban bárki más (Ohnsman, 2022).

A három cég közül kettő, már két éven belül szeretné elkezdni a kereskedelmi termelést, a három cég pedig 2027-re a - terveik szerint, elérhetik a 100 000 tonnát. Ezzel tehát, a Salton Sea, ami egy közegészségügyi vészhelyzetnek lett nyilvánítva, mára már nagyjából 6 milliárd amerikai dollárt ér. A lítium kinyerésének előnye az is, hogy rengeteg munkát teremt, illetve adófizetési kötelezettségei is jelentősek, főleg Kalifornia legszegényebb részén – ahol a Salton Sea is fekszik, mivel a medián (éves) bevétel egy háztartásra 40%-kal az állami átlag alatt van. Kalifornia állam rendelkezése szerint, \$400/tonna adót kell fizetni, az első 20,000 kinyert tonnáig (Brigham, 2022 - Wilson, 2019).



2. ábra: EnergySource Minerals kinyerési módszere

Forrás: <https://www.esminerals.com/iliad>

Az EnergySource Minerals által használt kívánt módszer az úgynevezett „ILiAD” (az egyetlen ipar által tesztelt és szabadalmaztatott, jelentése: integráció lítium adszorpció deszorpció) lítium kinyerővel dolgozna. Az első lépésben a forró, magas nyomású sóoldatot hozná fel a felszínre. Második lépésben a geotermikus energiát már hasznosító egységekben az eddigiektől változatlanul árammá alakítaná (melyben a gőz egy turbinát meghajtva fejleszt áramot, a megmaradt folyékony halmazállapotú oldatot szállítaná tovább). Harmadik lépésben a kinyerést, a már említett ILiAD kinyerővel az oldatot feldolgozná a lítium kinyeréséhez. Utolsó

lépésként egy földalatti tározóba engednék vissza a sóoldatot, már lítium mentesen, befejezve ezzel a körforgást. Rod Colwell, a Controlled Thermal Resources vezérigazgatója azt mondta a Forbesnak tett nyilatkozatában, hogy „Az egyetlen módja az optimalizálásnak az, ha működtetjük. Csak számítsunk rá, hogy nem megy minden papírforma szerint”. Ezen technológiára még várunk kell, hogy ipari szinten is megtudjuk mire képes, valamint sokkal „zöldebb” lenne a lítium, és nem lenne kérdés, hogy lesz-e elég, hiszen az óceánokban több van, mint amit el tudnánk képzelni, nagyjából 180 milliárd tonna (Brigham, 2022, esminerals.com).

3.5 Az akkumulátorok utóélete

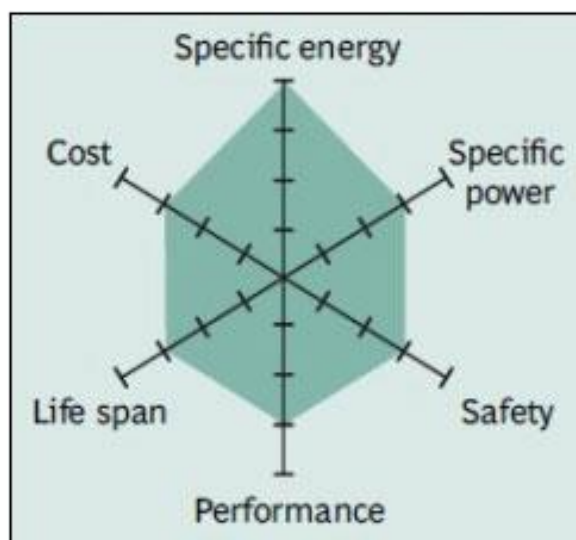
Sokan nem tudják, mi is történik az akkumulátorokkal, ha egy elektromos autó a roncstelepre kerül, esetleg kicserélik az akkumulátor csomagjait, vagy csak szimplán lecserélik. Ahány cég, annyi megoldás létezik az elektromos autók életciklusának végéhez érő kezelésre. Az egyik megoldás Japán keleti részén található. Az East Japan Railway Company a régi Nissan Leaf akkumulátorokat használja vészhelyzeti áramforrásként. Az akkumulátorok akár 80%-os kapacitásúak is lehetnek, és 10 évig is jók lehetnek (az eddigi ólomsavas akkumulátorok 3-7 év használatot bírtak). Ezeket az akkumulátorokat vasúti kereszteződésekben használják, és karbantartás vagy áramkimaradás alatt hasznosítják őket. Így, a fényjelzés, illetve a sorompó az átjáróknál minden esetben működik, akkor is, ha a fő áramforrás épp nem tudja ellátni feladatait (Jones, 2021).

A Tesla pedig állítása szerint az autókban felhasznált „akkumulátorok 100%-át újrahasznosítják”, ámbar ez nem teljesen egyértelmű. Egy akkumulátor ugyanis, mint ahogy azt tudjuk (2. táblázat), több cellából épül fel. Az állítás emiatt kicsit eltérhet a valóságtól, ugyanis nem minden celláját hasznosítják újra egy-egy akkumulátornak, hanem egy részét, azt viszont minden akkumulátornak. A Tesla, ha tökéletesítené az újrahasznosítást, akkor az ökolábnyomát és kibányászott lítium felhasználását is jelentősen csökkentené. A technológia viszont nem tart azon a szinten, hogy ez megtörténjen. Az újrahasznosítás fejlődése pedig 2040-re lecsökkenthetné az elektromos autókhoz szükséges nyersanyagokat jelentős mértékben. A rezet 55%-kal, a lítiumot 25%-kal, a kobaltot és nikkelt pedig 35%-kal.

A legtöbb gyártó újrahasznosítja akkumulátorait, felújítják őket, vagy épp szétszedik, és kisebb eszközök áramforrásként használják őket (Carleton, A. 2021).

3.6 Akkumulátor típusok

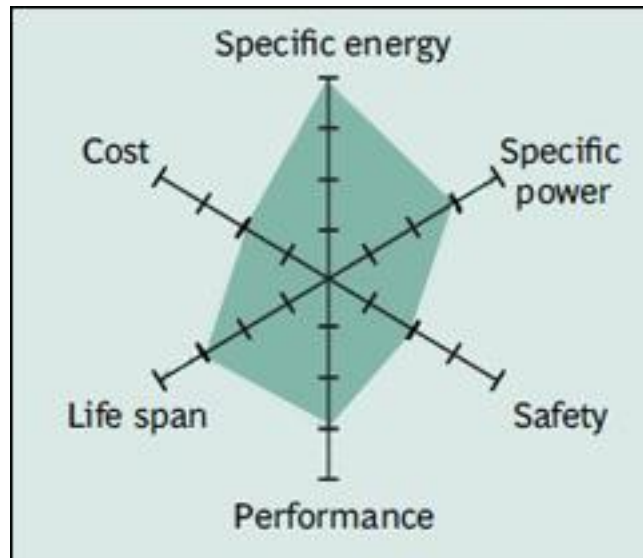
Köztudott, hogy lítium-ionnal működő akkumulátorokat használunk elektromos készülékeinkben, de nincs ez másképp, az elektromos autókban sem. Többféle lítium-ion létezik, amelyeket akkumulátorként használtak az elmúlt évtizedekben (lítium-mangán-oxid, lítium-kobalt-oxid), de ezek közül kettő terjedt el, az elektromos járművek gyártásához és széles körű használatához. Az első, a LiNMC, vagy más néven lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid, mely rendkívül népszerű az elektromos autók esetén. Ilyen típusú akkumulátorokat használnak például a Nissan Leafben, illetve a BMW i3-ban is. A benne található 3 fém kombinálása növelheti a kapacitást, specifikus erőt vagy az élettartamot (batteryuniversity.com).



3. ábra: A LiNMC típusú akkumulátor tulajdonságai

Forrás: <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion>

Az akkumulátorokkal foglalkozó cégek viszont távolodnak a kobalt felépítésű rendszerektől, mivel a kobalt bányászása etikai gondokba ütközik, illetve költségesebb is. A batteryuniversity.com szerinti adatok alapján (2021. október 22-én utoljára frissítve) árazásuk ~\$420 per kWh. A másik elterjedt akkumulátor típus a Lítium-nikkel-kobalt-alumínium-oxid (röviden NCA) felépítésű akkumulátor (3. ábra). Ezt a típust főleg a Panasonic (ami 9,6%-os piaci részesedéssel a második legnagyobb akkumulátorokat gyártó cég) és a Tesla használja. Ára ~\$350 per kWh (2021. október 22-én utoljára frissítve) (batteryuniversity.com).

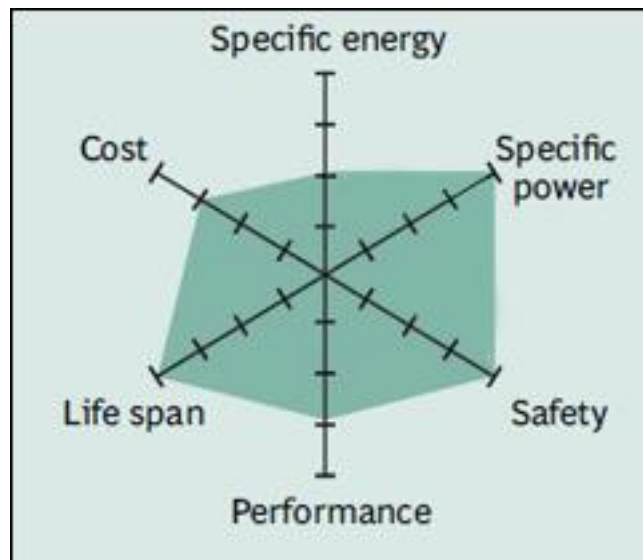


4. ábra: Az NCA akkumulátor tulajdonságai.

Forrás: <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion>

3.7 Merevtestes akkumulátorok

A piacon viszont egyre inkább kezd elterjedni a lítium-vasfoszfát (LFP) felépítésű akkumulátor. Az LFP a nevéből is adódóan, egy nikkel és kobalt mentes akkumulátor típus, mely nem csak olcsóbb és etikusabb ettől, de rengeteg egyéb előnnyel jár. Számos előnye között talán a legjobb a felhasználók számára az, hogy sokkal biztonságosabb, mint bármely más felépítésű akkumulátor. Biztonságossága mellett könnyebb, valamint élettartama is többszöröse lehet (megfelelő körülmények között) egy NMC akkumulátorénál (Hyung-Kyu - Jeong Min, 2021). Az egyik legnagyobb kínai elektromobilitással foglalkozó cég, a Build Your Dreams (BYD) is ilyen akkumulátorokat használ elektromos járműveikbe. A svájci UBS szerint, az LFP típusú akkumulátorok 2030-ra már 40%-os piaci részesedéssel fognak bírni, ami 2020-ban még csak 17% volt. 2021 félévében a piac részesedése 24,1% volt (kedglobal.com), melyhez továbbá hozzájárul az, hogy 2021 októberétől a Tesla a standard hatótávú autóiába ezt a típusú akkumulátort teszi (Hyung-Kyu - Jeong Min, 2021).



5. ábra: Az LFP akkumulátor tulajdonságai

Forrás: <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion>

Az LFP akkumulátorok általában 30%-kal olcsóbbak kWh-ként, mint fentebb említett társaik, de ez, a piaci trendektől is függ, de a kobalt kihagyása miatt, jelentősen olcsóbb, mint kobaltot igénylő társai (kedglobal.com, batteryuniversity.com).

Az LFP akkumulátorok térhódítását megzavarhatja viszont, a merevtestes akkumulátorok (SSB) kezdete. Sok gyártó várja már, hogy elkezdhessék gyártani autóikat az új, nagy reményt keltő akkumulátorokkal, melyek teljesítménye nagyobb, és biztonságosabbak is, mint a ma használt akkumulátor-típusok. A legnagyobb reményt a felhasználók, gyártók és fejlesztők egyaránt, a hatótáv ugrásszerű növekedéséhez és a töltési sebesség jelentős csökkenéséhez fűzik. A német prémium szegmens egyik tagja, a BMW, valamint a Ford, 2022 év végén kapják meg első merevtestes akkumulátor celláikat, hogy elkezdhessék a kísérleteket az ezen fajta akkumulátorokkal (europe.autonews.com).

A Samsung már elkezdte előkészületeit a SSB gyártáshoz, a tömegtermelést 2025-ben kezdhetik meg legkorábban. Előreláthatóan 2030-ban fogjuk először látni, milyen hatásai lesznek a SSB-vel felszerelt autóknak, egyéb elektromos járműveknek a piacra, illetve a mindennapi felhasználói szokásokra (batterynews.com).

4 Fenntartás, tankolás, piaci trendek

4.1 Árak és eladások

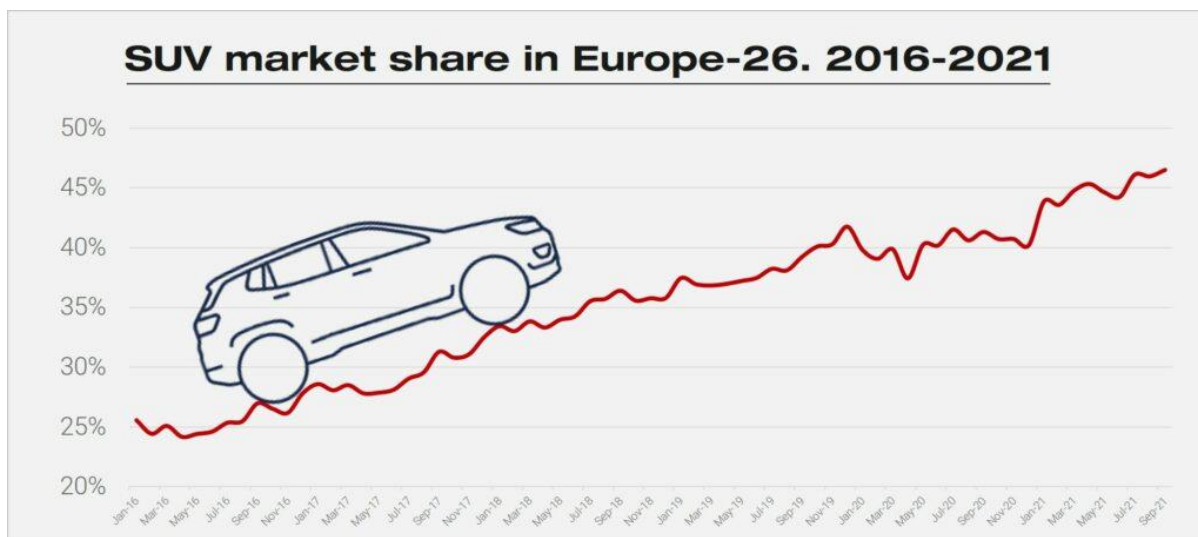
A költségük mellett, a súlyuk sem elhanyagolható az akkumulátoroknak, az elektromos autók esetén. A már említett Nissan Leaf, egy városi kisautó, és súlya mégis 1680 kilogramm (a második generációs változatnak) (marklines.com).

Modulok száma	24
Cellák száma	192 (2 párhuzamosan és 96 sorban)
Névleges feszültség	350 V
Kapacitás	40
Külső dimenziók H X Sz x M	1547 mm x 1188 mm x 264 mm
Súly	303 kg
Súly energiasűrűsége	132 Wh/kg

2. táblázat: Nissan Leaf (2018) akkumulátor fizikai adatai.

Forrás: https://www.marklines.com/en/report_all/rep1786_201811

A 2. táblázat adatai alapján is látható, hogy 303 kilogramm az akkumulátor súlya. Egy kis autónál jelentős eltérés nincs, a belsőégésű és elektromos változat között a súlyt tekintve, viszont egy nagyobb járműnél, (pl. SUV-ok esetén, melyek jelenleg majdnem 50%-os piaci részesedéssel bírnak Európában) nagyobb a különbség e tekintetben. A mai belsőégésű motorokkal szerelt SUV-okról (1,5-2,0 literes hengerűrtartalom általában) elmondható, hogy a belső égésű motoros változat könnyebb, mint egy hasonló méretű elektromos SUV. A SUV-ok nagy népszerűségnek örvendenek az eladásokat tekintve Európában (6. ábra).



6. ábra: SUV-k piaci részesedése Európában, 2016-2021 között.

Forrás: <https://www.jato.com/oems-are-selling-more-suvs-but-are-they-selling-more-vehicles/>

Az Európai Unió által kitűzött, karbon-semlegességre vonatkozó célokkal összhangban, a legtöbb eladott autó az EU-ban manapság kisebb, gyengébb motorral felszerelt (7. ábra).

	Top 25 Models		vs 2020	vs 2019
1	Volkswagen Golf	205,408	-27.9%	-50.0%
2	Peugeot 208	196,869	-1.1%	-12.4%
3	Dacia Sandero	196,792	+16.9%	-12.4%
4	Renault Clio	196,243	-21.1%	-38.5%
5	Peugeot 2008	194,653	+24.4%	+16.5%
6	Volkswagen T-Roc	186,644	+17.1%	-10.4%
7	Toyota Yaris	182,590	+1.3%	-14.3%
8	Opel/Vauxhall Corsa	180,643	-8.7%	-18.5%
9	Fiat/Abarth 500	174,739	+24.0%	-1.0%
10	Citroen C3	159,302	+7.0%	-25.2%
11	Renault Captur	158,580	-11.0%	-29.3%
12	Volkswagen Polo	152,617	-9.7%	-40.5%
13	Hyundai Tucson	149,170	+64.3%	+6.4%
14	Toyota Corolla	146,604	+6.8%	+9.7%
15	Dacia Duster	145,753	+4.4%	-34.2%
16	Skoda Octavia	143,268	-21.9%	-35.9%
17	Tesla Model 3	141,429	+64.0%	+48.8%
18	Peugeot 3008	140,015	+11.9%	-28.4%
19	Volkswagen Tiguan	133,558	-9.5%	-39.9%
20	Ford Puma	132,887	+12.3%	new
21	Fiat Panda	132,227	-8.7%	-28.3%
22	Volkswagen T-Cross	127,956	+11.7%	+27.1%
23	Volvo XC40	120,234	+9.5%	+42.5%
24	Mercedes A-Class	117,233	-25.7%	-41.3%
25	BMW Series 3	116,250	-1.9%	-4.9%

7. ábra: A 25 legtöbbet eladott autó modell Európában, 2021-ben.

Forrás: <https://www.jato.com/the-golf-topped-the-market-strong-results-for-tesla/>

Az ábrán (7. ábra) bemutatott modellek között számos autó megtalálható hibrid rendszerrel, illetve „elektromos” változatban, melyek igazából csak egy belsőégésű autó padlólemezére épített, elektromos hajtással rendelkező változatot rejtenek magukban. A probléma ezekkel az autókkal az, hogy nem tudják kihasználni a megannyi, elektromos autónak szánt autó padlólemezéből adódó előnyöket. Az ilyen előny például a nagyobb akkumulátor csomag, a kardántengely hiányából adódó több lábtér elöl és hátul egyaránt, valamint néhány esetben a „frunk” azaz az első csomagtartó (Munoz, 2021).

Az egyetlen, csak elektromos hajtással szerelt autó a listán a Tesla Model 3. A Tesla középső méretosztálybeli szedánja az egyik legdrágább is a listán. A következő árak 2022. október 20-án gyártó által, a hivatalos weboldalon feltüntetett árak, a teljesen alap modellekre értendőek. A Tesla Model 3 (325 lóerő) alapára 21 699 990 forint a Tesla hivatalos magyar oldalán, mely a prémium árkategóriába sorolható, még a mai újautók ára mellett is. A listavezető Volkswagen Golf (110 lóerő) mely hazánkban is nagyon népszerű autó, alapfelszereltséggel 10 170 710 forinttól indul, de a legerősebb csúscváltózat is 18 368 860 forintról indul, amelybe sok extrát kell kérnünk, hogy elérje a Model 3 árát. Habár a Golf kisebb, és más a célközönsége is, mégis, a felhasználói vélemények összevetése alapján, egy jobban összerakott autó, pedig nem a prémium szegmenset célozza meg. A méretében hasonló, 3-as osztályú BMW egy alternatív megoldás lehet sokak számára. A teljesen alapfelszereltségű, 318i (156 lóerő), 15 150 000 forintért nyújt kényelmet és minőséget az érdeklődők számára. A Tesla előnye viszont a zöld rendszám. (tesla.com, konfigurator.volkswagen.hu, bmw.hu)

4.2 Zöldrendszám

A Magyarországon a zöld rendszámmal ellátott autók – azaz környezetkímélő gépkocsik - adókedvezményben, és egyéb előnyökben részesülnek, ezzel népszerűsítve a környezetkímélő autókat, főleg az elektromosokat. Hazánkban 2016-ban vezették be a zöld rendszámot, használatának részleteit a 326/2011. (XII. 28.) Korm. rendelet tartalmazza. (motorhang.hu) A zöld rendszám napjainkban egyre gyakrabban látott, mivel a 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet I. fejezet 2. paragrafus 6. pontja alapján: „A rendelet alkalmazásában környezetkímélő gépkocsi: az elektromos gépkocsi, továbbá a nulla emissziós gépkocsi. A rendelet alkalmazásában elektromos gépkocsi:

a) a tisztán elektromos gépkocsi, amelynek a hajtáslánca legalább egy elektromos energiatároló eszközt, elektromos áram átalakító egységet, és olyan elektromos gépet tartalmaz, amely a

gépkocsi meghajtására szolgáló tárolt elektromos energiát mechanikai energiává alakítja és a gépkocsi meghajtásához más erőforrással nem rendelkezik (5E környezetvédelmi osztály);

b) a külső töltésű hibrid elektromos gépkocsi (plug-in hibrid gépkocsi), amely gyári kialakítása szerint rendelkezik olyan csatlakozóval és áramátalakítóval, ami lehetővé teszi az elektromos energiatárolójának külső elektromos energiaforrásból történő feltöltését, elektromos üzemben a hatótávolsága – az ENSZ-EGB 101. számú előírás szerint mérve – legalább 25 km (5P környezetvédelmi osztály);

c) a növelt hatótávolságú hibrid elektromos gépkocsi, amely a b) pontban foglaltaknak megfelel és hatótávolsága tisztán elektromos hajtással legalább 50 km (5N környezetvédelmi osztály).”
(villanyautosok.hu)

Egy ilyen, zöld rendszámmal járó előny, a gépjárműadó (régén súlyadó) alóli mentesség. Súlyadót 1992 óta kell fizetni belföldi forgalomban lévő és magyar hatósági rendszámú járművel ellátott járművek és pótkocsik, valamint a Magyarország területén közlekedő, külföldön nyilvántartott tehergépjárművek után. Eredetileg az önkormányzatok bevételeit szerették volna növelni ezzel az adófajtával, hogy a befolyt összegből az úthálózat karbantartását, fejlesztését finanszírozzák. 2007-ig a gépjármű súlya számított, azóta viszont a teljesítménye alapján számolják az adó összegét a személyautóknál és a motorkerékpároknál. 2007 óta a súlyadó már gépjárműadó, valamint 2021 óta az önkormányzatok helyett, a Nemzeti Adó- és Vámhivatal számlájára folyik be a teljes összeg, melyet a járványügyi helyzet miatt alakítottak így. A számolás menete a Nemzeti Adó- és Vámhivatal hivatalos oldala szerint így zajlik (személyautókra és motorokra): (8. ábra) (schiller.hu)

a gyártás évében és az azt követő 3 naptári évben	345 Ft / kW
gyártás évét követő 4-7. naptári évben	300 Ft / kW
gyártási évet követő 8-11. naptári évben	230 Ft / kW
gyártási évet követő 12-15. naptári évben	185 Ft / kW
gyártási évet követő 16. naptári évben és az azt követő években	140 Ft / kW

8. ábra: A NAV által (2022. október 19-én) feltüntetett gépjárműadószámítási elv

Forrás: <https://nav.gov.hu/ado/gepjarmuado/az-ado-szamitasa>

A fentebb említett szabályrendszer miatt láthatunk gyakran két tonna feletti, nagy benzinmotorral ellátott zöld rendszámú autókat, mint például egy Porsche Cayenne Turbo S E-Hybrid, ami nagyjából 20 kilométert képes megtenni tisztán elektromosan, így az évi több mint 130 ezer forintos gépjárműadót nem kell kifizetnünk. 2490 kilogramm az autó saját tömege, ami kicsit komikus összehatást kelt, a rajta lévő zöld rendszámmal, amikor a motorháztető alatt, bi-turbó V8-as motor duruzsol. A hibrid rendszer nélkül 13-15 l/100km az EPA által megadott üzemanyagfogyasztása az autónak. A gépjárműadó mellett cégautóadót, átírási illetéket, regisztrációs adót sem kell fizetnünk. A legnagyobb visszhangot viszont az ingyenes parkolás kapta 2016-ban, a rendelet bevezetésekor, és kapja is a mai napig. Az ingyenes parkolás úgy ahogy megmaradt, például Veszprémben a zöld és sárga parkoló zónákban a parkolás zöld rendszámmal továbbra is ingyenes, de sok városban, például Pápán, már a zöld rendszám sem nyújt mentességet a parkolás fizetése alól. A parkolási díjakat az önkormányzatok szabályozzák, valamint azt is, hogy a zöld rendszámmal ellátott autók fizetnek-e vagy sem (caranddriver.com, villanyautosok.hu).

4.3 Piaci trendek

Az egyre nagyobb népszerűségnek örvendő SUV-ok (6. ábra) furcsa változásokat hoznak az autópiacon. A Ferrari, 2022. szeptemberében bemutatta SUV-ját, melyet a szuper/hipersportautó gyártók közül majdnem utolsóként tett meg. Minden méretosztály autójának megvan a SUV megfelelője, illetve van „coupe” gúnynevet viselő várositerezjáró, melynek vásárlása a régmúlt csodás autóinak szembeköppése, hiszen ezen autók nem 2 ajtósok, és formaviláguk szöges ellentétje annak a filozófiának, amire 10-15 évvel ezelőtt használták, már csak inkább marketingfogás. A SUV-ok természetének, légellenállásának nagysága, és az akkumulátorok súlyának köszönhetően, ezen autók fogyasztása sem a legjobb, de mégis ezen autók a legnépszerűbbek, melyet főleg vezetési pozíciójuknak, illetve biztonságérzetüknek köszönhetnek. A 6. ábra alapján láthatjuk, hogy 25 autóból 10 crossover vagy SUV volt 2021-ben. A SUV-ok mellett szól viszont, hogy kisgyerekes családoknak, idősebb embereknek nagyon jó választás, lehet, ha a SUV felárat meg tudják fizetni vásárláskor. Az elektromos autóknál szintén jellemző ez a térhódítás, egyre több típusú elektromos autót találunk, nagyrészt SUV, hiszen a vásárlóerő ebben a szegmensben van. Az elektromos autók terjedése már elég számottevő (jato.com).

2021-ben az Európai Unió területén eladott autók 9,1%-a tisztán elektromos volt. A hagyományos hibrid és plug-in hibrid eladások 28,5%-ot tettek ki, melyből előbbi 19,6%, utóbbi 8,9% volt. A dízel motorral szerelt autók megegyeztek a hibridekkel. Jelenleg az autókra

rengeteget kell várni, és áruk szinte naponta változik. A rendeléseket több hónapokkal később sem biztos, hogy le tudják szállítani, melyet főként a félvezetők hiánya okoz. (acea.auto)

A félvezetők közül több ezer darab kell egy-egy modern autóba, 1500 darab kell, az elektromos autókba pedig nagyjából 3000. A chiphiány a koronavírus-helyzet alatt megváltozott prioritások, leállások és oltási eljárások miatt alakult ki, melyet 2023-ban is érezhetnénk. A chippek legnagyobb kitermelője Tajvan gyártja a világ félvezetőinek 65%-át, valamint, a modern autókba szükséges chipjeinek 90%-át. A Kína és Tajvan közötti feszült helyzet azonban kiszámíthatatlan, és hatalmas befolyása lehet egy esetleges háborúnak mind az autóiparra, mint a világra nézve (Moore, 2022, index.hu).

4.4 Hatótáv, töltési bonyodalmak

A feltüntetett árak 2022. 11. 01-én frissültek utoljára (villanyautosok.hu).

Magyarországon több töltőhálózatot is találunk, eltérő árakkal. Kérdőíves kutatásom alapján megállapítható, hogy nagyon népszerű opció az Ionity töltőhálózata, illetve a bevásárlóközpontok által kihelyezett töltők használata. Elsősorban az Ionity-t mutattam be, hiszen az volt a legnépszerűbb hálózat kutatásom alapján. Az Ionity 280 Ft/kWh díj ellenében tud DC, azaz villámtöltést (ami 50, 150, de akár 350 kW teljesítményű is lehet), melyet 120 Ft/kWh-ért is használhatunk, díjsomagban – a díjsomag egy éves előfizetés ellenében, melynek havidíja, 6500 forint, kínálja fel nekünk az olcsóbb használati díjat. A bevásárlóközpontok (Lidl, Penny) által kihelyezett töltők ingyenesek. A Lidl esetében az oszlopról indított töltés 10 percre tart, míg a telefonos applikációról indított 30 percre. A Lidl AC töltői az egy fázisról 32 amperrel (7,2 kW) tölthető autóknak maximum 20 amper (4,2 kW) képesek átadni, de Budapesten néhány helyen 50 kW-os DC töltőket is találunk. A Penny töltőit külön applikációval tudjuk használni, melyek 22 kW-os teljesítményt adnak le.

Az elektromosautókkal szemben gyakran hangoztatott ellenérvek közül, az egyik leggyakoribb árázásuk mellett, a hatótávuk és a töltésük körülményessége. A hatótáv alatt egyetlen, 100%-os töltöttséggel ellátott akkumulátorral megtehető útra gondolunk. Jellemzően a mai modern belépőszintű villanyautók hatótávja nagyjából 400 kilométer, a középkategória 500, a csúscategória pedig 600 kilométer feletti hatótávval rendelkezik általában. (villanyautosok.hu)

A hatótávot az autó hajtása is nagyban befolyásolja, hiszen egy összerékmeghajtású autó megtehető hatótávja kisebb, mint egy azonos, hátsókerék-meghajtású autóé. Ilyen autó például a Hyundai Ioniq 5, mely 2 féle akkumulátorral érhető el, melyek közül mind a kisebb, 58 kWh-ás, mind a nagyobb, 72,6 kWh-ás változatot kérhetjük hátsó-, illetve összerék-meghajtással is (hyundai.hu). A hatótávok évszakok szerint is változnak egy keveset, ugyanis télen,

alacsonyabb hőmérsékletben, az akkumulátoroknak is máshogy alakul a fogyasztásuk. Télen az üzemi hőmérsékletük fenntartása, illetve, a hideglevegő közegellenállása is magasabb, melyet főleg országúton érzünk meg. A hatótáv, bármennyire is gond sokaknál – nem mintha minden nap teljesen levezetné az átlagos felhasználó az akkumulátorral megtehető kilométereket, hiszen a legtöbben hetente alig vezetik le azt a távot – a töltés a kapacitással együtt jár, az pedig körülményes lehet. A töltés köztudatban lévő hátránya az, hogy sok ideig tart, időigényes. Az időigényesség viszont egy teljesen szubjektív dolog, hiszen a mai DC gyorstöltőkön egy 5-10% töltöttséggel rendelkező akkumulátort nagyjából 20-30 perc alatt 80%-ra tudunk tölteni, ami egy 400 kilométer hatótávú autónál, már 300 kilométer feletti hatótávot kínál nekünk (villanyautosok.hu).

A töltőhálózatok is egyre sűrűbben helyezkednek el, melyet robbanásszerű növekedés érhet, 2030-ig. A töltők legnagyobb problémája viszont pont abból ered, hogy cég csinálja, és nincs egységes rendszerük a töltéshez. Ahány töltő, nagyjából annyi telefonos applikáció szükséges a működtetésükhöz. A fentebb említett Lidl, Penny, Ionity, illetve a Mobility mind más-más applikációkon keresztül használhatóak. Különböző applikációk kellenek a Mol és a Lukoil benzinkutjain kihelyezett töltők használatához, de az E.ON, ELMŰ is más applikációkhoz kötött töltők. A rengeteg applikáció azon kívül, hogy felhasználóit megzavarhatja – főleg az új elektromos autó tulajdonosokat – teljesen feleslegesek, és gyakran átláthatatlanok. (villanyautosok.hu)

4.5 Tankolás és töltés

A legnagyobb érv az elektromosautók mellett, a benzinen vagy dízelen, illetve, egyéb, elektromos autókban nem megtalálható alkatrészek és folyadékok cseréjén történő spórolás. A hitelesség érdekében, Magyarország ársapkás díjszabását nem veszem figyelembe, hiszen ez

nagyjából egyedülálló a világon, és nem adna pontos képet a valódi helyzetről.

2022.év	<i>Ólmozatlan motorbenzin ESZ-95 (hatósági árszabás) (Ft/l)</i>	<i>Ólmozatlan motorbenzin ESZ-95 (piaci árszabás) (Ft/l)</i>	<i>Gázolaj (hatósági árszabás) (Ft/l)</i>	<i>Gázolaj (piaci árszabás) (Ft/l)</i>	<i>Keverék (Ft/l)</i>	<i>LPG autógáz (Ft/l)</i>
november	481	650	481	748	530	399
október	481	690	481	820	528	405
szeptember	481	694	481	751	528	403
augusztus	481	775	481	815	528	390
július	481	733	481	725	528	387
június	481	-	481	684	522	374
május	481	-	481	683	522	326
április	481	-	481	-	522	326
március	481	-	481	-	521	330
február	478	-	478	-	518	334
január	481	-	481	-	520	329

9. ábra: 2022-ben alkalmazott üzemanyagárak

Forrás: https://nav.gov.hu/ugyfeliranytu/uzemanyag/2022_uzemanyag

A Nemzeti Adó- és Vámhivatal által kiadott táblázatból jól látjuk, hogy 700 forint körüli piaci ára volt a gázolajnak, illetve a 95-ös benzinnek is (nav.gov.hu).

Villanyautósok.hu

A táblázatban szereplő árak 2022. november 1-én érvényesek.
A táblázat aktuális verziója letölthető a Villanyautósok.hu weboldalaról.



Szolgáltató	AC töltési díj	DC töltési díj	Töltés indítás módja	Megjegyzés
 ALTE-GO	149-199 Ft/kWh + 0-10 Ft/perc (120 perc után)	-	ALTE-GO applikáció	A töltés díja oszloponként eltérő.
 bee	129-209 Ft/kWh	119-259 Ft/kWh	bee by DREM applikáció	A töltés díja oszloponként eltérő. A töltők jelentős része VW kereskedések területén található, így egyes töltők csak nyitvatartási időben érhetők el.
 EMOBILITY SOLUTIONS	167-172 Ft/kWh + 99 Ft kényelmi díj	190 Ft/kWh + 99 Ft kényelmi díj	Emobility Solutions applikáció	
 e-on	159/175 Ft/kWh + 240 perc után 8 Ft/perc, 2000-06:00 között 99 Ft/perc	189 Ft/kWh + 60 perc után 18 Ft/perc	drivE.ON applikáció	
 elmű-émsz	159 Ft/kWh	ingyenes	eCharge+ applikáció	Egyetlen DC oszlop helye: Pápa, töltésindításkor zárolt összeg: 12.000 Ft
 evDirect	159-189 Ft/kWh	95 vagy 139 Ft/kWh	töltőoszlop QR kódját leolvasva, RFID kártya betanítható	A töltés díja oszloponként eltérő. Fizetés utólag átutalással vagy bankkártyával, hetente elszámoló számla alapján.
 ionity	-	280 Ft/kWh (havodias csomagban 120 Ft/kWh + 6500 Ft/hó)	ionity applikáció	12 hónapos hűségkötéssel igényelhető havidíjas csomag
 lidl	ingyenes	ingyenes	töltőoszlop kezelőszervei, Lidl eCharge applikáció	Oszlopról indítva 10 perc, applikációból 30 perc után leáll a töltés. Az AC töltők 1 fázison maximum 20 amper (4,2 kW) adnak.
 mobility e-mobi	22 kW-os töltő: 135/250 Ft/kWh 43 kW-os töltő: 110 Ft/perc	22 kW-os töltő: 155 Ft/kWh 40-100 kW-os töltő: 110 Ft/perc 100+ kW-os töltő: 150 Ft/perc	Mobility applikáció, Mobility RFID kulcstartó	Kiterjedt Roaming Európa-szerte. A Mobility üzemelteti az e-mobi és a Shell Recharge töltőoszlopokat is.
 MOL PLUGEE	149 Ft/kWh	179 Ft/kWh + 30 perc után 1 Ft/perc	MOL Plugee applikáció, közkezelő RFID kártyával	Nissan tulajdonosoknak 15% kedvezmény az applikációban. A kút nyitvatartási idejében a shopban is vásárolható töltés, készpénzzel vagy bankkártyával, de így magasabb a kWh díj. Kelet-Európa számos országában egységes applikáció.
 Nova Futura	65 Ft/kWh + 1 Ft/perc vagy 79-169 Ft/kWh	99 vagy 169 Ft/kWh	töltőoszlop QR kódját leolvasva, RFID kártya betanítható	A töltés díja oszloponként eltérő.
 OPTIMUM WAY	150 Ft/kWh	150 Ft/kWh	BookMyCharging applikáció RFID betanítható	A három árázból a felhasználó választhat a töltés indítása előtt. A töltő előre lefoglalható 15 vagy 30 percre. Ha egy másik autós lefoglalja a következő időszakra, akkor a töltésünk leáll.
 PARK!	80-165 Ft/kWh + 65 Ft/töltés	150 Ft/kWh + 65 Ft/töltés	Park! applikáció	A töltés díja oszloponként eltérő.
 polyfazer	ingyenes	-	Polyfazer applikáció	Az oszlop nem reteszezi a töltőkábel, így bárki ki tudja húzni
 TEApont	89-250 Ft/kWh	99-139 Ft/kWh	TEApont applikáció, töltőoszlop QR kódját leolvasva, bármilyen RFID kártya betanítható	*Töltésindítási díj: 69 Ft A töltés díja oszloponként eltérő. Bérlét vásárolható: tetszőleges összeget előre feltöltve 10% kedvezmény, taxis kedvezmény.

10. ábra: Elektromos autó töltés árak

Forrás: <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto-toltes-arak/>

A töltési árak (10. ábra) a háborús infláció és az energiaválság ellenére sem drágultak akkorát, mint amennyit a belsőégésű motorokhoz használt üzemanyagok. Ha a népszerű, összekerek-meghajtású Hyundai Ioniq 5-tel szeretnénk utazni, a győri, Xantus János Állatkertből a Debreceni Állatkertig, akkor ezt az M1-M0-M3-as útvonalon, 375 kilométeren tesszük meg. A Hyundai Ioniq 5 összekerekkes, nagyhatótávú változata, autópályás, 100 km/h-ás sebességnél (a WLTP által megadott nagy sebességű fogyasztás 97.4 km/h sebességre értendő), 21,2 kWh/100km fogyasztással rendelkezik (villanyautosok.hu). 375 kilométer megtétele alatt, ez 79,5 kWh, ami egy Ionity töltőn 22 260 forint. Az Ioniq 5 hasonló méretű és árazású, belsőégésű motorral szerelt vetélytársa az Audi Q5, melynek szintén legerősebb – eltekintve az S és RS modellektől – benzin- és dízelmotorját veszem alapul. Előbbi 7,2 l/100km, utóbbi 5,5 l/100km fogyasztással rendelkezik nagy sebességnél a WLTP adatai alapján (audi.hu).

A benzinmotorral szerelt autóval megtett utazás novemberben 17 550 forint, utóbbinál 15 427 forint. Ebből gondolhatnánk, hogy az elektromos autók mégsem a jövő közlekedőeszközei, hiszen azonos útra többet fizetünk tankolásra, mint egy belsőégésű motorral szerelt autónál, de ez koránt sem így van. Elektromos autónál nem kell motorolajat, váltóolajat, esetleg differenciálmű olajat cserélnünk, de még a fékeket is sokkal később kell cserélnünk, mint azt eddig megszokhattuk. Az elektromos autókat viszont nem arra tervezték, hogy autópályán száguldjunk velük, hanem városi közlekedésre, hogy a szén-dioxiddal és egyéb káros anyagokkal ne szennyezzük városainkat, és azok lakóit.

Az elektromos autókat városi használat alatt nem közelíti meg semmi sem spórolásban. Ugyanis a fentebb említett autókat összehasonlítva, a városi közlekedést tekintve, a Hyundai Ioniq 5 sokkal jobb teljesítményt hoz, mint társai. Amellett, hogy lényegesen olcsóbb tölteni, mint autópályán, a bevásárlóközpontoknál kihelyezett töltők, illetve otthoni töltők miatt, fogyasztása is sokkal kedvezőbb városi felhasználás során (itt a számolás nem indokolt, hiszen a regeneratív fékezés miatt a fogyasztás nagyon eltérő akár még városonként is, és a WLTP által kiadott adatok csak vegyes fogyasztásra vonatkoznak). A motort sem károsítjuk az egyhelyben való járatással (vagy a start-stop rendszer általi folytonos motorleállítással), illetve a fékeket sem károsítjuk az elektromos autók regeneratív fékezése miatt. A regeneratív fékezés, tulajdonképpen hasonló, mint belsőégésű motoros autókban a motorfék, mégis, egy sajátos dolog (néhány) hibrid és elektromos autók tekintetében. A regeneratív fékezést kiválthatjuk azzal, ha a gázadást megszüntetjük (és bizonyos esetekben rálépünk a fékre), és az elektromotor máris „generátorrá” válik, a hajtott kerekek tengelyei visszafelé forognak, és töltik az akkumulátort, miközben az autó lassul - és féklámpája világít, jelezve a mögöttünk haladónak, hogy lassul az autó. A tankolási árkülönbségek mellett, az elektromos autók egyik takarékoságát segítő eszköze az, hogy nem kell semmilyen folyadékkal bajlódni, az ablakmosófolyadékon kívül. Motorolajat és váltóolajat sem kell cserélnünk, illetve ezen szerkezetek apró meghibásodásaitól sem kell tartanunk, ami több százezer forintot is megtakaríthat nekünk hosszútávon, főleg a használt autók esetében.

Viszont a használt autók tekintetében érdekes megtekinteni az esetleges akkumulátor cserék költségeit. A Magyarországon is nagy népszerűségnek örvendő BMW i3 a 22 kWh-ás akkumulátorral, a BMW közleménye szerint \$16 000 volt 2016-ban, a 2013-2016 közötti modellekre. 2020-ban a mynissanleaf.com adatai alapján, egy Nissan Leaf akkumulátorának cseréje munkadíjjal együtt \$5500 volt. A Tesla Model 3 nettó nettó 75 kWh-ás

akkumulátorának cseréje munkadíjjel együtt \$15 799.27 volt, szintén 2020-ban. (Witt, J., 2022) Az akkumulátor cseréje a legnagyobb költség, ami érheti az elektromos autókat, de a gyártók 8-10 év, vagy 150-200 ezer kilométer garanciát vállalnak az akkumulátoraikra. A megfelelő használat mellett, a gyors akkumulátor degradáció elkerülhető, és a felhasználó sok éven át élvezheti elektromos autóját szinte sértetlen kapacitással.

5 Globális és lokális tervek

5.1 Az összes személygépkocsi elektrifikálása

Magyarországon 2021 december 31-én 4 020 159 regisztrált személygépkocsi volt. Ezen autók vegyesen hagyományos belsőégésű motorral szereltek, hibridek, illetve elektromosok, de a számolás egyszerűsítésének kedvéért, az elektromos autók számát nem veszem ki az összegből. A magyarországi személygépkocsi tulajdonosok átlagos évi futásteljesítménye 2018-ban 17 000 kilométer volt (villanyautosok.hu). Ha a 4020159 autó mindegyike levezeti egy év alatt a 17000 kilométert, akkor az évente 68,342,703,000 kilométer (68 milliárd kilométer). (ksh.hu) Sokakban felmerül az is, hogy vajon a hálózat elbírná-e, ha minden autó elektromos lenne. (A számolást az Engineering Explained nevű Youtube csatorna: If Gas Cars Are Banned, Can The Grid Handle Electric Cars? Videója alapján mintáztam.) Mint a videóban is, én is a MPGe értéket használom, ami egy elektromos autó, mérföld/gallon elektromos megfelelője. (A különbség az, hogy én nem a jogosítvánnyal rendelkező embereket vettem számba, hanem a forgalomban lévő személygépkocsikat). 1 gallon benzin ~ 33.7 kWh

$$4020159 * 17000km/100MPGe * 33.7kWh = 20279734 kWh = 20,28 GWh.$$

Ennyivel, azaz 20 millió kWh-val lenne nagyobb energiaigénye Magyarországnak az összes személygépkocsi elektrifikációja után, de ez még csak az elméleti oldala. Az elektromos autók töltése is nagyjából 14% veszteség alatt megy végbe, illetve a hálózaton keresztül is veszítünk az áramból 15%-ot, így további 29% energiátöbblet kell számunkra, azaz összesen 25,8 millió kWh lesz a szükséges energia. Magyarország 34 616 GWh áramot termelt 2020-ban, míg a felhasznált mennyiség 37 853 GWh volt (ebből háztartások részére 11 734 GW) (ksh.hu).

5.2 Paks II

A paksi atomerőmű bővítését 2007 júliusában, egy tanulmány kidolgozásával kezdték, melynek hatására kevesebb, mint két évvel később, 2009-ben 330 igen. 6 nem és 10 tartózkodás követett

a parlamentben: elfogadták a határozati javaslatot, amely hozzájárulást ad az új atomerőművi blokk(ok) felépítésének előkészítéséhez a paksi atomerőmű telephelyén. 2014 januárjában Orbán Viktor és Vlagyimir Putyin aláírják a megállapodást a két új blokk építéséről, ugyanezen év márciusában pedig a hitelmegállapodást is aláírják, melyben Oroszország legfeljebb 10 milliárd euró hitelt nyújt Magyarországnak az atomerőmű-beruházás segítésére. A szükséges engedélyek megszerzése után, 2019 júniusában, megkezdik a Paks II. Atomerőmű első felvonulási épületeinek kivitelezése. Az orosz-ukrán háború ellenére is Oroszország támogatja az atomerőmű építését (paks2.hu).

Az új VVER-1200 3+ generációs blokkok teljesítménye nagyjából 1200 MW lesz egyenként, azaz összesen 2400 MW. Ez a két blokk 400 MW-tal túlteljesíti a mostani 4 blokkot, melyeket 2030-tól le is váltana. A két új blokk élettartam körülbelül 60 év lenne. A bővítés egy 20%-os növekedést eredményezne. Magyarország áramelőállításában az atomenergia 46,4%-ot tesz ki, ami 16 071 GW, a bővítés után pedig, 19 285 GW lenne. A bővítés a 34 636 GW-os termelést 37 850 GW-ra emelhetné (villanyautosok.hu, hugas.met.com).

5.3 Áramforrások, illetve ökolábnyom

Az autóknál – legyen az elektromos vagy belsőégésű – a leggyakrabban emlegetett „mértékegység” a kibocsátott szén-dioxid (a legjelentősebb üvegházhatást okozó gáz, CO₂) mennyisége kilométerenként (g/km). A világ számos részén ehhez (is) kötik azt, hogy egy autó eladásra kerülhet-e, illetve gyártóknál a kínált autók palettáját tekintve megfelelnek-e a kötelező normáknak. A személyautók az Európai Unióban kibocsátott szén-dioxid 12%-át adják. A 2020. január 1-én életbe lépett, 2019/631-es szabályzat alapján, egy gyártó által kínált paletta átlagának CO₂ kibocsátása 95 g/km lehet maximum. A globális környezetvédelmi fejlődés miatt azonban, az Európai Unió 2022. október 27-én úgy döntött, hogy 2035-től betiltja, a belsőégésű motorral szerelt (új)autók eladását. Jozef Síkela – cseh ipari és kereskedelmi miniszter – azt nyilatkozta, hogy „Ez a megegyezés megnyitja az utat a modern és versengő autóiparnak”. Azonban néhány autóipari képviselő szerint, túl rövid idő ez ahhoz, hogy a megfelelő mennyiségű nyersanyagokat beszerezzék, illetve, hogy kiépüljön a megfelelő infrastruktúra például a töltőhálózat, mellyel néhány tulajdonos is küzd, és nem annyira átlátható még (telefonos applikációk sokasága, üzemzavarok stb.). Európában jelenleg több, mint 150 ezer töltőállomás van (evexpert.eu), melyet 2030-ra 2,8 millióval bővítenek a tervek szerint. A gyártók folyamatosan lobbiznak a tagállamoknál, hogy az infrastruktúra kiépítésében támogassák őket. Rengeteg pénzt és energiát ölnek az autógyártók abba, hogy megfelelő

minőségű elektromos járműveket gyártsanak – minél költséghatékonyabban persze (Mackrael, 2022, climate.ec.europa.eu).

Viszont jelenleg, attól függetlenül, hogy felhasználásuk során nem fognak szén-dioxid kibocsátással rendelkezni az autók, nem azt jelenti, hogy ezzel az autóipar teljesen karbon-semleges lesz. Egy 2017-es, Svéd Környezetvédelmi Minisztérium által végzett kutatásban részletesebben tájékozódhatunk az elektromos autók előállításának környezeti hatásairól. A kutatás szerint az elektromos autók akkumulátorának előállítása 150-200 kilogramm szén-dioxid keletkezésével jár, kilowattónként. Ez azt jelenti – 175 kilogramm CO₂-vel számolva – hogy egy 40 kWh órás akkumulátorral szerelt Nissan Leaf 7 tonna, egy Tesla Model 3 – a közepes, 82 kWh-s akkumulátorral szerelve – 14,35 tonna szén-dioxid előállításával jár. A szén-dioxid keletkezésének a nehézfémek bányászata 15-20%-ot tesz ki, a feldolgozásuk ezt egészíti ki 50%-ra, a maradék 50% pedig maga az akkumulátor előállításnál keletkezik. A gyártást tekintve az elektromos autó károsabb, de ez csak az akkumulátora miatt van, élettartama alatt egy hagyományos, belsőégésű motorral szerelt autó – futásteljesítményétől, motorjától, illetve méretétől függetlenül – több szén-dioxidot bocsát ki. Feltételezve, hogy egy elektromos autó (akkumulátorát külön tekintve) és egy belsőégésű motorral szerelt autó gyártása ugyanannyi szén-dioxid kibocsátással jár, vegyük szemügyre, élettartamuk alatt összességében, melyik is a környezetszennyezőbb (Kristensson, 2017).

Az elektromos autók töltéséhez eltérő energiaforrások felhasználása egy fontos tényező, a kibocsátás terén. Ha egy elektromos autót úgy töltök, hogy a szükséges áramot egy szénerőmű által nyerem, akkor a karbon-lábnyom már egészen máshogy néz ki, mintha esetleg napelemről töltené a felhasználó. Tétélezzük fel azt, hogy az elektromos (40 kW-os akkumulátorral szerelt Nissan Leaf, illetve 82 kW-os akkumulátorral szerelt Tesla Model 3, mindkét esetben a súlyosabb, 200 kg/kW-os szén-dioxid kibocsátással számolva) és belsőégésű autó gyártása 10-10 tonna szén-dioxid kibocsátással jár (az akkumulátorokat nem számolva). Az akkumulátorok előállítása a Nissan esetében 8 tonna, míg a Tesla esetében 16,4 tonna szén-dioxid keletkezésével jár. Használatuk során azonban a helyzet teljesen megváltozik. Az Amerikai Egyesült Államok-ban a belsőégésű motorral szerelt autók évente több, mint 5,19 tonna szén-dioxidot bocsátanak ki, míg az elektromos autók 1,78 tonnát (2013-mas nemzeti átlag, évi 19 ezer levezetett kilométerrel számolva). Az államok között eltérő, milyen energiaforrást használnak fel, így az elektromos autók karbon-lábnyoma is változó felhasználásuk során. A teljes átfedés érdekében több államot is megnéztem. West Virginia egy szénre támaszkodó

állam, így ott az elektromos autók esetében 4,1 tonna az éves kibocsátás. Idaho és Oregon ezzel szemben, hidroelektromos energiára támaszkodó államok, előbbinél az elektromos autók töltése által keletkező szén-dioxid mennyisége 0,54 tonna, utóbbinál pedig 0,69 tonna. Ezen adatokat tekintve kiszámolhatjuk, hogy az élettartama alatt, mikor lesz „zöld” egy elektromos autó ezzel a képlettel:

$$Gyártás + \text{Éves Kibocsátás} * T = Gyártás + Akkumulátor + \text{Éves kib.} * T$$

(T=idő)

Az éves átlag kibocsátással számolva, egy Tesla Model 3-nál a karbon-semlegesség évének kiszámítási képlete:

$$10,0t + 5,19t * T = 10,0t + 16,4t + 1,78t * T$$

T=4,8 □ A Tesla Model 3 élettartamának 4. éve végén tekinthető ténylegesen környezetbarátabbnak, mint egy hagyományos belsőégésű motorral ellátott autó.

$$10,0t + 5,19t * T = 10,0t + 8,0t + 1,78t * T$$

T=2,3 □ A Nissan Leaf élettartamának elején, már a 3. éve előtt tekinthető környezetbarátnak. (afdc.energy.gov)

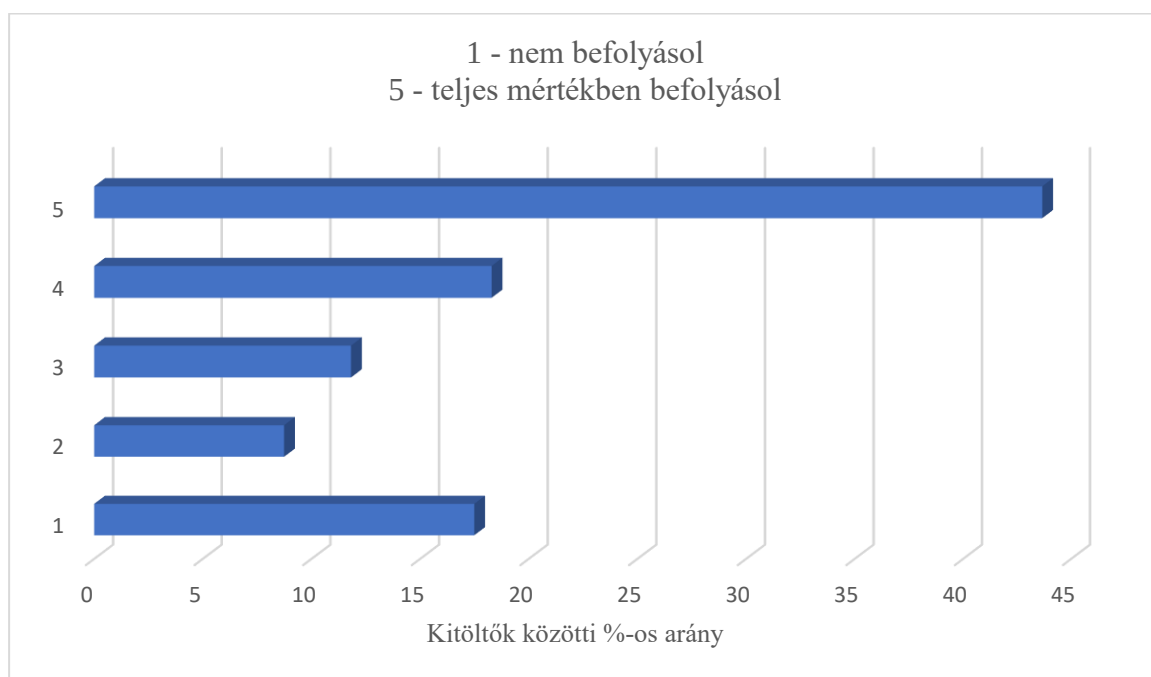
Szélsőséges példákat is vizsgálva (ugyanezen képlet segítségével) nagy eltéréseket láthatunk – ezen példákban az Amerikai Egyesült Államokban legkelendőbb elektromos autó, a Tesla Model 3 adataival számolok.

West Virginiában a karbon-semlegesség elérése eltarthat akár 15 évig is, míg Idahoban, ahol az áram előállításuk sokkal környezetbarátabb, 3,5 év alatt elérhetjük azt a bizonyos szintet, ami után környezetbarátnak tekinthetjük elektromos autónkat (Johnson, 2022).

Kijelenthető, hogy az elektromos autók tényleg zöldebbek, mint a hagyományos belsőégésű motorral szerelt társaik, de ez több tényezőtől is függ. A nagyobb akkumulátor értelemszerűen nagyobb energiautánpótlást igényel töltéskor, illetve az autó mérete, annak kialakítása és súlya sem elhanyagolandó tényező. Az energiaforrásból adódó különbségek is fontosak, de a legfőbb szempont az, hogy az akkumulátorok gyártása alatt keletkező szén-dioxidot nagy mértékben leredukáljuk. Ezen segíthet majd a már említett merevtestes akkumulátor technológia, de egyelőre ez a technológia még bőven fejlesztés alatt áll.

6 A Magyar Autóklub felmérésének eredményei

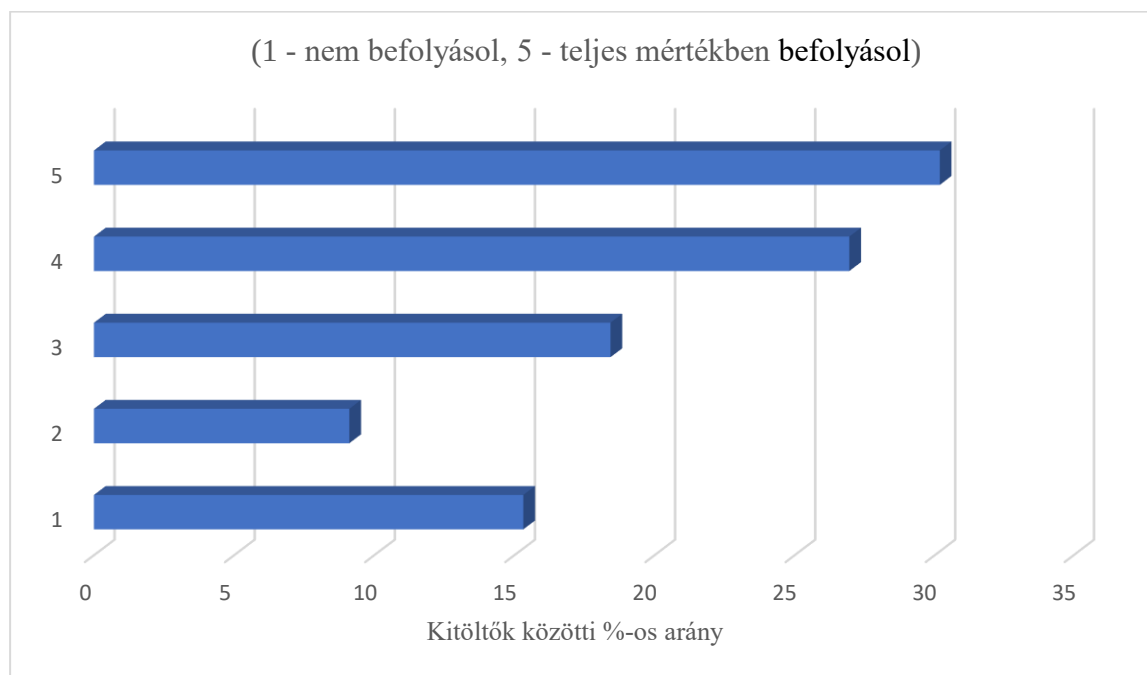
A témával kapcsolatban lehetőségem volt a Magyar Autóklub által végzett kérdőív válaszait használni, melyet Mile Tibor, a Magyar Autóklub közlekedésbiztonsági szakágának igazgatója bocsájtott rendelkezésemre. A kérdőív több mint 1500 kitöltővel rendelkezik.



11. ábra: Az otthoni töltés problémája
Forrás: Magyar Autóklub, saját szerkesztés

A 11. ábrán láthatjuk, hogy annak ellenére, hogy az elektromos autókat városba szánják, sokan az urbanizáció miatt nem tudják megoldani az elektromos autó töltését. A válaszadók majdnem 45%-a értett teljes mértékben egyet azzal, hogy problémát jelent nekik az otthoni töltés. A válaszadók 43,58%-a Budapestet jelölte lakhelyének, mely főleg lakótelepek által népesített lakóival magyarázatot ad e problémára.

A Magyar Autóklub kérdőívét kitöltők között viszont, megoszlott az, kinek mennyire fontos a fenntartási költség.



12. ábra: Fenntartási költség befolyása elektromos autó vásárlásra.

Forrás: Magyar Autóklub, saját szerkesztés

A 12. ábrán látható, hogy habár a válaszadók többségét nagy mértékben befolyásolja a fenntartási költségek csökkenése elektromos autó vásárlása esetén, több, mint 20%-át a kitöltőknek egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben befolyásolja ez. Nagyobb befolyása van a hatótávnak, mely a kitöltők több, mint 50%-a nehezményezett, hasonlóan, mint a magas árazást.

A kérdőívekből lesűrhetjük, hogy az elektromos autók vételára sokaknak problémát okoz, mivel az elektromos autók, a technológiájuk, a félvezető és chip hiánya miatt magasabb vételárat követel, mint a hagyományos, belsőégésű motorral szerelt autók. A hatótáv is sok embernek kevés, ámbar a legtöbb elektromos autó már 250 kilométer feletti hatótávval rendelkezik, ami a napi ingázáshoz bőven elegendő az átlagos felhasználószámára. Annak ellenére, hogy sokak szemében az elektromos autók környezetszennyezőbbek, mint belső égésű társaik, a többség tisztában van vele, hogy ez nem igaz, és ez függ az áramforrástól is. A városi használat miatt, sokan nem tudják napelemtől tölteni autóikat, de egyesek még otthonról sem, így a bevásárlóközpontok töltői nagyon népszerűek a felhasználók között, hiszen időkiesés nélkül tudják tölteni zöld járműveiket.

7 A kutatás módszertana

Kutatásom fő célja az volt, hogy feltérképezzem, hogy az elektromos autók vásárlóit mi motiválta, mikor belsőégésű motorról elektromos autóra váltottak, valamint szerettem volna megtudni azt is, hogy a hagyományos motorral szerelt autók tulajok hogyan vélekednek autóik mindennapi fenntartásáról és használatáról.

A kutatás során az alábbi kutatási kérdésekre kerestem a választ:

- Mi a legnagyobb problémája a fogyasztóknak az elektromos autókkal kapcsolatban?
- Tényleg annyira környezetszennyezőek az elektromos autók, mint azt sokan gondolják, illetve mikor is lesznek “zöldek” az e-autók?
- Mi vonzza az embereket az elektromos autókban?

A kutatási kérdések megválaszolására primer kutatási módszerként kérdőíves megkérdezést alkalmaztam. A kérdőívem Google űrlapok segítségével készítettem, és 2022. 09. 28-tól 2022. 11. 10-ig volt elérhető mindenki számára a közösségi média különböző felületein. A kérdőívemet Facebookon és Instagrammon terjesztettem az alábbi csoportokban:

- Tesla Közösség Magyarország
- Villanyautós tippek és kérdések (elektromos autó)
- Személyes Instagram fiókom története (@jzsgrg)

Összesen 237 kitöltés érkezett a vizsgált időszakban.

A kérdőívet több részre bontottam. Az első részben, demográfiai kérdések voltak, majd a válaszadókat három csoportra bontottam:

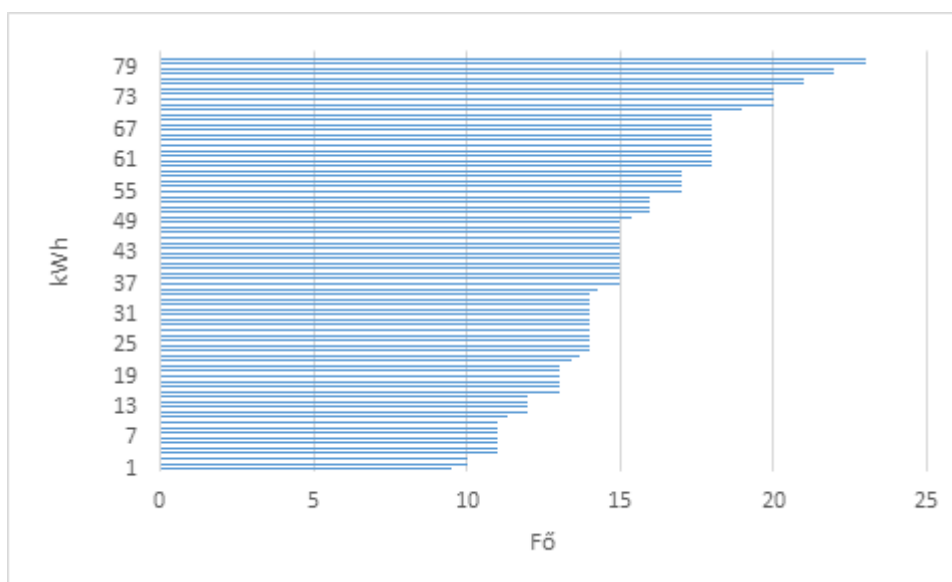
- Rendelkeznek elektromos autóval
- Tervezik ilyen jármű vásárlását
- Valamint egyáltalán nem szeretnék ilyen.

Ezt követően minden csoport beszámolt az elektromos autókkal kapcsolatos tapasztalataikról és véleményükről. Az utóbbi két csoport ugyanazokra a kérdésekre válaszolt.

8 A kérdőíves megkérdezés eredményei

Az első rész, melyben demográfiai kérdések voltak, minden kitöltőt érintettek. Ebben a szakaszban 6 kérdés volt megtalálható, melyből az utolsó arra vonatkozott, hogy a kitöltő rendelkezik-e elektromos autóval. Ezen kérdésnél a válaszlehetőségek és az érkezett válaszok megoszlásai az alábbiak voltak: Igen (37,1%), Nem, nem is tervezem a vásárlást (43,9%), Nem, de a közeljövőben tervezem a vásárlást (19%). Itt a kérdőívet több ágra szedtem. A kérdőív során a különböző döntések okát vizsgáltam.

Elsőként az elektromos autó tulajok szakaszát mutatom be. Az elektromos autó tulajok 14 kérdést válaszoltak meg, melyek közül a legfontosabbakat emelném ki. Az elektromos autókat leggyakrabban, 65,9%-ban vegyes felhasználásban használják, viszont 26,1%-ban, városban, ahol a lehető legjobb fogyasztása van az elektromos autóknak, a belsőégésűekkel ellentétben. A fogyasztási adatok a válaszból is következtethetően megoszlának (13. ábra).



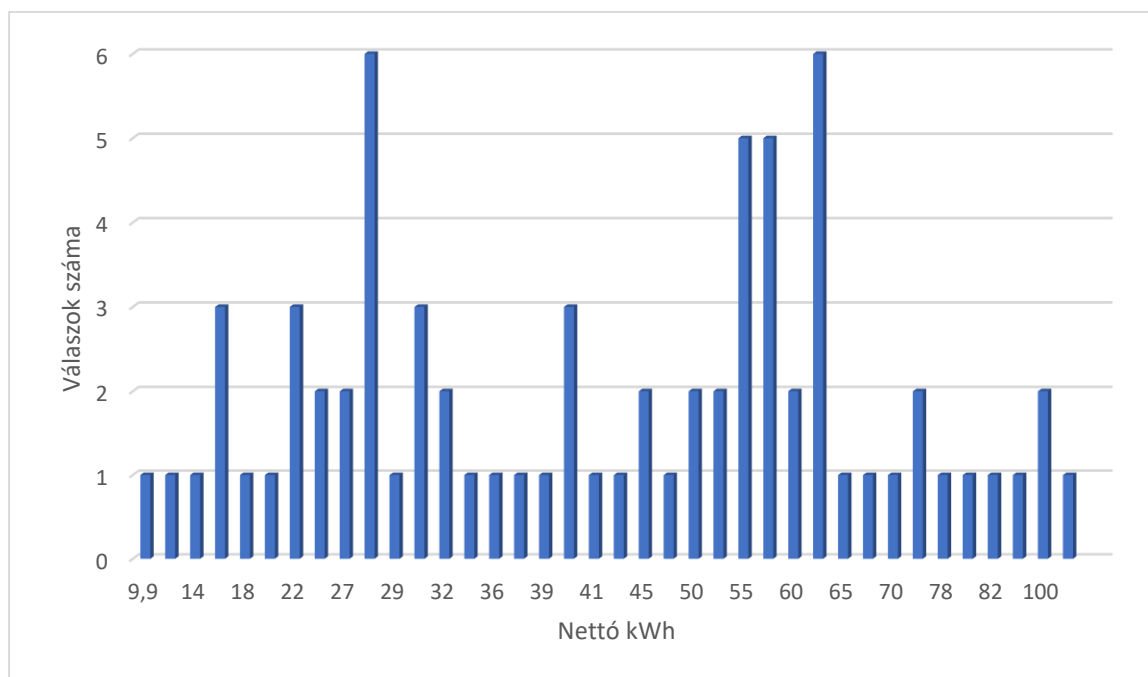
13. ábra: Az elektromos autók fogyasztása.

Forrás: Kérdőíves megkérdezés alapján, saját szerkesztés

Ahogy az a 13. ábrán is látható, a fogyasztások alakulása igen változó. A fogyasztás sok mindentől függ (vezetési stílus, autó mérete stb.), de az ábrán látható fogyasztások igazolják, hogy a kitöltők nagy része vegyes használatban közlekedik elektromos autójával.

A válaszadók 63,6%-a tölti leggyakrabban otthon elektromos autóját, azonban a kitöltők alig több mint fele, 53,4%-a szerelte fel háztartását napelemmel, melyről még költséghatékonyabban tudná tölteni autóját. A háztartáson kívüli töltés leggyakoribb helyszíne megosztott második legtöbb vokssal, a bevásárlóközpontok töltői, és a Mobiliti töltői voltak. Nem csoda, hiszen a Lidl és Penny töltői ingyenesek, a Mobiliti pedig a legolcsóbb a fizető

töltők közül. Futásteljesítményről is beszámoltak a kérdőív kitöltői. A kitöltők 80,7%-a jelölte a 10 000+ kilométer opciót, éves távmegtételre. Az elektromos autókra több ország is hirdet állami támogatást a fogyasztóknak, köztük Magyarország is, de a kérdőívet kitöltő tulajdonosok mindössze 18,2%-a vette ezt a támogatást igénybe. Egyébként a kitöltők 75%-át egyáltalán nem is befolyásolta a támogatás létezése. Az elektromos autó tulajdonosok 25%-a Tesla, több, mint 15%-a Hyundai, 12,5%-a pedig Nissan tulajdonos, melyet befolyásol a kérdőívem terjesztése a „Tesla Közösség Magyarország” csoportban. Ez viszont az akkumulátor méreteken, melyet a 14. ábrán láthatunk, nem mutatkozik meg akkora mértékben.



14. ábra: Elektromos autó akkumulátorának mérete (nettó kWh-ban).

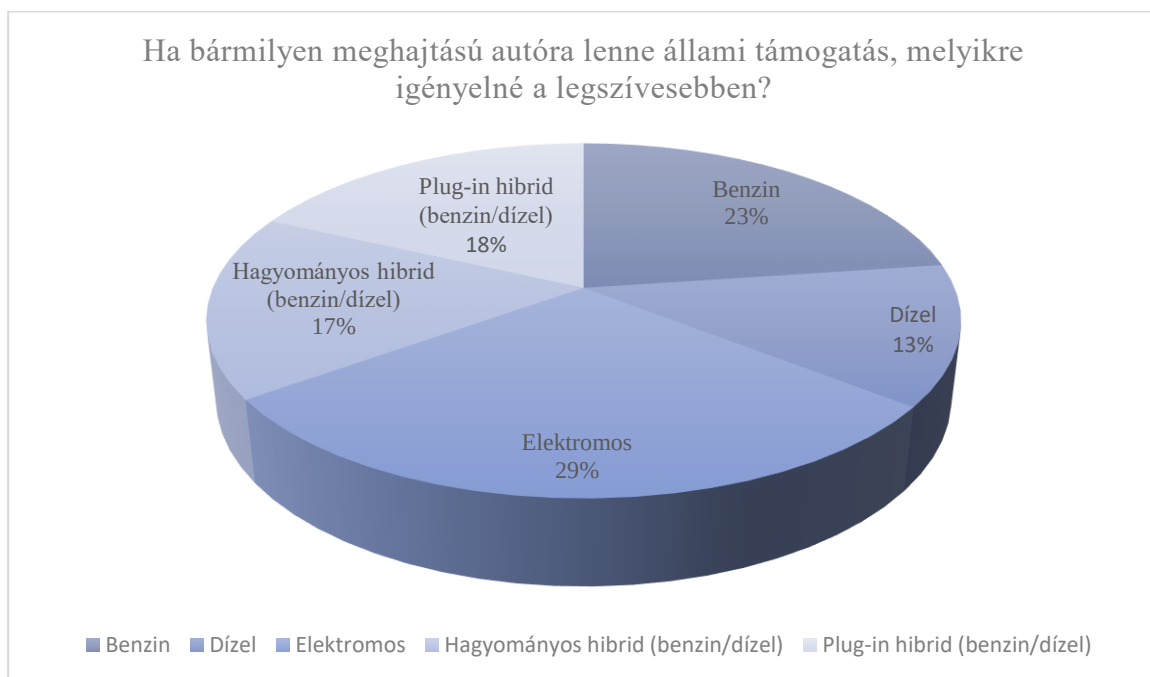
Forrás: Kérdőíves megkérdezés, saját szerkesztés

A kitöltőket, akik nem rendelkeznek elektromos autóval (azok, akik még nem rendelkeznek ilyen járművel vagy nem is tervezik a vásárlást), arról kérdeztem elsőként, hogy mi a legnagyobb hátránya az elektromos autóknak, a belső égésűekkel szemben. A 149 kitöltő több, mint fele szerint a hatótáv az, ami hátráltatja őket a vásárlásban, de sokan az elérhetőségüket vagy a töltési nehézségeket érezték a leginkább hátráltató tényezőnek. A kitöltők nagyjából 10%-a viszont az akkumulátorok gyártását, vagy életciklus utáni kezelését nehezményezte, kiemelve, hogy nem olyan „zöldek”, mint sokan gondolják.

Megkérdeztem őket az elektromos autók előnyeiről is, és meglepő válaszokat kaptam. Sok válasz érkezett azzal kapcsolatban, hogy megújuló energiaforrásból nagyon környezetbarát ez

a megoldás, a városokban csökkentené a légszennyezettséget, és a városi életet jobbá tenné. A válaszadók több mint 40%-a gazdaságosságát emelte ki, de elég sokan, a kitöltők több mint 18%-a fontosnak tartotta megemlíteni azt is, hogy csendesek.

Az állami támogatás gondolatát tovább gondolva, megkérdeztem a kitöltőket, hogy ha bármilyen meghajtású autót vehetnének állami támogatással, akkor mit vennének.

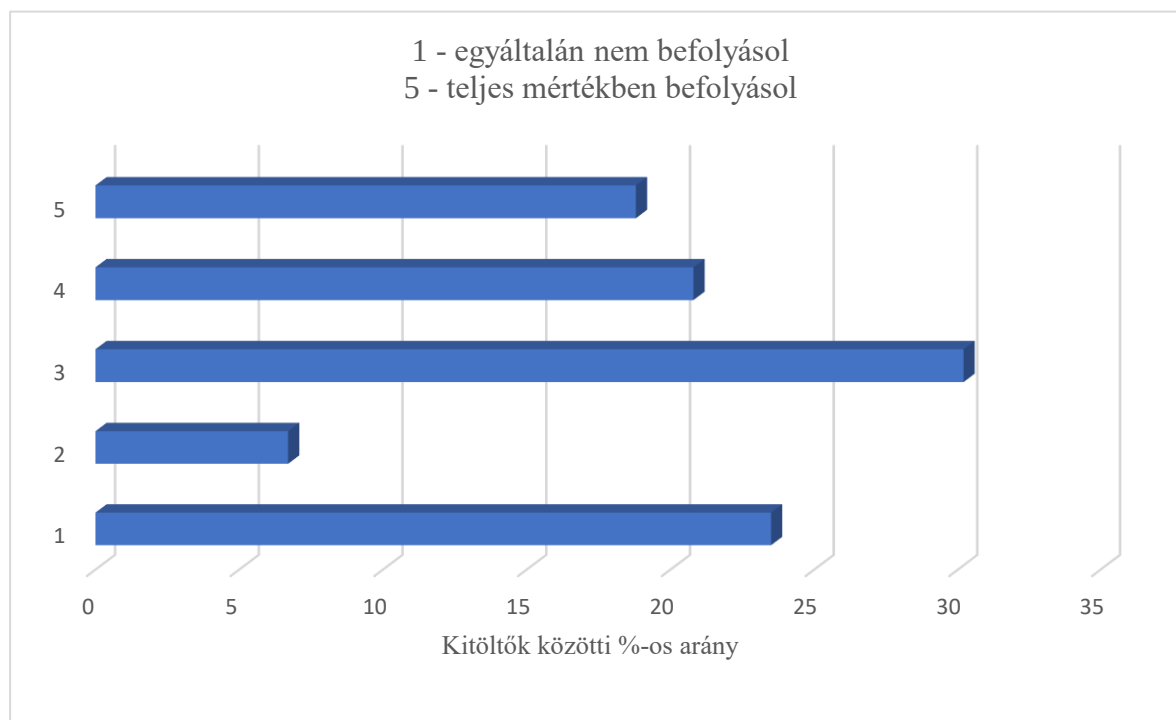


15. ábra: Állami támogatás meghajtástól függetlenül.

Forrás: Kérdőíves megkérdezés, saját szerkesztés.

A 15. ábrán látható, hogy az állami támogatást nagyobb részben az elektromos autókra használná fel szívesebben a kitöltők 29%-a, de a benzin 23%-kal sem elenyésző arány. A dízel motorral szerelt autók viszont népszerűtlenebbek, mint a két hibrid változat bármelyike.

Az elektromos autók tulajdonosainál látható volt, hogy az állami támogatás egyáltalán nem befolyásolta a tulajdonosok nagyrésztét, viszont ez teljesen megfordul ez esetben.



16. ábra: Állami támogatás befolyása autó vásárlásra.

Forrás: Kérdőíves megkérdezés, saját szerkesztés.

Ahogy az a 16. ábrán is látható, a túlnyomó többséget bizonyos mértékben befolyásolja az állami támogatás megléte.

Az állami támogatást 2021-ben az Innovációs és Technológiai Minisztérium pályázati formában tette közzé, az elektromobilitás elterjedésének ösztönzése érdekében, új, a pályázat benyújtását megelőzően forgalomba még nem helyezett, vagy a márkakereskedő, illetve az importőr által tesztautóként saját tulajdonban Magyarországon forgalomba helyezett (az első forgalomba állítástól a megrendelés dátumáig eltelt maximum 12 hónap és 6.000 km futásteljesítményen belül), tisztán elektromos személygépkocsik megvásárlásának valamint zárt, vagy nyílt végű pénzügyi lízing és operatív lízing keretében elektromos gépjárművek beszerzésének támogatására (e-cars.hu).

Az állami támogatás kerete 3 milliárd forint volt, melyet 2 különböző összegben pályázhattak meg. A vissza nem térítendő állami támogatás 2,5 millió forint volt 12 millió forintos beszerzési ár alatt, 12-15 millió forintos elektromos autókra pedig 1,5 millió forintot lehetett megpályázni. 15 millió forint felett, nem járt állami támogatás. A 2021. május 17-én elérhetővé tett pályázatot 2021. június 18-án lezárták, ugyanis a 3 milliárd forint keretösszeg elfogyott (e-cars.hu, elektromos-auto-palyazat.hu).

9 Összegzés

A kutatás során arra a megállapításra jutottam, hogy az elektromos autók akkumulátorainak előállításához szükséges bányászat annak ellenére, hogy jelentősen környezetszennyező, egy ország áramforrásának előteremtési módja mégis sokat képes változtatni az e-autók esetén azon, hogy mennyire lehetnek környezetbarátok ezek a járművek. A megújuló energiaforrások csökkenthetik az ökológiai lábnyomát az elektromos autóknak, és egy fejlettebb gyártás technológiával az akkumulátorok előállítását is környezetbarátabbá lehetne tenni. Az elektromos autók akkumulátorainak fejlesztése egy jobb alternatívát eredményezhet, azonban erre még évekig várnunk kell. Az LFP akkumulátorok egy lépéssel a jövő felé vezetnek, hiszen a kobalt kihagyása már fejlődést jelent több szempontból is. Az akkumulátorok alapanyagainak bányászata meglehetősen káros a környezetre, illetve etikai gondokat is felvet. A lítium kinyerésének hatékonyságát fokozva nem lenne gond annak mennyiségével, hiszen vizeinkben rengeteg található meg ebből az elemből. Az Európai Unió által kitűzött célok megvalósításához minden gyártónak és államnak rengeteg pénzt kell ráfordítania az infrastruktúra fejlesztésére. Az elektromos autók országúti teljesítményének fokozásához, főleg a légellenállás és a súly csökkentése lenne a megfelelő módszer. A fogyasztók hatótáv miatti eltávolodására is megoldást kínálna a fogyasztás javítása mellett az új, merevtestes akkumulátor, ami a hatótávot önmagában is növeli, de hatékonysága is fejlettebb, mint a jelenleg használt technológiának. A kérdőíves megkérdezésből levonható az a következtetés, hogy az elektromos autóval nem rendelkezők számára a legnagyobb problémákat az elektromos autók magas ára, a velük megtehető hatótáv, valamint a töltés okozza. Az első két problémára idővel lehet választ találni, egy olcsóbb és hatékonyabb akkumulátorral szerelt elektromos autó megoldást jelent mindkét esetben. A töltést viszont gyártói szinten, egységesítve lehetne csak megoldani, ha az applikációkra és az infrastruktúrára gondolunk. Az elektromos autóval rendelkező fogyasztók viszont képesek kisebb kompromisszumokat kötve élvezni a villanyautózás adta lehetőségeket, mint például a napelemről történő töltés. Az eredmények alapján a kutatási kérdésekre az alábbi válaszok születtek:

1. A fogyasztók leginkább a jelenleg megtehető hatótáv miatt kerülnek az elektromos autó vásárlást, valamint a magasabb árazásukkal, és sokaknak az otthoni töltéssel is gondjuk akad.

2. Az elektromos autók akkumulátorainak előállítása nagy mértékben környezetszennyező, de országtól függően, már életciklusuk korai szakaszában „zöldebbek” mint a belsőégésű motorral szerelt autók.
3. A leginkább a problémamentesség és ezáltal, a megtakarítások vonzották be a tulajokat az elektromos autóknaál.

Összegezve a kutatásom, kijelenthető, hogy az elektromos autók illetve akkumulátoraik habár már fejlettebbek, mint 5-10 évvel ezelőtt, még mindig nem tart ott a technológia, hogy az a legtöbb fogyasztó számára kedvező legyen kompromisszumok nélkül. Azonban 2035-ben, mikor már nem árulhatnak belsőégésű motorral szerelt autót a gyártók, már az elektromos piac meghódítására fog törekedni minden autógyártó.

10 Irodalomjegyzék

- Brigham, K. (2022): The Salton Sea could produce the world's greenest lithium, if new extraction technologies work. CNBC.com Elérhető: <https://www.cnbc.com/2022/05/04/the-salton-sea-could-produce-the-worlds-greenest-lithium.html> (Letöltve: 2022.10.28.)
- Brownlee, M. (2022): Tesla Roadster – Living with the Original! Youtube.com Elérhető: https://www.youtube.com/watch?v=8wP_tiO-xYM (Letöltve: 2022.11.01.)
- Carleton, A. (2021): When Tesla Says It Recycles 100% of Its Batteries, What Does That Mean? Vice.com Elérhető: <https://www.vice.com/en/article/xgxke4/when-tesla-says-it-recycles-100-of-its-batteries-what-does-that-mean> (Letöltve: 2022.10.12.)
- Davie, M. (2022): Blood Cobalt: The Congo's Dangerous and Deadly Green Energy Mines – Foreign Correspondent. Youtube.com Elérhető: https://www.youtube.com/watch?v=_V3bIzNX4co (Letöltve: 2022.10.27.)
- Dandie, S. (2022): Electric Vehicles' Battery Problem. Youtube.com Elérhető: https://www.youtube.com/watch?v=9dnN82DsQ2k&list=PLAZHE-NXlioBa_u8z_Z-Q1jrrOE5YifRt&index=1&t=533s (Letöltve: 2022. 09.30.)
- Demuro, D. (2021): The 2008 Tesla Roadster Is the Cool Tesla Before Tesla Was Cool. Youtube.com Elérhető: <https://www.youtube.com/watch?v=YKDqhWwzzgo&t=1029s> (Letöltve: 2022.10.09.)
- Hyung-Kyu, K., Jeong Min, N. (2021): Tesla's shift to LFP cells to shake global battery industry. Kedglobal.com Elérhető: <https://www.kedglobal.com/ev-batteries/newsView/ked202110220007> (Letöltve: 2022.10.17.)
- Johnson, P. (2022): Here's how US electric vehicle sales by maker and EV model through Q3 2022 compare. Electrek.co Elérhető: <https://electrek.co/2022/10/18/us-electric-vehicle-sales-by-maker-and-ev-model-through-q3-2022/> (Letöltve: 2022.10.22.)
- Jones, S. J. (2021): Used Nissan EV batteries given second life in Japan's railways. Smart-Energy.com Elérhető: <https://www.smart-energy.com/storage/used-nissan-ev-batteries-given-second-life-in-japans-railways/> (Letöltve: 2022.10.05.)
- Kristensson, J. (2017): New Study: Large CO2 Emissions From Batteries Of Electric Cars. Netzerowatch.com Elérhető: <https://www.netzerowatch.com/new-study-large-co2-emissions-from-batteries-of-electric-cars/> (Letöltve: 2022.10.05.)

Mackrael, K. (2022): EU Reaches Political Deal on Combustion-Engine Vehicle Ban as of 2035. WSJ.com Elérhető: <https://www.wsj.com/articles/eu-reaches-political-deal-on-combustion-engine-vehicle-ban-as-of-2035-11666910629> (Letöltve: 2022. 10.28.)

Moore, L. (2022): Will Newly Passed CHIPS Act Help Maintain EV Momentum? Govtech.com Elérhető: <https://www.govtech.com/fs/will-newly-passed-chips-act-help-maintain-ev-momentum> (Letöltve: 2022.10.15.)

Munoz, F. (2021): OEMs are selling more SUVs but are they selling more vehicles? Jato.com Elérhető: <https://www.jato.com/oems-are-selling-more-suvs-but-are-they-selling-more-vehicles/> (Letöltve: 2022.10.19.)

Ohnsman, A. (2022): California's Lithium Rush For EV Batteries Hinges On Taming Toxic, Volcanic Brine. Forbes.com Elérhető: <https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2022/08/31/californias-lithium-rush-electric-vehicles-salton-sea/?sh=583e2d514f63> (Letöltve: 2022.10.15.)

Valdes-Dapena, P. (2010): Nissan Leaf electric car will cost \$25,000. Money.CNN.com Elérhető: https://money.cnn.com/2010/03/30/autos/nissan_leaf_pricing/index.htm (Letöltve: 2022.09.29.)

Williams, D. R. (2016): The Apollo Lunar Roving Vehicle. NASA.gov Elérhető: https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/lunar/apollo_lrv.html (Letöltve ekkor: 2022.10.15.)

Wilson, A. K. (2022): Worth the Watt: A Brief History of the Electric Car, 1830 to Present. Caranddriver.com Elérhető: <https://www.caranddriver.com/features/g15378765/worth-the-watt-a-brief-history-of-the-electric-car-1830-to-present/> (Letöltve: 2022.10.12.)

Wilson, J. (2019): Imperial County declares Salton Sea emergency, demands California take action. Desertsun.com Elérhető: <https://eu.desertsun.com/story/news/environment/2019/10/22/imperial-county-declares-salton-sea-emergency-demands-california-take-action/4064788002/> (Letöltve: 2022.10.29.)

Witt, J. (2022): Costs of Electric Car Battery Replacement. Recurrentauto.com Elérhető: <https://www.recurrentauto.com/research/costs-ev-battery-replacement> (Letöltve: 2022.10.15.)

ACEA (2022): Fuel types of new cars: battery electric 9.1%, hybrid 19.6% and petrol 40.0% market share full-year 2021. ACEA.auto Elérhető: <https://www.acea.auto/fuel-pc/fuel-types-of-new-cars-battery-electric-9-1-hybrid-19-6-and-petrol-40-0-market-share-full-year-2021/> (Letöltve ekkor: 2022. 11. 01.)

Alternative Fuels Data Center (2022): Emissions from Electric Vehicles. afdc.energy.gov Elérhető: https://afdc.energy.gov/vehicles/electric_emissions.html (Letöltve: 2022.10.25.)

Audi (2022): Audi.hu Elérhető: <https://www.audi.hu/> (Letöltve: 2022.11.01.)

Autoexpress (2020): History of the electric car: from the first EV to the present day. Autoexpress.co.uk Elérhető: <https://www.autoexpress.co.uk/car-news/electric-cars/101002/history-of-the-ev-from-the-first-electric-car-to-the-present-day> (Letöltve ekkor: 2022. 09.29)

Batteries News (2022): BMW Securing Solid-State EV Battery Components Supply for Pilot Production. Batteriesnews.com Elérhető: <https://batteriesnews.com/bmw-securing-solid-state-ev-battery-components-supply-pilot-production/> (Letöltve ekkor: 2022.10.08.)

Batteryuniversity (2021): BU-205: Types of Lithium-ion. Batteryuniversity.com Elérhető: <https://batteryuniversity.com/article/bu-205-types-of-lithium-ion> (Letöltve ekkor: 2022. 10.28)

BMW (2022) BMW.hu Elérhető: <https://www.bmw.hu/hu/all-models/3-series/sedan/2022/bmw-3-series-sedan-overview.html> (Letöltve ekkor: 2022.10.20.)

CNN (2010): Nissan Leaf electric car will cost \$25,000. CNN.com Elérhető: https://money.cnn.com/2010/03/30/autos/nissan_leaf_pricing/index.htm (Letöltve ekkor: 2022.10.02)

E-cars (2021): Elektromos autó árak és állami támogatás – „Elektromos autó beszerzésének támogatása lakossági, civil szervezetek, egyesületek és felsőoktatási intézmények részére”. E-cars.hu Elérhető: <https://e-cars.hu/elektromos-auto-arak-es-allami-tamogatas/> (Letöltve ekkor: 2022.11.10.)

Edmunds (2021): 2021 Nissan LEAF. Edmunds.com Elérhető: <https://www.edmunds.com/nissan/leaf/2021/> (Letöltve ekkor: 2022. 10.15)

Elektromos autó pályázat Elérhető: <https://www.elektromos-auto-palyazat.hu> (Letöltve ekkor: 2022.11.10.)

EnergySource Minerals (2021): READY NOW to launch industry-leading process. Esminerals.com Elérhető: <https://www.esminerals.com/iliad> (Letöltve: 2022. 10.12.)

Európai Bizottság (2020): CO₂ emission performance standards for cars and vans. Climate.ec.europa.eu Elérhető: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport-emissions/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en (Letöltve ekkor: 2022.11.02.)

Europe Autonews (2022): BMW, Ford to get first Solid Power solid-state battery cells by year-end. Europe.Autonews.com Elérhető: <https://europe.autonews.com/automakers/bmw-ford-get-first-solid-power-solid-state-battery-cells-year-end> (Letöltve ekkor: 2022.10.12.)

EVexpert (2022): Where to charge your EV in Europe? EVexpert.eu Elérhető: <https://www.evexpert.eu/eshop1/knowledge-center/where-to-charge-your-ev-in-europe> (Letöltve ekkor: 2022.11.02.)

Hyundai (2022) Hyundai.hu Elérhető: <https://hyundai.hu/modellek/ioniq5?menu=jellemzok#standard-58-kwh-battery> (Letöltve ekkor: 2022.10.29.)

Index.hu (2021): Most még chiphiány, pár év múlva általános válság lehet. Index.hu Elérhető: <https://index.hu/gazdasag/2021/11/22/a-chiphiany-sokaig-marad-es-keresletibol-altalanos-valsagga-noheti-ki-magat/> (Letöltve ekkor: 2022.11.02.)

JATO (2021): VW's Golf leads Europe in 2021, Peugeot's 2008 is the best-selling SUV, and Tesla's Model 3 tops the EV rankings. Jato.com Elérhető: <https://www.jato.com/the-golf-topped-the-market-strong-results-for-tesla/> (Letöltve ekkor: 2022. 10.10.)

Központi Statisztikai Hivatal (2022): 24.1.2.2. A közúti gépjárművek száma megye és régió szerint, december 31.* ksh.hu Elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0040.html (Letöltve ekkor: 2022.10.25.)

Marklines (2018): Nissan LEAF Teardown: Lithium-ion battery pack structure. Marklines.com Elérhető: https://www.marklines.com/en/report_all/rep1786_201811 (Letöltve ekkor: 2022.10.15)

MET Magyarország (2020): MAGYARORSZÁG ENERGIATERMELÉSE ÉS FOGYASZTÁSA, ERŐMŰVEI (2020). Hugas.met.com Elérhető: <https://hugas.met.com/hu/energiapiaci-betekinto/magyarorszag-energiatermelese-fogyasztasa-eromuvek/8> (Letöltve ekkor: 2022.10.15.)

Motorhang (2022): Zöld rendszám kisokos: minden fontos infó egy helyen. Motorhang.hu Elérhető: <https://www.motorhang.hu/hir/zold-rendszam/3449/szervizsarok/> (Letöltve ekkor: 2022. 10.19.)

NDEP (2022): Thacker Pass Lithium Mine. Ndep.nv.gov Elérhető: <https://ndep.nv.gov/land/thacker-pass-project> (Letöltve ekkor: 2022.10.08)

Nemzeti Adó- és Vámhivatal (2022): Az adó számítása. Nav.gov.hu Elérhető: <https://nav.gov.hu/ado/gepjarmuado/az-ado-szamitasa> (Letöltve ekkor: 2022. 10.02.)

Paks II (2022): A projekt története. Paks2.hu Elérhető: <https://paks2.hu/web/guest/a-projekt-tortenete> (Letöltve ekkor: 2022.10.15.)

Schiller (2022): Súlyadó 2022: változik a gépjárműadó 2022-ben? Schiller.hu Elérhető: <https://schiller.hu/blog/sulyado/> (Letöltve: 2022.10.10.)

Tesla (2022) Tesla.com Elérhető: https://www.tesla.com/hu_hu/model3/design#overview (Letöltve ekkor: 2022.10.20.)

Thacker Pass Lithium Mine Project (2020): Thacker Pass Lithium Mine Project. Explanning.blm.gov Elérhető:

https://eplanning.blm.gov/public_projects/1503166/200352542/20030633/250036832/Thacker%20Pass_FEIS_Chapters1-6_508.pdf#page=57 (Letöltve: 2022. 10.08.)

Villanyautósok (2022): Elektromos autó töltés árak. villanyautosok.hu Elérhető: <https://villanyautosok.hu/elektromos-auto-toltes-arak/> (Letöltve ekkor: 2022.11.03.)

Volkswagen (2022) konfigurator.volkswagen.hu Elérhető: https://konfigurator.volkswagen.hu/cc-hu/hu_HU_VW19/V/auv/047?variant=Life (Letöltve ekkor: 2022.10.20.)

Wikipédia (2022): Tesla Roadster (first generation) Elérhető: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_\(first_generation\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Roadster_(first_generation)) (Letöltve: 2022.09.29.)

11 Mellékletek

I. Számú melléklet: Az online formában elérhető kérdőív vázlata

(Mindegyik kérdésre kötelező volt válaszolni)

Elektromos autók felhasználása

Az Ön kora?

- ☐ 0-18
- ☐ 19-25
- ☐ 26-30
- ☐ 31-35
- ☐ 36-50
- ☐ 51-65
- ☐ 65+

Az Ön neme?

- ☐ Férfi
- ☐ Nő

Melyik megyében él?

- ☐ Bács-Kiskun
- ☐ Baranya
- ☐ Békés
- ☐ Borsod-Abaúj-Zemplén

- ☐ Csongrád
- ☐ Fejér
- ☐ Győr-Moson-Sopron
- ☐ Hajdú-Bihar
- ☐ Heves
- ☐ Jász-Nagykun-Szolnok
- ☐ Komárom-Esztergom
- ☐ Nógrád
- ☐ Pest
- ☐ Somogy
- ☐ Szabolcs-Szatmár-Bereg
- ☐ Tolna
- ☐ Vas
- ☐ Veszprém
- ☐ Zala
- ☐ Egyéb:

Milyen típusú településen lakik?

- ☐ Falu/Község
- ☐ Város
- ☐ Megyeszékhely
- ☐ Főváros

Hányan élnek egy háztartásban?

- ☐ 1-2
- ☐ 3-4
- ☐ 5+

Ön rendelkezik elektromos autóval?

- ☐ Igen
- ☐ Nem, nem is tervezem a vásárlást
- ☐ Nem, de a közeljövőben tervezem a vásárlást

Az előző kérdésre „Igen” választ jelölők kérdései következnek.

Autóját újonnan vásárolta?

- ☐ Igen
- ☐ Nem

Rendelkezik hagyományos meghajtású autóval is?

- ☐ Igen
- ☐ Nem

Hány kilométert tesz meg évente elektromos autójával?

- ☐ 0-2000
- ☐ 2001-5000
- ☐ 5001-10000
- ☐ 10000+

Milyen felhasználással használja leginkább elektromos autóját?

- ☐ Városi
- ☐ Országúti
- ☐ Vegyes

Hol tölti leggyakrabban elektromos autóját?

- ☐ Otthon
- ☐ Munkahelyen
- ☐ Nyilvános töltőn
- ☐ Egyéb:

Miért döntött elektromos autó vásárlása mellett?

- ☐ Gazdaságosabb
- ☐ Környezetkímélőbb
- ☐ Fenntarthatóbb
- ☐ Zöldrendszámmal járó előnyök
- ☐ Egyéb:

Mekkora akkumulátorral rendelkezik autója (nettó kWh)?

- ☐ Saját válasz

Mennyit fogyaszt (kWh-ban) autója?

- Saját válasz:

Rendelkezik háztartása napelemmel?

- ☐ Igen
- ☐ Nem

Elektromos autóját állami támogatással vásárolta?

- ☐ Igen
- ☐ Nem

Mennyire befolyásolta vásárlását az állami támogatás?

1 - Egyáltalán nem, 5 – Teljes mértékben

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

Milyen márkájú elektromos autót használ?

- ☐ Mercedes-Benz
- ☐ Kia
- ☐ Hyundai
- ☐ Tesla
- ☐ Volkswagen
- ☐ Skoda
- ☐ Audi
- ☐ Nissan
- ☐ Egyéb:

Mennyire elégedett az Ön által használt elektromos autóval?

1 - Egyáltalán nem, 5 – Teljes mértékben

- ☐ 1
- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

Melyik az Ön által leggyakrabban használt töltőhálózat?

- ☐ Bevásárlás alatt, a bevásárlóközpont által kihelyezett töltő
- ☐ Ionity

- Mobiliti
- Otthoni gyorsöltő
- Otthoni hálózati töltő
- Egyéb:

A következő kérdéseket pedig csak az elektromos autóval nem rendelkezők töltötték ki.

Tervez 3 éven belül autót vásárolni?*

- Igen, újat
- Igen, használtat
- Nem tervezek

Ha bármilyen meghajtású autóra lenne állami támogatás, melyikre igényelné a legszívesebben?

- Benzin
- Dízel
- Hagyományos Hibrid (benzin/dízel)
- Plug-in Hibrid (benzin/dízel)
- Elektromos

Véleménye szerint, mi az elektromos autók legnagyobb hátránya?

- Hatótáv
- Elérhetőség
- Opciók
- Töltési problémák
- Egyéb:

Véleménye szerint, mi az elektromos autók legnagyobb előnye a belsőégésű motorokkal szereltekhez képest?

- Gazdaságos
- Előre láthatóan ez lesz a legjobb hajtás
- Halk
- Presztízs
- Egyéb:

Mennyire befolyásolja vásárlási szándékát az állami támogatás rendelkezésre állása? 1 - Egyáltalán nem, 5 – Teljes mértékben

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5