

ÓBUDAI EGYETEM

**Keleti Károly Gazdasági Kar
Módszertani és Menedzsment Intézet**

SZAKDOLGOZAT

**ÓE-KGK
2023**

Hallgató neve:
Hallgató törzskönyvi száma:

**Vigh Marcell Péter
T009308/FI12904/G**



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Keleti Károly Gazdasági Kar
Közgazdaságtudományi és Pénzügyi Intézet

SZAKDOLGOZAT FELADATLAP

Hallgató neve: Vigh Marcell Péter

Szakedolgozat száma: SZD2309060901553912

Törzskönyvi száma: T009308/FI12904/G

Neptun kódja:

Szak: Műszaki menedzser (BSc)

Specializáció: Projektmenedzser specializáció
Irányítási rendszerek specializáció

A dolgozat címe: Hibrid járművek műszaki és gazdasági elemzése

A dolgozat címe angolul: Technical and economic analysis of hybrid vehicles

A feladat részletezése:

1. Mutassa be Hibrid autókat!
2. Mutassa be milyen műszaki és gazdasági szempontjai vannak a Hibrid járműveknek!
3. Végezzen kérdőíves felmérést a témában!
4. A kapott eredmények alapján vonjon le következtetéseket és fogalmazzon meg javaslatokat!

Intézményi konzulens neve: Viktor Patrik

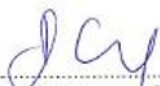
A kiadott téma elévülési határideje: 2024. 12. 15.

Beadási határidő: 2023. 12. 15.

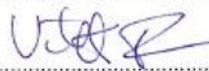
A szakdolgozat: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2023. 11. 21.




Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találok:


belső konzulens


külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott Vigh Marcell Péter (Neptunkód: [REDACTED]) hallgató kijelentem, hogy a szakdolgozat saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült szakdolgozatban található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2023. 12. 15

hallgató aláírása

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	7
2.	A HIBRID JÁRMŰVEK MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI ELEMZÉSE	9
2.1	Belső égésű motorok.....	9
2.1.1	Négyütemű Otto motor szerkezete	10
2.1.2	Négyütem	10
2.2	Történelmi fejlődés	11
2.3	Hibrid járművek.....	12
2.4	Hibrid autók történelme	14
2.5	Hibrid hajtás formák	18
2.5.1	Soros hibrid hajtás	18
2.5.2	Párhuzamos hibrid hajtás.....	20
2.5.3	Soros-Párhuzamos hibrid hajtás	22
2.5.4	Mild hibrid (MHEV)	27
2.6	Költségek	29
2.7	Akkumulátorok	30
2.7.1	Ólomsavas akkumulátor	32
2.7.2	Nikkel-fémhidrid akkumulátor (NiMH).....	32
2.7.3	Lítium alapú akkumulátor	33
2.7.4	Lítium-polimer (LiPo)	36
2.8	Legújabb Toyota Corolla elemzése	37

3.	ANYAG ÉS MÓDSZERTAN	40
4.	ÖSSZEFOGLALÁS	48
	IRODALOMJEGYZÉK	50

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Általános hibrid szerkezet.....	13
2. ábra: Soros hibrid hajtás szerkezet.....	18
3. ábra: Soros hibrid hajtás 4 üzemmódban	19
4. ábra: Párhuzamos hibrid hajtás felépítése	20
5. ábra: Párhuzamos hibrid hajtás 4 üzemmódban	22
6. ábra: Soros-párhuzamos hibrid hajtás felépítése	23
7. ábra: Plug-in hibrid rendszer.....	24
8. ábra: Mild hibrid rendszer kialakítása	27
9. ábra: Ragone diagram	31
10. ábra: Toyota Corolla modellek	38
11. ábra: Hibrid autók hasznossága	42
12. ábra: Környezetvédelmi szempont.....	42
13. ábra: Válaszok szófelhője, hogy miként lehetnek jobb a hibrid autó	43
14. ábra: Vásárlási szempontok	44
15. ábra: Elégedettség az árazással kapcsolatban	45
16. ábra: Mennyit költene az ember hibrid autóra	46

1. BEVEZETÉS

A szakdolgozatom témájának a hibrid járművek műszaki és gazdasági elemzését választottam. Kifejezetten olyan témát szerettem volna választani a szakdolgozathoz, ami közel áll az érdeklődési körömhöz és így esett a választás a hibrid járművek elemzésére. Már a legelejétől tudtam, hogy én ebben a témában teljeskörűen bele tudok mélyedni és a tudásom legjavát tudom kihozni.

Napjaink egyik legnagyobb és legmeghatározóbb kérdése jelenleg a hibrid technológia. Az autóipar átalakulása és a fenntartható mobilitás iránti növekvő igény világszerte új kihívások elé állítja a járműgyártókat és a társadalmat egyaránt. Ezért is ragadott magával az elejétől kezdve e témakör, mert egészen régre nyúlik vissza az autók és járművek érdekeltsége számomra és szeretek nyitott szemmel járni és észrevenni, valamint tudni az aktuális technológiai háttérrel, illetve arról, hogy merre is haladunk a jövőben. Az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése, az üzemanyag-hatékonyság javítása és az alternatív meghajtású járművek iránti érdeklődés új perspektívát nyit az autógyártás és az energiafelhasználás terén. Ebben a helyzetben a hibrid autók fejlődése és alkalmazása jelentős lépés a fenntartható mobilitás felé.

Szakdolgozatom felépítését tekintve a hibrid autók általános bemutatásával indul, illetve a hibrid autózás történetével. Ehhez szükségesnek érezném kifejteni egy pár dolgot a belső égésű motorokról, mert a hibrid autózáshoz is szorosan kapcsolódik. Folytatásban először a műszaki tartalmát részletezném pontról pontra a különböző hajtási technológiáktól az akkumulátorokig. Én úgy vélem a hibrid autók műszaki részleteinek megértése elengedhetetlen azok hatékonyságának és működésének értékeléséhez. A dolgozatomban szeretném részletesen elemezni a hibrid technológiát, beleértve a belső égésű motorok és elektromos motorok együttműködését, az energia visszanyerését és tárolását, valamint az intelligens vezérlési rendszerek működését.

A gazdasági elemzés során fontos megvizsgálni a hibrid autók piaci helyzetét, ezért erre szeretnék egy konkrét példát hozni a jelenből egy olyan modern autóval, amiből jelenleg létezik teljesen hagyományos hajtással szerelt és mellette pedig megtalálható a modern hibrid rendszerrel szerelt modell is. A jelen szakdolgozatom célja az alapos

műszaki és gazdasági elemzés révén átfogó képet adni a hibrid autók jelenlegi állapotáról és jövőbeli kilátásairól. További célok közé tartozik a szakdolgozat által a műszaki és gazdasági aspektusok összekapcsolása, hogy mélyebb betekintést nyújtson a hibrid autók világába, felhívva a figyelmet azok előnyeire és korlátaira egyaránt. A dolgozatom végén készítek egy kutatást is, melyben a mindennapi embereket kérdezem meg, hogy a mostani világunkban, hogy látják a hibrid autókat és hogyan javítanának még azon, hogy még a mostaninál is több közlekedjen az utakon. A szakdolgozat végén zárásként elemzem a kapott eredményeket és kitérek a lehetőségekre és kihívásokra.

2. A HIBRID JÁRMŰVEK MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGI ELEMZÉSE

2.1 Belső égésű motorok

Minden olyan motort belső égésű motornak nevezzünk, amelyek robbanó anyagot használnak az üzemanyag elégetésére, amely a dugattyú lenyomását eredményezi elő a hengeren belül. A motor hengerén belül egy keverék található, ami üzemanyagból és levegőből áll és ezek összenyomásra kerülnek. Az üzemanyag és levegő keveréke lángra kap gyújtógyertyák által és ez hőenergiát termel (benzinmotor). Ez az égés idézi elő a dugattyú lenyomását. A dugattyú mozgása megfordítja a főtengelyt, ami aztán egy láncon keresztül forgatja a jármű kerekeit, illetve a hajtótengelyt. Az égési ciklus ismétlődik a hengerben és ez hajtja a járművet folyamatosan. A motorban olajat használnak a kopó alkatrészek kenésére és hűtésére. Az olajrendszer segít csökkenteni a súrlódást és növeli a motor élettartamát. Modern belső égésű motorokban számos érzékelő és vezérlő elektronika található, amelyek optimalizálják a teljesítményt, a kibocsátásokat és az üzemanyag-hatékonyságot.

Különböző féle üzemanyagokat használunk a belső égésű motorokhoz. Ilyen például a benzin és a dízel. Az 1860-as években sokan próbálták a belső égésű motor találmányát állítani, de csak egy hivatalos szabadalom sikerült a négyütemből álló belső égésű motorra. Nikolaus August Otto német mérnöknek sikerült ez a szabadalom 1876-ban. Ő volt, aki kifejlesztette a négyütemű úgy nevezett „Otto-motor”, amelyet a mai napig széles körben használnak. Ez volt az első olyan motor, amely rendszeres működést és hatékony ciklust mutatott be és ez lett az alapja a mai benzinmotoroknak is.

A dízelt motort egy kicsivel később 1892-ben mutatták be és egy másik német mérnök felelős érte, akit Rudolph Dieselnek hívtak. A dízelmotort nehezebbnek és erősebbnek tervezték a benzinmotorral szemben és olajat használt üzemanyagként. A dízel motorokban nem található gyújtógyertya, ehelyett összenyomási gyújtás elvét alkalmazzák. Ezek a motorok híresek a hatékonyságukról, illetve az alacsony üzemanyagfogyasztásukról. Gyakran alkalmazták ezeket a motorokat nehezebb gépekhez, vonatokhoz, hajókhoz és nem utolsósorban az személyautókhoz. Nagyon fontos, hogy ezek a technológiák, alapvető működési elvek, több mint száz éve léteznek és ezek még mindig alapjai a mai világunknak. (RAȚIU, 2003), (Arcoumanis, C. 2012)

2.1.1 Négyütemű Otto motor szerkezete

Minden Otto motornak a szerkezeti felépítése ugyanúgy néz ki. Van egy motorblokkunk, amelyben a hengereknek mélyedések találhatók. A hengerfejen helyezkednek el a szelepek és a gyújtógyertyák, illetve a szelepvezérlő mechanizmus is és maga a motorblokk alatt megtalálható az olajteknő. A dugattyúk egy forgattyús tengellyel vannak összekötésben a hengerben és ez teszi lehetővé a forgó mozgást. Ezeknek a motoroknak a magas hőmérsékleti tartomány miatt nagyon fontos a hűtése és ezt legtöbbször vagy levegővel vagy vízzel lehet megtenni. A motor szelepei egyszerre lehetnek szívó és kipufogó szelepek is. A nyitott szívó szelepek biztosítják a friss levegőt a hengerben. Ezzel ellenben a kipufogógázok szelepei szabályozzák a kipufogógázok kilépését.

A szelepvezérlő mechanizmus általában egy vezérműszíj segítségével nyitja és zárja a szelepeket. Pontosan szabályozva vannak a szelepek a hengerfejen. Amikor a gyújtógyertya elektromos impulzust kap, az lángra kaptja a levegő és üzemanyag keverékét az égés kamrában. Felépítésileg található még egy kipufogó rendszer is. Az égési gázok kilépését szabályozza és vezeti el a motorból a környezetbe. (Suzuki, T. 1997), (Arcoumanis, C. 2012)

2.1.2 Négyütem

1. Ütem – Szívás (szívó ütem)

A dugattyú ezen szakaszban lefelé mozog és ezáltal csökken a nyomás a hengerben és vákum keletkezik. A dugattyú mozgása a henger feje felé történik és közben a szívószelepek nyitott állapotban helyezkednek ezzel lehetővé téve a friss levegő beszívását.

2. Ütem – Sűrités

A szívó szelepek bezárodnak és a dugattyú elkezd felfelé haladni miután elérte a legalacsonyabb pontját a hengernek és visszatér a tetjére. A felfelé mozgás közben a benzin beszívárog a hengerbe és mielőtt felérne teljesen összenyomja a benzin-levegő keverékét és a holtpont előtt a gyújtógyertya szikrája meggyújtja a keverékét.

3. Ütem – Égés

A keletkező hőenergia nyomása a dugattyút lefelé mozgatja, szelepek továbbra is zárva vannak. A dugattyú mozgási erőt biztosít a jármű kerekeinek és ez hajtja előre a járművet.

4. Ütem – Kipufogás

Amint a dugattyú leért a henger aljára a kipufogó szelepek kinyílnak és kivezetik a kipufogó gázokat a hengerből a kipufogórendszeren keresztül.

Ez a folyamat ismétlődik a következő ciklusban és a négyütemű működés során a dugattyú kétfelé mozog és egy ciklusban négy az alábbiakban leírt fázisban található.(oktató Blog, NI), (Arcoumanis, C. 2012)

2.2 Történelmi fejlődés

20. század elején uralkodott el a világon leginkább az Egyesült Államokban a tömeggyártás. Megnövekedtek az igények és ezt először Henry Ford látta meg legjobban, hogy hogyan is lehetne az autók iránti keresletet legjobban kihasználni és a legtöbb hasznot termelni. 1908-ban ugyanis bemutatta az első autót, amit tömegtermeléssel készítettek a neveztes Ford T-modelt. Ő volt az első aki rájött arra, hogy rengeteg időt megspóról egy dolgozó, ha nem a dolgozó megy és sétál oda egy-egy autóhoz, hanem az autó jön hozzá. Így alakultak ki az úgy nevezett szalag gyártó sorok, ahol tényleg az építésre váró autók jöttek egymás után ezzel fokozva termelést. A tömegtermelésnek hála az autók elterjedtebbek lettek és sokkal elérhetőbbé váljon az átlag embernek. 20 században innentől folyamatosan fejlődtek a jármű technológiák. A T-modellhez egy magyar mérnök is szorosan kapcsolódik, ugyanis az első szériagyártású autónak Galamb József tervezte meg a bolygóműrendszerű sebesség váltóját. Az 1900-as közepe felé a váltórendszerek folyamatos fejlesztése következtében kifejlesztették az automata sebességváltókat, hogy az emberek könnyebben tudjanak sebességet váltani. Ezzel tovább egyszerűsítve az autóvezetést az embernek. Aztán az évszázad vége felé és a 21. század elején egyre nagyobb szerepet játszott a környezetvédelem. Mondhatni ez lett az egyik legbefolyásolóbb tényező az új autók tervezésénél. Folyamatosan szigoródtak a feltételek, így kénytelenek voltak a benzinmotorokat egyre környezetbarátabb fejleszteni. Megjelentek a piacon a katalizátorok és a környezetbarát üzemanyagok, illetve a mai modern hibrid autók elődjai.

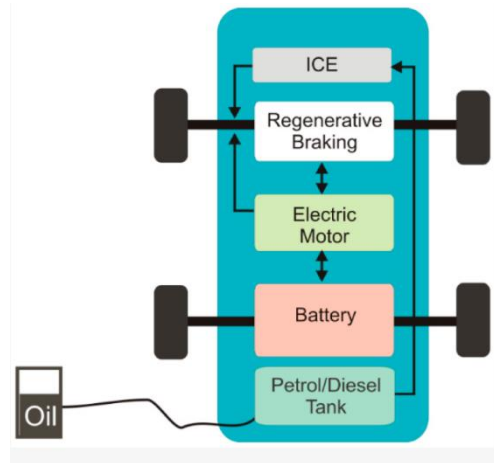
21.században a környezetvédelmi és energiahatékonysági szempontok miatt nagy hangsúly került az elektromos autók és hibrid járművek fejlesztésére, amelyek alternatív megoldást kínálnak a hagyományos belső égésű motorokhoz képest. Egyes autógyártók már csak hibrid rendszerekben gondolkodnak leginkább Európában, ahol ugyanis mostanra nagyon súlyos szabályozásokat vezetnek be, a levegő minőségének javulása érdekében. Viszont a legtöbb nagy autógyártó hatalmas erőmozgósításokat fordítanak az elektromos autók, illetve a hibrid autók fejlesztése felé és több variációt próbálnak a piacra eljuttatni. Ezek a fajta autók kevésbé szennyezik a környezetünket, kisebb vagy nincs is kipufogás kibocsátásuk. Ha ez a tény nem lett volna elég a vásárlóknak, hogy ezzel megóvhassák a környezetüket, számos országokban, hogy még inkább megnöveljék ezeknek az autóknak az eladási számait nem kevés engedményt vezettek be, hogy ezzel is kedvezményesebbnek érezzék a vásárlást. Ilyenek voltak például az adó kedvezmények, olcsóbb regisztrációs díjak és díjmentes vagy kedvezményes parkolás.

Manapság szinte nem látni olyan bevásárlóközpontot, ahol nem lenne legalább 1-2 töltőpont kialakítva, hogy az emberek ott tudják tölteni az autójukat, miközben mást csinálnak. Napról napra fejlődik a töltési hálózat és egyre jobban terjeszkednek a töltési pontok. (Chua et al., 2010), (Gáti, J., 2008)

2.3 Hibrid járművek

A járművek megnövekedett száma legfőképpen a városokban, jelentős problémákat okoz, amely veszélyes lehet a közlekedés számára és hatással lehet a környezetre is. Napjainkban a rengeteg forgalmi dugó az üzemanyag-fogyasztás és széndioxid kibocsátás növekedéséhez vezet, amely felgyorsítja a globális felmelegedés folyamatokat. Ennek érdekében, hogy ezeket a számokat mérsékeljék a nagy autógyárak elkezdtek kifejleszteni az elektromos járműveket és hibrid járműveket. Hibrid autó olyan jármű, amelyben a meghajtási energia két vagy több energiaforrásból származik. Általában egy belső égésű motor és egy villanymotor kombinációjából áll. A belső égésű motor táplál és működtet egy áramot termelő generátort, amely olykor egyedülként hajtja a járművet vagy tölti az akkumulátort ezáltal a jármű kevesebb fosszilis üzemanyagot fogyaszt és ennek következményeként csökken a károsanyag kibocsátása. Az akkumulátorok energiát tárolnak, amelyet a belső égésű motorral való töltésből

származik vagy a fékezés során történő visszatöltésből gyűjt össze. A hibrid járművek tervezésénél a legnagyobb kihívás a több energiaforrás kezelése volt, ami jelentősen függ a járművek vezetőjétől, az akkumulátorok méretezésétől és az akkumulátorok kezelésétől.



1. ábra: Általános hibrid szerkezet

Alosaimi, W., Ansari, M. T. J., Alharbi, A., Alyami, H., Ali, S., Agrawal, A., & Khan, R. A. (2021). Toward a unified model approach for evaluating different electric vehicles. *Energies*, 14(19), 6120.

A hibrid elektromos járműveknek minden energiájuk a motorból és regeneratív fékezésből származik. Regeneratív fékezés során a hibrid rendszer képes visszanyerni az elvesztegetett energiát és azt visszatárolni az autóban lévő akkumulátorba. Fékezés során az elektromos motorok energiát generálnak és ezt tudja tárolni az akkumulátor. Ez hosszabb élettartamot eredményez az akkumulátoroknak és fokozza az üzemanyag takarékoságát. A jobb üzemanyag fogyasztás mellett természetesen alacsonyabb károsanyag kibocsátást is biztosítanak ezek az autók, a többi normál hajtású autóval szemben. Lényegében ez volt a legnagyobb szempont amikor ezek a rendszerek kialakultak. Jóval környezet barátibbak és hozzájárulnak a széndioxid-kibocsátás

csökkentéséhez. Nagy előnye alacsony fordulatszámon, például városi területeken, csökkenti az üzemanyag-fogyasztást is, mivel a motor teljesen kikapcsolt állapotban marad például forgalmi dugók esetén. Alapkonfigurációként a kerekeket mind az elektromos motorok, mind a belső égésű motor egy vezérlőáramkörön keresztül hajtják. Valamennyi hibrid autó rendelkezik különböző vezetési módokkal, amik közül

szabadon választhatunk. Ha nagyobb sebességre van szükség, a hibrid rendszer motorüzemmódot vált és sport fokozatba kapcsolhatunk. Elektromos meghajtást használ, ha a teljesítmény alacsony.

De mi is kapcsolhatunk tisztán elektromos módba, ha az akkumulátor fel van töltve a megfelelő szintre. Illetve az általános hibrid fokozatba van alaphelyzetben a rendszer. A két hajtáslánc együtt is működhet a teljesítmény javítása érdekében. (Chan, C. C. 2002), (Anton, B., & Florescu, A. 2020)

2.4 Hibrid autók történelme

1898-ban egy fiatal 23 éves autó tervező megépítette az első saját autóját a Lohner Electric Chaise-t. Ő Dr. Ferdinand Porsche volt. A nevéhez fűződik, hogy az övé volt a világ első első kerék meghajtású autója is. Porsche második autója már hibrid volt, amely egy belső égésű motort használt egy generátor forgatásához, amely áramot biztosított a kerékgagyakban található villanymotoroknak. Csak akkumulátor meghajtással az autó képes volt megtenni 40 mérföldet. Egy évvel később a The Pope Manufacturing Company két kisebb elektromos autógyártó céggel egyesülve létrejött az Electric Vehicle Company. Ez volt az első igazán nagy amerikai autógyár. 1900-ban az amerikai autó gyárak összesen 1575 elektromos, 1681 gőz hajtású és 936 benzines autót készítettek. Még ugyanebben az évben egy belga autókészítő bemutatta a 3 és fél lóerős benzin motorját, amit egy elektro motor is támogatott az ülések alól.

Amikor az autó normális körülmények között ment, az elektromos motorja valójában egy generátor volt, amely újratöltötte az akkumulátorokat. De amikor az autón azt szerettük volna, hogy gyorsabb legyen, az elektromos motor, amely a gázmotorral együtt volt felszerelve, lendületet adott neki. 1902-es Bostoni megbízhatósági teszten a hibrid autók már egyenlő vetélytársai voltak a gőz, illetve a gázüzemű autóknak.

Henry Ford legyőzte a benzinüzemű autók zaja, rezgése és szaga által támasztott kihívásokat, és megkezdte az alacsony árú, könnyű, gázüzemű járművek futószalagos gyártását. Ez néhány éven belül az Electric Vehicle Company bukását jelentette. Ezek után egy amerikai mérnök szabadalmat nyújtott be egy benzin-elektromos hibrid járműre.

Richardson, Dr. Baruch Berman, and Dr. George H. Gelb kifejlesztette, demonstrálta és szabadalmaztatta a rendszert. Terveztek egy elektromechanikus dinamikus sebességváltót, amely egy sokkal energikusabb járműteljesítményt biztosít a hagyományos belső égésű motorhajtáshoz szükségesnél kisebb motorral. A rendszerbe beépített mérnöki koncepciók közül sokat használnak a mai hibridekben is. 1969-ben elkészült a GM 512, ami bontogatta a hibrid rendszer előnyeit. Egy nagyon könnyű kísérleti hibrid autó volt ez, amely a kocsi indulásától egészen 10 mérföld per óráig csakis tisztán elektromos hajtással működött. Aztán 10 és 13 mérföld per óra között együttesen dolgozott az akkumulátor és a 2 hengeres gázüzemű motor. Efelett pedig az autó kizárólag a gázüzemű motort használta és képes volt elérni a 40 mérföld per órát már.

Aztán elérkeztünk a 70-es évekhez és vele az 1973-ban zajló Arab olajembargó alatt, a benzin ára az egekbe szökött, ami új érdeklődést keltett az elektromos járművek iránt. Az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma számos elektromos és hibrid járművet tesztelt, amelyeket különböző gyártók gyártottak, köztük a VW Taxi néven ismert hibridet, amelyet a Volkswagen gyártott Wolfsburgban. A Taxi párhuzamos hibrid konfigurációt használt, amely lehetővé tette a rugalmas váltást a benzines és az elektromos motor között. Az American Motors 1975-ben 352 darab elektromos furgont szállított a U.S. Postal Servicenak tesztelni. Az Egyesült Államok Energiakutatói és Fejlesztési Hivatala kormányzati programot indított az elektromos és hibrid technológia fejlesztésére. 1976-ra az Egyesült Államok Kongresszusa elfogadta a törvényt, az elektromos és hibrid járművek felújítását, fejlesztését és demonstrációját. A törvény célkitűzései között szerepelt az iparral való együttműködés az akkumulátorok, motorok, vezérlők és más hibrid-elektromos alkatrészek fejlesztése. Audi 100 évvel az első elektromos autó után 1989-ben bemutatta az Audi Duo kísérleti jármű első generációját, amely az Audi 100 Avant Quattro alapján készült.

Az autónak 12 lóerős elektromos motorja volt, amely a légsavár tengelye helyett a hátsó kerekeket hajtotta. Egy nikkel-kadmium akkumulátor szolgáltatja az energiát. Az elsőkerék-hajtást egy 2,3 literes, 136 lóerős öthengeres motor hajtotta. 2 évvel később bemutatták a második generációs Duo-t, ami szintén az Audi 100 Avant Quattro-ra épült. 1992 amikor a Toyota Motor Corporation bejelentette a Earth Charter-t, egy dokumentumot, amely felvázolja a lehető legalacsonyabb kibocsátású járművek

fejlesztésének és forgalmazásának céljait. A Clinton-kormány bejelentette a kormány kezdeményezését, melynek neve Partnership for a New Generation of Vehicles (PNGV). A programban a kormány együttműködött az amerikai autóiparral, hogy kifejlesszen egy tiszta autót, amely akár 80 mérföld / gallon sebességgel is működhet. Három prototípus készült, és minden prototípus hibrid volt.

A Toyota kizárása a PNGV-ből arra készítette Eiji Toyota elnököt, hogy titkos projektet hozzon létre G21, Global Car for the 21st Century néven. A következő évben a Toyota megduplázta eredeti célját, az üzemanyag-hatékonyság 50 százalékos javítását.

Ezek után érkezett el a Toyotának a nagy bejelentése amivel teljes mértékben meghatározta a hibrid autók piacát ugyanis először 1997-ben mutatta a Priust. 2 évvel a hivatalos bemutatása előtt csak a Japán belpiacnak. Az első évében közel 18000 eladott példány volt. Ugyanebben az évben a világ egy másik kontinensén Európában az Audi lett az első gyártó aki nagyobb mennyiségben kezdett hibrid autót gyártani az Audi Duo alapjaira készülő A4 Avant-tal. A járművet egy 90 lóerős 1,9 literes TDI motor hajtotta, egy 29 lóerős villanymotorral együtt. Mindkét áramforrás hajtotta az első kerekeket. A hátsó lead-gel akkumulátor tárolta az elektromos energiát.

Egy másik nagy japán gyártó is becsatlakozott a hibrid autó versenybe. 1999-ben a Honda bemutatta a két ajtós Insight-ot, az első hibrid autó, amely elérte a tömegpiacot az Egyesült Államokban. Az Insight számos díjat nyert, és EPA futásteljesítmény-besorolást kapott, 61 mérföld / gallon városban és 70 mérföld / gallon autópályán.

2000-ben aztán a Toyota is bemutatta a Toyota Priust, az első négyajtós hibrid szedánt, amely elérhető az Egyesült Államokban. 2 évvel ezután Honda mutatta be legújabb Civic Hibrid autóját ami a második kereskedelmileg elérhető A második kereskedelmi forgalomban kapható hibrid benzin-elektromos autó. A Civic Hybrid megjelenése és vezethetősége megegyezett a hagyományos Civicével.

A második generációs Prius 2004-ben elnyerte az év autója címet a Motor Trend Magazine-nál és az Észak Amerikai Auto Show-n. A Toyotát meglepték a megnövekedett számok, keresletek az autójuk iránt így a termelést növelni is kellett 36 000-ről 47 000-re az Amerikai piacon. Az új vásárlóknak előfordul, hogy akár fél évet is várniuk kellett az

új autójukra. Aztán még szeptemberben a Ford bemutatta az Escape hibridet az első amerikai hibridet, illetve az első városi terepjáró hibridet.

Innentől szinte minden autógyártó elkezdett egyre nagyobb erőket mozgósítani a hibrid autók irányában és szinte egymás után érkeztek az újabbnál újabb különböző márkájú hibrid autók. 2011-ben a Chevy Volt hibrid autó képes volt már 25-50 mérföldet elmenni tisztán elektromosan.

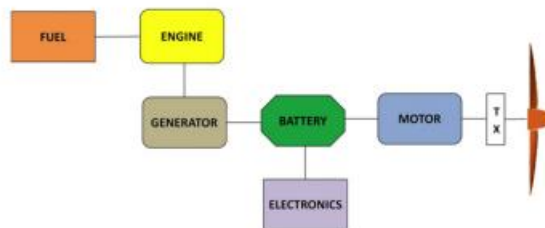
Nagyjából egy Toyota Prius üzemanyag fogyasztása városi használat mellett 4,5-5,0 liter/100km között volt. Ez az üzemanyag megtakarítás igen szerénynek mondható a mai modern és hatékony dízel és benzin hajtású belső égésű motorokkal szemben. Az elektromos áram forrása mindig is örök kérdés volt ebben a témában, napjainkban is számos vita kialakítója és száz évvel ezelőtt is az volt. Ugyanis ha az a bizonyos elektromosság vagyis villamos energia a szokványos hálózatokról származik, amelyeket nukleáris és a fosszilis energiatermelés vezet a teljes környezetre nézve ez egyáltalán nem egyértelmű, hogy nyereséges-e. Ez a kérdés nem csak a tisztán hibrid és elektromos autók körében igaz, hanem a plug-in hibridekre is. A hibridek nagyobb fogyasztással dolgoztak városon kívül, mint a hagyományos autók. A társadalomban ez újabb problémát hozott a felszínre, ugyanis a városon kívüli vezetés a teljes futásteljesítmény jelentős részét teszi ki. A hibrid autók előállítása jóval költségesebb, mint a hagyományos tisztán belső égésű autók előállítása. Ez az egyik fő oka annak, hogy eltűntek a piacról az 1920-as évektől nagyjából az 1970-es évekig. (Babu, A. K. 2019), (Høyer, K. G. 2008), (Anderson, C. D., & Anderson, J. 2010).

2.5 Hibrid hajtás formák

Különböző típusai és változatai létezhetnek a hibrid meghajtási rendszereknek, amelyek lehetővé teszik a belső égésű motor és az elektromos meghajtórendszer kombinálását. Minden fajta hibrid rendszernek saját előnyei és korlátozásai vannak, és a választás a járművezető igényeitől, az üzemeltetési körülményektől és az elérhető technológiától függ. A választott rendszer határozza meg, hogy a jármű milyen arányban használja a belső égésű motort és az elektromos meghajtást, valamint az elektromos hatótávolságot és az üzemanyag-felhasználást. A következőkben láthatjuk ezeknek a bemutatását. (Chan, C. C. 2002)

2.5.1 Soros hibrid hajtás

A soros hibrid hajtás a legegyszerűbb fajta hibrid hajtás. Ez a fajta hibrid hajtás tartalmaz egy üzemanyagot átalakító belső motort, generátort, akkumulátort és egy villanymotort. A belső égésű motor mechanikai teljesítményét először generátor segítségével alakítják át villamos energiává. Ezt az elektromos energiát az energiatároló tárolhatja is. Az átalakított villamos energia vagy feltölti az akkumulátort, vagy megkerülheti az akkumulátort, hogy ugyanazon az elektromos motoron és mechanikus sebességváltón keresztül hajtja a kerekeket.



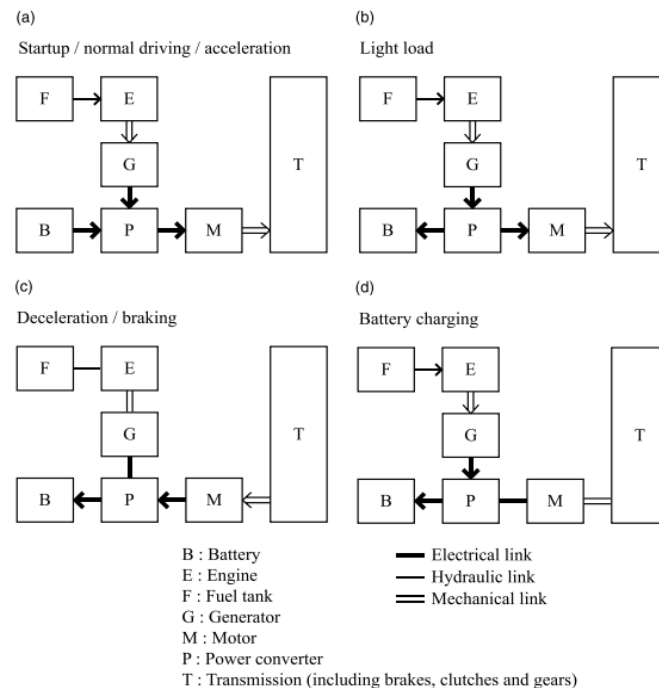
2. ábra: Soros hibrid hajtás szerkezet

Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. (2012). On parallel hybrid-electric propulsion system for unmanned aerial vehicles. *Progress in Aerospace Sciences*, 51, 1-17.

A motor és a hajtókerekek közötti leválasztásnak köszönhetően határozott előnye, hogy rugalmasan elhelyezhető a belső égésű motor generátorkészlete. Bár további előnye a hajtáslánc egyszerűsége, három meghajtóeszköze, a generátorra, az elektromos

motorra és a motorra van szüksége. A soros hibrid hajtásnál a belső égésű motorok lehetnek kisebb méretűek, mivel nem közvetlenül hajtják a járművet. Ez javítja az üzemanyag-hatékonyságot és csökkenti a kibocsátást, miközben megőrzi a jármű teljesítményét.

Ha csak olyan rövid utakat kell kiszolgálni, mint a munkába járás és a vásárlás, a megfelelő választás egy hibrid autó. Az elektromos motorok lehetővé teszik a csendes és környezetbarát közlekedést alacsony sebességeken. A soros hibrid autók felépítése jobban hasonlíthat egy villanyautóéra, mint a belsőégésű motorral hajtott hagyományos autók vagy a párhuzamos hibridek. Előfordul olyan, hogy nem egy nagy villanymotor található egy autóban, hanem minden keréknél elhelyezkedő kisebb villanymotorok. Ezek a kisebb elektromos motorok javítják a jármű tapadását és irányíthatóságát.



3. ábra: Soros hibrid hajtás 4 üzemmódban

Chau, K. T., & Wong, Y. S. (2002). Overview of power management in hybrid electric vehicles. *Energy conversion and management*, 43(15), 1953-1968.

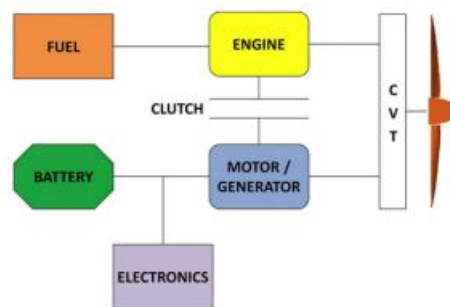
Ez különösen előnyös rossz időjárási körülmények között vagy terepjárók esetén. A soros hibrid rendszert legtöbb esetben nehéz tehergépjárműveknél használni. A

következőkben 4 üzemmódot fogok szemléltetni, hogy miként működik a soros hibrid rendszerrel.

Normál vezetéskor vagy induláskor látható, hogy a motor és az akkumulátor is energiát juttat az energia átalakítóba, amely pedig a sebességváltón keresztül hajtja meg az elektromotort és a kerekeket. Kis terheléskor a normál motor teljesítménye kiugróbb, mint amennyi energia szükséges a kerekek meghajtásához ezért a megmaradt és többleti energiát az akkumulátor feltöltéséhez használja az autó. Fékezéskor a villanymotor generátorként üzemel és a mozgási energiát a kerekek mozgási energiájává alakítja. Az áramátalakítón és a motor generátoron keresztül az akkumulátor akkor is tölthető, ha épp a jármű áll. (Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. 2012), (Poursamad, A., & Montazeri, M. 2008), (Chau, K. T., & Wong, Y. S. 2002)

2.5.2 Párhuzamos hibrid hajtás

Az egyik legelterjedtebb hibrid rendszer a piacon. A soros hibridtől eltérően a párhuzamos hibrid hajtás lehetővé teszi, hogy mind a belső égésű motor, mind az elektromos motor párhuzamosan adja le az energiát a kerekek meghajtásához. További előnye a soros meghajtással szemben a párhuzamos hibrid meghajtáshoz nem szükséges nagy belső égésű motor, hanem elég egy jóval kisebb méretű a hasonló teljesítmény eléréséhez.



4. ábra: Párhuzamos hibrid hajtás felépítése

Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. (2012). On parallel hybrid-electric propulsion system for unmanned aerial vehicles. Progress in Aerospace Sciences, 51, 1-17.

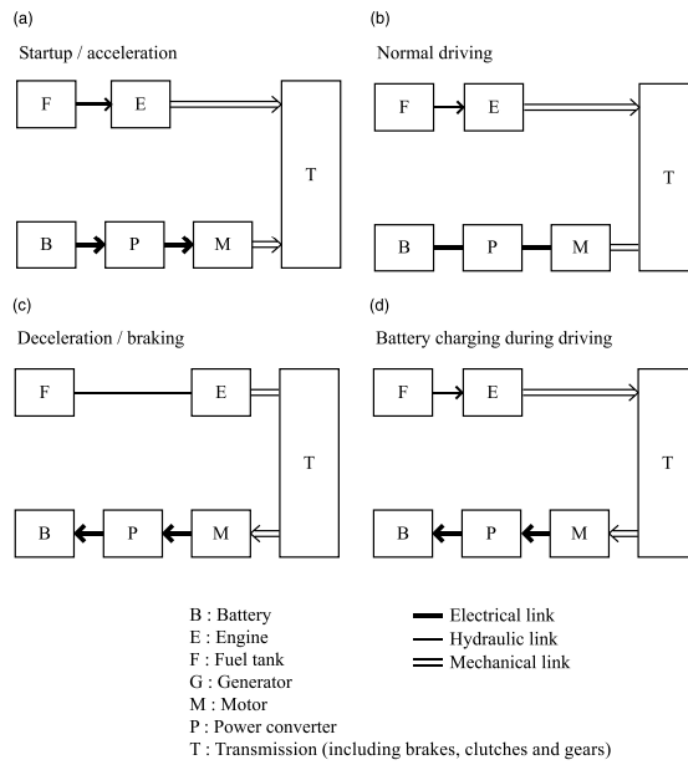
Ez eredményezhet kiváló gyorsulást és jobb teljesítményt, különösen a nagyobb teljesítményű hibrid modellek esetében. Mivel mind a belső égésű motor, mind az

elektromos motor általában két tengelykapcsolón keresztül kapcsolódik a kerekek hajtótengelyéhez, a hajtóerőt szolgáltathatja egyedül a belső égésű motor, az elektromos motor vagy mindkettő. Az elektromos motor generátorként használható az akkumulátor töltésére visszatápláló fékezéssel vagy a belső égésű motor teljesítményének elnyelésével, ha annak teljesítménye nagyobb, mint a kerekek meghajtásához szükséges. Az elektromos motorok kisebb méretűek lehetnek a párhuzamos hibrid hajtásláncokban, mivel nem kell teljesen meghajtaniuk a járművet. Ennek eredményeként javulhat az üzemanyag-hatékonyság és csökkenhet a kibocsátás. Jobb, mint a soros hibrid hajtás, a párhuzamos hibridnek csak két meghajtóeszköze van szüksége, a belső égésű motorra és az elektromos motorra. Egy másik előny a soros hajtással szemben, hogy egy kisebb belső égésű motor és egy kisebb villanymotor használható ugyanazon teljesítmény elérésére, amíg az akkumulátor le nem merül. A párhuzamos hibrid rendszerek különböző üzemmódok között váltogathatnak, például tisztán elektromos üzemmódban, belső égésű motorral, vagy mindkettőt kombinálva. Ez a rugalmasság lehetővé teszi az autósok számára, hogy válasszanak az aktuális igényeiknek és a vezetési körülményeknek megfelelően. A ma kapható autók közül a legtöbben ez a hajtás mód található meg. Számos autómobilben elérhetőek ezek a rendszerek és a vásárlók széles körben találhatnak választékot. Általában mindig mikor kis sebességgel vagy hátrafelé haladunk a villanymotor dolgozik, mert ez kevesebb energiát fogyaszt. Ezért ezek az autók nagyon praktikusak és kifizetődők városban amikor nem kell nagy igénybevétel az autótól. Népszerűsége továbbra is növekszik a fenntartható közlekedés iránti érdeklődés miatt.

Itt is hasonlóan 4 különböző adott szituációt tudunk megvizsgálni. Elinduláskor a motor és az elektromos motor arányosan osztozik az elérendő teljesítményhez szükséges meghajtáson. Ebben a helyzetben az elosztás nagyjából 80-20% között lehet. Átlagos normál vezetés közben a belső égésű motor csak annyi teljesítményt biztosít amennyi az autó mozgásához szükséges, míg az elektromos motor kikapcsolt állapotban van. Lassításkor az elektromotor generátorként működik és az áramátalakítón keresztül tölti az akkumulátort. Mivel a motor és a villanymotor ugyanarra a hajtótengelyre van kapcsolva az akkumulátort lehet áramátalakítóval tölteni. (Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. 2012), (Poursamad, A., & Montazeri, M. 2008), (Chau, K. T., & Wong, Y. S. 2002)

2.5.3 Soros-Párhuzamos hibrid hajtás

A soros-párhuzamos hibrid felépítése nevéből értetődően magában foglalja mind a soros, mind a párhuzamos hibridek jellemzőit, de a soros hibridhez képest további mechanikus kapcsolatot tartalmaz, valamint a párhuzamos hibridhez képest egy további generátort is tartalmaz. A párhuzamos hajtáshoz képest a kettős hibrid konfiguráció egy bonyolultabb és költségesebb változat.



5. ábra: Párhuzamos hibrid hajtás 4 üzemmódban

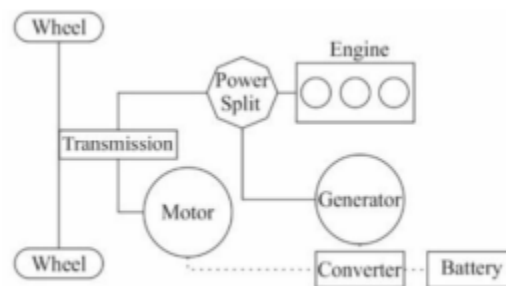
Chau, K. T., & Wong, Y. S. (2002). Overview of power management in hybrid electric vehicles. *Energy conversion and management*, 43(15), 1953-1968.

Több generátor és elektromos motor is része a rendszernek ebből kifolyólag ez a fajta hibrid hajtás kiemelkedően erős teljesítményre képes és ez fontos a nagy terheléskor és gyorsításkor. Szinte teljesen körénk szabja az autót a hajtásláncot, hogy épp mivel működjön. Mérlegeli a vezetési körülményeket és a terhelést és lehetőséget biztosít, hogy számos változatban működhessen az autót. Belső égésű motor, elektromos motor és a generátorok számtalan konfigurációjában. Bár rendelkezik mind a sorozatos, mind a párhuzamos hibridek előnyös tulajdonságaival, negatív oldalról a soros-párhuzamos

hibrid viszonylag bonyolultabb és költségesebb. Az extra mechanikai kapcsolatok és generátorok magasabb gyártási és karbantartási költségeket jelenthetnek. Mindazonáltal az irányítási és gyártási technológiák fejlődésével néhány modern HEV inkább ezt a rendszert alkalmazza. (Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. 2012), (Poursamad, A., & Montazeri, M. 2008), (Chau, K. T., & Wong, Y. S. (2002)

2.5.4 Plug-in hibrid (PHEV)

A PHEV-k a hibrid elektromos járművek olyan típusai, amelyeknél a jármű meghajtásához szükséges energia egy része az elektromos hálózatról származik. Hagyományosan elektromos hajtásláncot és belső égésű hajtásláncot tartalmaz, amelyek egymással és az úttal vannak összekapcsolva. Ez a két hajtáslánc elrendezhető úgy, hogy az út felé vezető energiaútvonalak párhuzamosan, sorban vagy a kettő kombinációjában haladnak. A Plug-in hibrideket jelentős előre lépésnek tekintetik a járművek technológiájában. PHEV-k két energiaforrással rendelkeznek a hálózatról származó tárolt elektromos energiával és az üzemanyag formájában tárolt kémiai energiával.



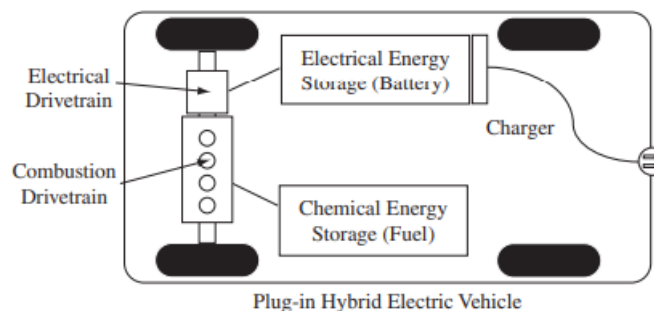
6. ábra: Soros-párhuzamos hibrid hajtás felépítése

Cardoso, D. S., Fael, P. O., & Espírito-Santo, A. (2020). A review of micro and mild hybrid systems. Energy reports, 6, 385-390.

Ezen energiaforrások együttes vagy külön-külön történő felhasználásával a PHEV-ket úgy lehet megtervezni és vezérelni, hogy jobb teljesítményt, nagyobb energiahatékonytságot eredményez. Nagy energiasűrűségű lítium-ion vagy hasonló típusú akkumulátorral rendelkeznek, amely kívülről tölthető. Az elektromos teljesítmény a hagyományos hibrideknél hosszabb hatótávolságig tud működni. Az akkumulátorcsomag újratölthető egy váltóáramú töltővel. Plug-in hibridek javítják a közüzemi energia

felhasználását, mert a töltése az akkumulátoroknak akár éjszaka is működhet amikor jelentősen kevesebben használják az elektromos hálózatot.

A Plug-in legtöbbször párhuzamos hibrid jármű hajtással rendelkezik. Az akkumulátornak képesnek kell lennie elegendő elektromos energia tárolására, külső töltésre, valamint regeneratív fékezésre és képes legyen a tárolt villamos energiával ellátni rendszert. A váltakozó áramú konnektoros töltéshez elkerülhetetlenül szükség van egy akkumulátorra, AC–DC átalakítóból álló töltő teljesítménytényezővel és programozható digitális vezérlővel megfelelő feszültség-áram profil a nagy energiájú akkumulátorokhoz. Szükséges egy kétirányú dc–dc átalakító és töltés–kisütési profil, hogy az energia áramolhasson az akkumulátor és vontatómotoros rendszer között.



7. ábra: Plug-in hibrid rendszer

Bradley, T. H., & Frank, A. A. (2009). Design, demonstrations, and sustainability impact assessments for plug-in hybrid electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 115-128.

Ez a fajta hibrid rendszer is tud együtt működni a belső égésű motorral, hogy ha nagyobb teljesítményt szeretnék igénybe venni. De itt is van tisztán elektromos üzemmód amikor az akkumulátorban van elegendő energia. Ilyenkor természetesen nincsen károsanyag kibocsátása, hiszen csak is az elektromotor hajtja az autót. PHEV-eknél az elektromos jármű üzemmód, a töltéscsökkentő üzemmód és a töltést fenntartó jármű üzemmód közötti teljesítménykülönbség a vezető számára szinte észrevehetetlen. Hasonlóan összetett váltóval dolgoznak, mint a sima hibrid autók. A váltórendszer kiválasztja a megfelelő erőforrást vezetési körülménytől és akkumulátor töltöttségétől függően.

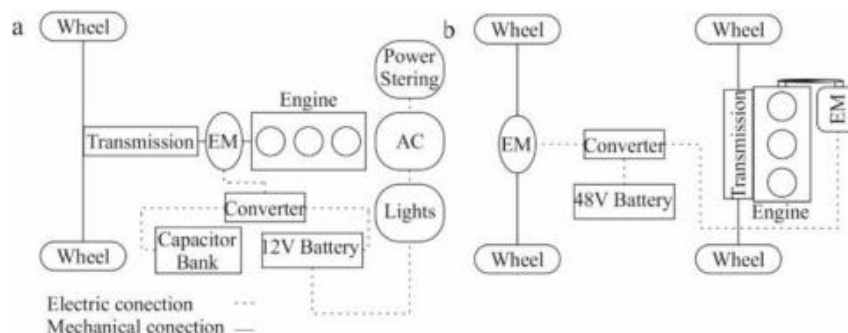
A PHEV-k többféle üzemmódban is működhetnek. Töltés-csökkentő üzemmód, töltésfenntartó, elektromos és csak motor mód. A töltés-csökkentő módban a töltöttséget, úgy szabályozza a jármű, hogy működése során csökkenjen a szintje. Ilyenkor a motor az akkumulátor mellett lehet be és kikapcsolt állapotban is, de a meghajtásához szükséges energia nagyobb részét az energiatároló rendszer biztosítja, ami az akkumulátor üzemidejének csökkenését eredményezi. Elektromos módban az autó motorja egyáltalán nem segít a rendszernek, ilyenkor a PHEV elektromos járműként dolgozik. Mivel az elektrokémiai energia tároló rendszer az egyetlen erő, ami a mozgatót biztosítja, így a töltöttségi szint idővel csökken. Mikor a jármű elektromos módban van, a belsőégésű hajtás teljesen kikapcsol, és az elektromos hajtáslánc látja el a jármű gyorsításának és fékezésének funkcióit. A töltésfenntartó módban szintén szabályozva van az akkumulátor töltöttségi szintje egy szűk működési szinten belül. A hagyományos hibridek nagy részben, így működnek. Itt az idő múlásával az akkumulátor töltöttségi szintje nem változik, így az energiaforrásunk a folyékony üzemanyagból származik. Tisztán motor üzemmódban az elektromos rendszer nagyon le van korlátozva és egyáltalán nem biztosít erőt a meghajtásban. Minden üzemmódban más vezérlést hív le a rendszer az elektromos és a belső égésű motor kapcsolatából. Például a jármű töltésfenntartó üzemmódban van, a járműnek az akkumulátor töltöttségi állapotát a belső égésű hajtásláncból származó energia regenerálásával kell szabályoznia, az elektromos hajtásláncot felhasználva a villamos energia előállítására. Összeségében meghatározható, hogy a PHEV-k elektromos hajtásának nagyon szigorú követelményei vannak. A belső égésű motorral szemben is komoly követelmények Vannak, amik szintén nagyon megnehezítik a hagyományos belső égésű járművekhez képest. A PHEV-ek töltőrendszereit elektromos hálózathoz kell csatlakoztatni a töltés érdekében. A PHEV-ek előnye abból származnak, hogy a belső égésű hajtásláncból származó energiát a hálózathoz tartozó elektromos energiával helyettesíthetik. A töltőnek könnyűnek, kompaktnak és nagy hatékonyságúnak kell lennie, hogy a maximális energiát ki tudjuk nyerni az elektromos hálózathoz. Mivel a PHEV-ek üzemanyag-fogyasztása, károsanyag-kibocsátási teljesítménye és üzemmódszabályozása az energiatároló rendszer töltöttségi állapotától függ, a PHEV teljesítménye akkor a legjobb, ha minden utat a lehető legjobb 100%-os töltöttséggel kezdünk meg. Minél gyakrabban töltjük az energia tároló rendszerünket, annál jobb lesz a jármű teljesítménye.

Az autógyárak a PHEV-eket a hagyományos és az elektromos járművek hiányosságai miatt fejlesztették ki. A folyamatosan fejlődő elektromos hajtásrendszerek és akkumulátor technológiák és elősegítették a PHEV-k előrelépését. Számos bemutató járművet készítettek és ezekkel fontos kutatási eredményeket értek a teljesítmény, vezethetőség és fogyasztói elfogadottság terén. A Plug-in hibridek nagyon ígéretes technológiát jelentenek a közlekedési energiaágazatának és a fenntarthatóság javítására. Az eddig is meglévő kőolajenergiát az elektromos energiából helyettesítik. Ezzel pedig figyelni kell, hogy folyamatosan fejleszteni kell az elektromos hálózatot. A globális éghajlatváltozás fokozódó ütemére, a kőolaj-ellátási nyomásra és a világszerte növekvő járműtulajdonosi körre, a PHEV-ek lehetőséget nyújtanak a közlekedési energiaágazat hatásainak csökkentésére és a személyes közlekedés megőrzésére a jövő számára. Mára már a PHEV-k lehetővé teszi az autóvezetőnek, hogy a mindennapi használat során tisztább és hatékonyabb közlekedési alternatívákat válasszanak, mivel képesek elektromos üzemmódban közlekedni rövidebb távolságokon, és a hagyományos belső égésű motort hosszabb utakon használni. A Plug-in hibrid hajtás fejlődése az évek során több szakaszban zajlott. Első próbálkozások a 1990-es évek végén és a 2000-es évek elején kezdődtek meg. Ebben az időben jó néhány autógyártó próbálkozott különböző hibrid technológiákkal. A korai modellek gyakran korlátozott hatótávolsággal és árnyalt műszaki megoldásokkal rendelkeztek, ezek a kísérletek és innovációk hozzájárultak ahhoz, hogy a Plug-in hibrid technológia elterjedjen és fejlődjön, és hogy a mai formáját ölthesse, amely magában foglalja a széles körű modellek és az akkumulátorok hatékonyságának jelentős javulását. A Toyota Prius PHEV volt az első kimondottan Plug-in hibrid, amit 2007-ben kezdték gyártani már nagyobb akkumulátorkapacitást és rövidebb elektromos hatótávolságot kínált a hagyományos Prius-hoz képest. Aztán a 2010-es évektől növekedett a hatótávolság és több nagyobb autógyártó is becsatlakozott és bevezettek olyan PHEV modelleket, mint a Mitsubishi Outlander PHEV és a Chevrolet Volt (Opel Ampera). Ezek az évjáratok tehát egy jelentős időszakot képeztek a Plug-in hibrid autók fejlődésében, ahol a technológia és a kínálat egyaránt növekedett. A tapasztalatoknak és a vásárlói visszajelzéseknek köszönhetően a 2010-es évek végére a Plug-in hibrid autók olyan népszerű és széles körben elfogadott lehetőségek lettek, amelyek a környezetbarát közlekedés iránt érdeklődő autóvezetők számára egyre vonzóbbak lettek. A 20-as években, tehát napjainkban továbbra is folyamatos fejlődést

mutat és széles körben terjedt el az autópárhban. A járműgyártók intenzív kutatás-fejlesztési tevékenységeket folytattak annak érdekében, hogy optimalizálják az elektromos és belső égésű motorok kombinációját, javítsák az akkumulátorok hatékonyságát, és növeljék a Plug-in hibrid járművek elektromos hatótávolságát. az újítások és fejlesztések együttesen hozzájárultak ahhoz, hogy a Plug-in hibrid járművek a 2020-as években egyre vonzóbb alternatívát jelentsenek a környezettudatos vezetők számára. (Bradley, T. H., & Frank, A. A. 2009), (Emadi, A et al, 2008)

2.5.4 Mild hibrid (MHEV)

Az egy legígéretesebb módja a jelentős hatékonyság és teljesítmény elérésének korlátozott további költségnövekedése mellett a mild hibrid szerkezet alkalmazása. Konfigurációját tekintve a Mild hibrid rendszerek bonyolultabbak, ugyanis a rendszerhez kapcsolható elektromos motor kapcsolódhat a főtengetyhez, amely egyben motorként és generátorként is működik. Más esetben kombinálható az elektromos motor a sebességváltóhoz. Ez az elektromos motor/generátor kis teljesítményű, és nem képes önállóan hajtani a járművet. A Mild hibridek nagy feszültséggel is működhetnek, de biztonsági okokból többségében a rendszerek 12V-tal működnek. Ez az elektromos rendszer kevésbé erős és kisebb kapacitású akkumulátorral működik, mint egy teljes hibrid vagy elektromos jármű, amelyek általában nagyobb feszültségű (például 48V) rendszert használnak. Ezek a rendszerek nagyjából 10-20 kW teljesítményt és 200-250 Nm nyomatékot biztosítanak. Ennél a hibrid rendszernél használatos a regeneratív fékezés, amely képes a keletkezett energiát visszatölteni az akkumulátorba.



8. ábra: Mild hibrid rendszer kialakítása

Cardoso, D. S., Fael, P. O., & Espírito-Santo, A. (2020). A review of micro and mild hybrid systems. Energy reports, 6, 385-390.

Olyan technológiák, mint a kettős tengelykapcsoló rendszerek vagy az erőelosztás bolygórendszerek hatalmas fejlődést vezettek elő és ezek javítják a rugalmasságot. A rendszer végrehajtásához különböző ellenőrzési stratégiákon fut végig, hogy a lehető legjobb nyomaték érkezhessen a kerekhez. Ehhez természetesen szükséges az akkumulátorok töltöttségi állapotának egyensúlya. A Mild hibrid energiáját egy DC/DC átalakító kezeli, amely elősegíti a közös 12V-os ólom-savas akkumulátor és az elektromos motor táplálására használt akkumulátor együttes működését amikor ezek táplálják a járművet. A Mild hibridek ultrakondenzátorokat vagy lítium alapú akkumulátorokat használhatnak. A Mild hibridek tulajdonképpen egy elektromos motor vagy generátor segítségével optimalizálja a belső égésű motor működését alacsonyabb terhelésű alacsony sebességű helyzetekben. A Mild hibridek a teljes hibridekkel és az elektromos autókkal szemben nem rendelkeznek hosszú elektromos hatótávolsággal. A 48 V-os mild hibrid megoldás fontos szerepet fog betölteni napjainkban, jelentős előnyöket kínál a következők számára a széndioxid kibocsátás, az üzemanyag-fogyasztás és a teljesítmény szempontjából, elfogadható költségek mellett. (Cardoso, D.S. et al., 2020), (Hayslett, S. et al., 2020)

2.6 Költségek

Van többek között néhány hátránya is a hibrid autóknak. Maga a hibrid rendszer kialakítása egy igencsak bonyolult folyamatból épül fel, amit nagy hozzáértéssel lehet megalkotni, mind e mellett természetesen a költsége se olcsó már magának a rendszernek, amit természetesen a nagy autógyárak a megemelt eladási árakon szeretnének viszont látni. A mai világban egy hibrid autó jóval drágább, mint egy sima egyszerű benzin vagy diesel motorral hajtott autó. Viszont az akkumulátorok cseréje hatalmas költségekkel járhat. Ezt már személyesen is megtapasztaltam, hogy tényleg mennyire magas lehet ezeknek a cseréje. Bizonyos időtartamuk van melyek idővel lejárnak és mindenképp cserélni kell. A bizonyos idő után az akkumulátorok veszítenek is a képességeikből, teljesítmény veszteség és hatótávolság veszteséggel járhat az öregedésük és ez egy magasabb üzemanyag költségekhez vezethet. De ez nagy mértékben függ az autó használatától, típusától, hogy mikor következik be ez az időpont.

Komoly költségeket rejthet a Plug-in hibrid és a tiszta elektromos autók töltő hálózat kiépítése. Ugyanis amíg a normál hibrideknek nincs szükségük külső töltésre a Plug-in hibridnek és az elektromosnak van. A töltőállomások kiépítése és az otthoni töltő további költségeket vezethet, ugyanis ezek is jelentős összegekbe kerülnek, mind a mellett, hogy az üzemanyag költségünk alacsonyabb lesz. Mostmár szinte minden külső töltőegységnek is van egy díja és természetesen az otthoni hálózatnak is. Illetve ezeknél az autóknál maga az önsúlyuk is jóval nehezebb lesz, mint a többi autóé az akkumulátor és a hozzá tartozó rendszer következményeként, így mivel ezek a hibrid autók összetettebb hajtáslánccal és elektromos komponensekkel rendelkeznek a várható szervizelési és javítási költségek is megugranak. Arról nem beszélve, hogy Bizonyos országokban komoly adókat és illetékeket vonzhat magával a hibrid autó birtoklása.

Természetesen, aki a vezetési élményért vezet annak egy hibrid autó nem túl alkalmas ugyanis néhány hibrid autó kevésbé erős és sportos, mint a hagyományos belső égésű autók. Érdemes alaposan átgondolni a hibrid autózást, mert jó pár rejtett költséggel lehet találkozni az évek alatt. (Chan, C. C. 2002)

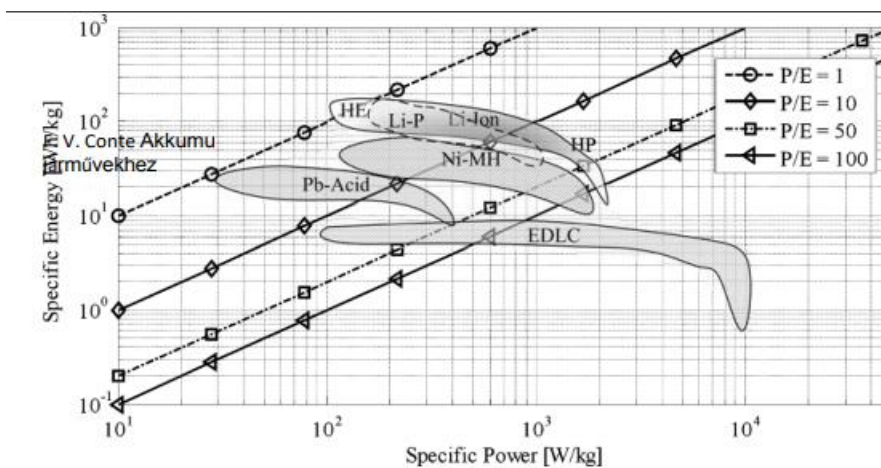
2.7 Akkumulátorok

A hibrid járműveknél az akkumulátorok központi szerepben helyezkednek el. Mivel az ilyen típusú autók minden alternatív energia szükségük van, így az éppen nem használt energiákat az akkumulátorokban képesek tárolni és ezért energiatároló eszköznek is nevezhető. Nagyon fontos, hogy a legjobb üzemanyagfogyasztás érdekében és az autó teljesítményének növeléshez egy szinte tökéletesen működő akkumulátorra, erőátviteli rendszer és egy nagyon precízen programozott irányításra van szükség. Természetesen mindenféle jármű fellépítés különböző akkumulátorokat igényel az alkalmazási területüktől függően. Például egy kisebb csomagkiszállító tehergépjárműnek, ami legtöbbször meg is van rakodva nem lesz működő képes egy normál vagy egy kisautó akkumulátor csomagja. Egyre többet látni, hogy a nagyobb csomagszállító cégek elektromos hajtással rendelkező tehergépjárműveket vetnek be főleg a belvárosi részeken, mert ez elérhetővé tesz korlátozott területeket is mindamellett, hogy segít javítani a levegő minőségét azzal, hogy nem jár folyamatosan a motor és ezzel a zajszint se lesz zavaró az ott lakóknak. A személyautóknál a rendkívül gyorsan fejlődő világunkban folyamatosan fejlődni szükséges, hogy minél költség hatékonyabb legyen, de közben a lehető legtöbbet tudja. A személyautókban viszonylag kisebb akkumulátorok találhatók. Ezek lehetnek 12V-os vagy 36V-os ólomsavas akkumulátor. Az elektromos meghajtással rendelkező tehergépjárműveknek nagyobb akkumulátor csomag található, hogy folyamatosan képes legyen ellátni az elektromos hajtási üzemmódját és ezt megfelelő hatótávolsággal.

A hibrid autók típusaihoz és az ahhoz kapcsolódó akkumulátor rendszerek meghatározásához különböző paramétereket kell megvizsgálni, hogy a megfelelőt megkapjuk. Ilyen paraméter többek között a teljesítmény-energia aránya egyes járműveknél és a hozzá tartozó hibrid rendszerhez. Ez a mérőszám fontos az optimális akkumulátor kiválasztásához. Ezeket az energia tároló rendszereket komoly követelmények és vizsgálati eljárások veszik körbe ebből kifolyólag a tervezőknek számos szempontnak kell eleget tenni. Természetesen a legfontosabb tényező egy vásárlónál a teljesítménye az akkumulátornak és a hatótávolsága. Viszont ezeken túl nagy figyelmet kell fordítani az energia tároló rendszer biztonságára, hogy a rendszer rendkívül széles hőmérsékleti tartományban működjön, ne legyen probléma 1-1 nagyobb

hőmérséklet ingadozás. Ezeken felül a teljesítmény stabilitása is elengedhetetlen, hogy az akkumulátor az öregedése ellenére folyamatosan tudja leadni ugyanazt a teljesítményt, mint újkorában. Egy megbízható energia tároló eszköz esetén hosszabb élettartamra tervezik ezeket az eszközöket és nagy figyelmet fordítanak arra, hogy amiből kinyerik a megfelelő nyersanyagot az egy olyan anyag legyen, amelynél biztosítva van a hosszútávú elérhetősége. Mind ezek mellett legfőbbképpen költség hatékonynak szükséges lenni.

Az akkumulátorok karakterisztikájának megértéséhez Ragone ábrázolás nyújtott hasznos információkat. Ha az akkumulátor cellákat nagy sebességgel merítik le vagy töltik fel akkor sokkal gyorsabban érhetnek el teljesítmény csökkenést. A Ragone diagram a fajlagos energia és a fajlagos teljesítmény kapcsolatát mutatja meg. Egy ilyen fajta ábrázolás gyorsan rámutat az energia tároló teljesítmény határára és segít meghatározni az optimális működésüket. (Conte, F.V. 2006)



9. ábra: Ragone diagram

Conte, F. V. (2006). Battery and battery management for hybrid electric vehicles: a review. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik, 123(10), 424-431.

2.7.1 Ólomsavas akkumulátor

Technikailag az egyik legrégebbi akkumulátor típus és ezért a technológiája jól ismert és rengeteg helyen megtalálható. Elektrodáin aktív anyagként (+)ólom és (-)ólom-oxid található, kénsav van jelen elektrolitként és ez más akkumulátorokkal szemben aktívan jelen van a reakcióban. Az akkumulátor töltött állapotban elektrokémiai reakciókat hoz létre az ólom-oxid pozitív lemezen és a tiszta ólom negatív lemezen. Az elektromos áramot a lemezek közötti kémiai reakciók hozzák létre, amikor az akkumulátor energiát ad le. Ólomsavas akkumulátor a legkisebb költségű energia tároló. Hosszú élettartamuk, megbízhatóságuk és viszonylag alacsony költségeik miatt népszerűek. Költségeivel szemben viszont a súlya elég jelentős, általában nagyok és nehezek ezek az akkumulátorok, tárolási képességükhöz képest. Felhasználásuk olyan helyeken működő képes, ahol nem számít a méret és a súly. Ezeket az akkumulátorokat egy külső forrásból származó elektromos árammal újra fel lehet tölteni. Amikor az áram bejut a rendszerbe a kémiai reakciók megfordulnak és energiát tárol. Legtöbbször hajókban vagy lakókocsikban használatos ez az akkumulátor, mert rövid időn belül nagy mennyiségű energiát képes szolgáltatni.

Mára már az ólomsavas akkumulátorokat több modernebb energia tároló váltotta fel, ugyanis a nevében is szerepel, hogy tartalmaz ólomot, amely környezetvédelmi szempontból elég problémás anyag és a helytelen kidobása veszélyes is lehet akár. Így is számos alkalmazásban hasznosak maradtak gazdaságosság és megbízhatósága miatt. (Conte, F.V. 2006)

2.7.2 Nikkel-fémhidrid akkumulátor (NiMH)

Mai világunkban a nikkel-fémhidrid egyértelműen vezeti a piacot a hibrid személyautóknál. Pár évvel ezelőtt került be leginkább a köztudatba amikor a nikkel-kadmium akkumulátor kivezették és helyette nikkel-fémhidridről beszélhetünk. A nikkel-fémhidrid energia tárolónál olcsóbbak az ólomsavas akkumulátorok és jobb energiasűrűségűek a lítium akkumulátorok, tehát mondhatjuk, hogy a nikkel-fémhidrid semelyik nagyobb tulajdonságában, mint a másik két vetélytársa. A NiMH akkumulátorok nagyobb energiatároló kapacitással rendelkeznek, mint a hagyományos ólomsavas akkumulátorok, ami azt jelenti, hogy hosszabb ideig képesek energiát

szolgáltatni. Teljes mértékben egy középértéket jelent, mert nincs kiemelkedő területe, de viszont olyan sincs, amiben gyenge lenne. A NiMH akkumulátorok két fő elemből állnak, nikkell-oxid hidrid pozitív lemezből és negatív hidrogén (H₂) lemezből. Az elektromos töltés és kisütés során a hidrid az elektronokat a hidrogén molekulákból vonja el, aminek következtében hidrogénionok (protonok) jönnek létre. Az elektromos áram ezeken a hidrogénionokon keresztül áramlik a két lemez között.

A NiMH akkumulátorok többször újratölthetők, anélkül hogy tartósan csökkenne a teljesítményük. Ez lehetővé teszi az újratöltésüket és az újrahasznosításukat, ami környezetbarát alternatívát jelent az egyszer használatos elemekkel szemben. A fémhidrogénötvözet töltési folyamat alatt hidrogénionokat fogad be és a hidrogént tárolja szilárd állapotában. NiMH akkumulátoroknak jó a tartósságuk és egyszerű is a gyártásuk, így a mai hibrid személygépkocsikban szinte már csak ezt használják. NiMH akkumulátorok meglehetősen olcsók. Viszont a nikkell energia tárolók jövője függ a saját költségeitől, illetve a lítium-ion technológia fejlődésétől. Határai is vannak a nikkell-fémhidrid akkumulátoroknak, mint például az energiasűrűségük a lítium-ion akkumulátoroknál alacsonyabb, ami azt jelenti, hogy nagyobb térfogatot igényelnek azonos teljesítmény eléréséhez. Emellett hajlamosabbak az öregedésre és a memóriaeffektusra (az újratöltés előtt teljes kisütés esetén) is. NiMH akkumulátorokat gyakran használnak hordozható elektronikai készülékekben, hibrid autókban, vezeték nélküli eszközökben, és egyéb alkalmazásokban, ahol hosszabb üzemidőre van szükség. Az utóbbi években a lítium-ion akkumulátorok terjedése miatt a NiMH akkumulátorok népszerűsége néhány területen csökkent, de továbbra is fontos és hasznos technológiát jelentenek. (Conte, F.V. 2006)

2.7.3 Lítium alapú akkumulátor

A lítium alapú akkumulátorokban nagy potenciál található, ami rendkívüli előrelépést jelentene a hibrid autózásban. A lítium-ion akkumulátorok a lítium és más alkotóelemek kombinációjából állnak. Ez a technológia az egyik legelterjedtebb és hatékonyabb újratölthető akkumulátor típus a piacon. A lítium-ion akkumulátorok sokszor újratölthetők anélkül, hogy veszítenének a teljesítményükből. Általában több ezer töltés-kisütési ciklust képesek elviselni. Növekedhetne a közlekedés hatékonysága,

ugyanis a mérnökök rájöttek, hogy nagy energiasűrűségű és fajlagos energiájú akkumulátorokra van szükség és ezek a fajta energia tárolók hordozzák magukban azokat a tulajdonságokat, amire szükség van. A lítium ára meglehetősen alacsony a piacon, mivel maga a reaktív lítium nem fordul elő a természetben, de vegyületei viszont szép számban fellelhetők. Ebből az okból kifolyólag Európa, Amerika és Japán hatalmas összegeket fordítanak a lítiumkémia fejlesztésébe. A lítium alapú akkumulátorokon belül négy nagyobb csoport található. Lítium-fém típusú akkumulátor, lítium-fém-polimer, lítium-ion-polimer, lítium-ion. A nagyfeszültségű cellákhoz elengedhetetlen, hogy a lítium reaktívan viszonyuljon a szerves elektrolittal szemben és a lítium-fém negatív elektródjai felelősek, hogy a lítium-fém celláknak nagy legyen az energiasűrűségük. Az elektrolit és a lítium-fém közötti reakció szilárd határfelületet képez, és ennek következtében dendritek alakulnak ki. Ezek a dendritek gyors léptékben csökkentik az akkumulátor működőképességét és növelni fogják a belső rövidzárlat valószínűségét és ez a kettő együttesen komoly biztonsági kockázathoz vezet. Dendritek redukálása céljából speciális elektrolitokat kell alkalmazni és korlátozni kell a töltőáramot. Ez a feltöltési korlátozás és élettartam korlátozás együttesen okozzák, hogy hibrid alkalmazásban is csak korlátozottan alkalmazzák ezeket a cellákat. Másik csoportja a lítium alapú celláknak, amelyek polimer elektródokat használnak. Lítium-fém anóddal kifejlesztették lítium-fém-polimer cellákat és valamint interkalációs vegyületekkel megalkotott konfigurációkat, amiket úgy nevezzünk, hogy lítium-polimer akkumulátorok. Ez a cella sokkal kompatibilisebb és alkalmasabb a tömeggyártásra, mivel a szilárd ionokat vezető polimerek elektrolit alkalmazása növeli az energiasűrűséget. A sejt biztonságát tudjuk növelni a szilárd elektrolit szivárgás megakadályozásával.

Mindezek mellett a legelterjedtebb lítium-alapú cella a lítium-ionos. A lítium-ionos akkumulátorokban lítium-fém anódot lítium beágyazott vegyülettel helyettesítik. Az elektródák interkalációsak, ami azt eredményezi, hogy a lítium-ionok interkalálhatóak és deinterkalálhatóak a cellában. Az interkalációs folyamatok méretstabilak, ami a lítium-ion cella jó élettartamát segíti elő.

Folyamatosan fejlődik a lítium-ion cellák biztosítása. Lítium-ion akkumulátorok alacsony karbantartást igényelnek. Nincs szükségük elektrolit ellenőrzésére vagy feltöltésre, mint például az ólomsavas akkumulátoroknak. Vannak azért megoldandó

problémák, úgy mint a túltöltés és túlakisülés korlátai. Még biztonsági problémát eredményezhet a magasabb hőmérsékleti ingadozás és a mechanikai igénybevétel. Jelenleg is zajló kutatások folyamatosan az egyre biztonságosabb és stabilabb rendszeren dolgoznak és emellett környezetbarátabb összetevőket is vizsgálnak. A lítium-ion akkumulátorok környezetbarátabb alternatívát jelentenek a hagyományos belső égésű motorokhoz képest, mivel nincs szén-dioxid-kibocsátásuk a tisztán elektromos üzemmódban. Azonban az akkumulátorok gyártása és újrahasznosítása is fontos szempont.

A lítium energia tárolók költségeit csökkenteni kell, mivel a pillanatnyi költségek messze állnak a célköltségtől. A lítium alapú celláknak olcsóbbnak kellene lennie, ugyanis a nyersanyag a természetben gyakran előforduló anyag, viszont ez sajnos a valóságban nem ezt eredményezi a magas és drága fejlesztési folyamatok miatt és gyártási költségek miatt. Az energia tárolók élettartama mindig is egy komoly kérdés volt, mivel az akkumulátorok alkalmazása csak rövid ideig történik meg, az idő további részében csak készenléti állapotokban van. A rendkívüli lítiumfeszültség, reakcióképesség és szélsőséges időjárás az elektrolitokkal szemben erős aggályokat vetített előre az akkumulátor élettartamára. Ezért napjainkban az újonnan fejlesztett cellákat megfelelő vizsgálatokkal kell igazolni. A cella vezetőképessége alacsony hőmérsékleten csökkenéshez vezethet. Ez a vezetőképesség csökkenés negatívan hat a kisütési teljesítményre. Magas hőmérsékleten és magas feszültségen viszont a lítium akkumulátorok elektrolitjai instabillá válhatnak és az elektrolitok exoterm oxidációja veszély kiáramláshoz vezethet.

A lítium-ion hibrid autók töltési infrastruktúrájukhoz hálózati elektromos csatlakozásokat használnak. A lítium-ion PHEV esetében a jármű fel is tölthető elektromos töltőállomásokon. Lítium-ion hibrid autó akkumulátorok a modern járművekben egyre népszerűbbek, mivel lehetővé teszik a gazdaságos és tiszta közlekedést a városi környezetben, miközben a hagyományos belső égésű motor segíti hosszabb utazások esetén.

Összegzés képpen a lítium technológia a hibrid autózás közép és hosszú távú útja, legfőképpen ha a biztonság és költség kérdés részét elemezzük. (Conte, F.V. 2006)

2.7.4 Lítium-polimer (LiPo)

A lítium-polimer akkumulátorokat azok a kiemelkedően jó tulajdonságaik teszik az egyik legelőnyösebb választássá az ilyen felhasználáshoz, melyek a nagy energiaigényű sűrűség, nagy feszültség, alacsony önkisülési arány és a jó stabilitás. Viszont az autóiparban sokkal nagyobb energia tárolókra van szükség a hibrid és elektromos autók alkalmazásához, mint amilyenek a fogyasztói elektronikában kaphatóak. Az akkumulátorelektrodák teljesítményét befolyásolja a méretarány, az áramgyűjtő fűlecskék elhelyezése, mennyisége és elektródon átfolyó áram mennyisége. Ha egy elektróda nem optimálisan van kialakítva, a potenciál és az áramsűrűség nem egyenletesen oszlik el és az aktív elemek kihasználtsága, illetve anyag felhasználása az elektródon nem lesz egyenletes. Az elektróda gyorsabb degradációja következhet be az elektródon lévő aktív anyag túlzottan lokális felhasználása miatt. Ez a hatás annál valószínűbb, minél nagyobb az elektróda mérete. Ezért az elektróda optimális kialakítását fontos a nagyüzemi lítium-polimerelektrodák előállításához. Ezek a fajta akkumulátorok magas energia-sűrűséggel rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy viszonylag sok energiát képesek tárolni kis térfogatban. Így ebből kifolyólag hosszabb üzemidőt tudnak teljesíteni. Az elektromos töltés és kisütés során az elektronok a lítium-átmeneti vegyületek között mozognak, és ezzel az akkumulátor energiát tárol és szolgáltat. Többször újra tölthetők és eközben nem veszítenek a teljesítményükből. Több száz töltési ciklusra képesek és alacsony az önkisülési sebessége, ami azt eredményezi, hogy hosszú időn keresztül tartják a töltésüket. Ezek a töltési ciklusok általában nagyon gyorsan végbe mennek, mert a lítium-polimer akkumulátorok rendkívül rövid idő alatt feltölthetők.

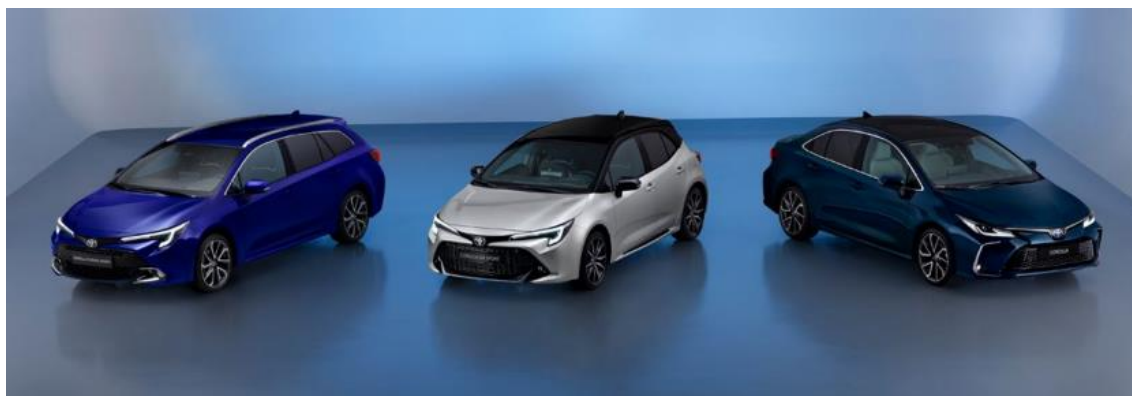
Környezet barátabb megoldást jelent a világra nézve a hagyományos elemekhez képest, mivel nem tartalmaz higanyt vagy ólmot és kisebb a környezeti károsanyag kibocsátása. Töltésére és tárolására rendkívüli figyelmet kell fordítani a biztonság és az akkumulátor élettartamának megőrzése szempontjából. Gondosan kell kezelni és nem szabad sérüléseket okozni bennük. Nagyon ismertek a kémiai stabilitásuk és a túlmelegedés elleni védelmük miatt. (Kwon, Ki Hyun, et al. 2006), (Dees, D. W., et al. 2002)

2.8 Legújabb Toyota Corolla elemzése

A következőkben szeretném jobban bemutatni a legújabb Toyota Corolla modellt, mind a hibrid, mind a nem hibrid normál belső égésű motorral szerelt változatát is. Például ez a tényező is egyből a megjelenésekor nagyon vonzóvá tette a friss verziót, ugyanis megadták azt a rengeteg lehetőséget az embereknek, hogy nem egy fajta motorból és hajtás láncból választhatnak, hanem ezt kitölték egy jó pár változatra és azokon belül is felszereltség szempontjából számtalan lehetőséget biztosítanak. Az tehát, hogy mennyire jól sikerült ez a modell, illetve, hogy maga a Toyota milyen ütemű fejlődést folytat az előző 2022-es évből is szépen mutatják a nyers számok. Maga a Toyota évek óta elég nagy erőt képvisel a piacon, viszont 2022-ben sikerült elérni, hogy az élen végezzenek Magyarországon a személy és kishaszon gépjármű piacon autó eladások számában. Összesen az elmúlt évben 15102 új autót értékesítettek. Ezzel 11,7%-os piaci részesedéssel a Toyota a legnépszerűbb hazánkban. Az elmúlt pár évben is már dominált a Corolla, de a legújabb modell minden eddigit felül múlt és itthon az eladások 22,6%-át jegyezte, ami darabban kifejezve pedig 3416 darab eladott Corolla Magyarországon. Óránként közel 2 Toyota került eladásra a 2022-es évben és ehhez a sikerhez hozzájárult jelentősen a meglévő jármű flotta a jól ismert modellekkel, de jelentősen segítették még ezt a számot a frissen érkezett új darabok is.

Tehát a legújabb Corollából készült hagyományos nem hibrid belső égésű motorral hajtott változat is és öntöltő hibrid is. A nem hibrid Corolla modellek teljesítménye általában a motorválasztéktól függ, ám általánosságban közepes teljesítményt kínálnak városi és országúti közlekedéshez. Már csak egy fajta motorral lehet kérni ez az 1500 köbcentiméteres 125 lóerős benzinmotor változata a Toyotának. Nagyjából az üzemanyag fogyasztása a tisztán benzin motoros modellnek 5,7 és 6,1 liter közé tehető manuális váltóval szerelve. Az automatának közelítőleg 6,5 liter a fogyasztása. A belső égésű motorral rendelkező Corolla általában magasabb károsanyag-kibocsátással rendelkezhet, mint a hibrid verziók, bár a gyártók folyamatosan fejlesztik ezeket a motorokat a környezet barátabb üzemeltetés érdekében. Széndioxid kibocsátás szempontjából vizsgálva a hagyományos benzinmotoros, manuális váltóval szerelt modell gyári adatai és rendeltetés szerű használata mellett nagyjából 127-139g/km között bocsájt ki. Ez a szám automata váltóval minimálisan eltér, növekszik körülbelül 132-

147g/km közé esik a kibocsátása. Árait vizsgálva a hibrid rendszer nélküli Corollából a legrosszabb felszereltséggel rendelkező modell bruttó listaára jelenleg 10 700 000 Ft manuális váltóval. A legmagasabb felszereltséggel és automata váltóval az ára 13 120 000 Ft-ig mehet feljebb. A hibrid rendszer nélküliekből egyéb iránt nem is lehet a legjobb felszereltségeket kérni kiinduló helyzetben az csak a hibrid rendszerrel együtt igényelhető.



10. ábra: Toyota Corolla modellek

https://pdf.sites.toyota.hu/arlista_corolla_sedan_2023.pdf

A Corolla hibrid modellje általában egy kombinált hajtásláncot használ, amely tartalmaz egy belső égésű benzinmotort és legalább egy elektromotort vagy elektromos segédhajtást. Egy 1800 köbcentiméteres benzinmotor és elektromotor kombinációját használhatja, melyek összességében nagyobb hatékonyságot és üzemanyag-takarékosságot biztosítanak. Az autó önmagát tölti a visszanyert energiával, sosem kell külső forrásról feltölteni az akkumulátorát. A hibrid változathoz kizárólag automata létezik, hogy a rendszer a lehető leghatékonyabban és harmonikusabban tudjon működni a vezetője és takarékoság szempontjából. A fogyasztása az elektromos motor által alacsonyabb lett, mint az egyszerű benzinmotorral hajtott társának. Átlagosan 4,4-5,2 liter közé tehető 100 km-en az üzemanyag fogyasztása, amin látható, hogy majdnem 2 literrel csökkent a sima elektromos motor nélküli automata társával szemben. Bármilyen oldalról figyeljük meg ez igazán kedvező az autó vásárlók számára. Legnagyobb teljesítménye az 1,8 literes benzinmotornak plusz elektromos motornak 140 lóerő, de ez a dinamikus hajtásnak köszönhető helyeken jóval többnek is érezhető. Széndioxid kibocsátása is jelentősen csökken elektromos motor nélküli vetélytársaival szemben. Nagyságrendileg

100-119g/km közé helyezi a gyártó a széndioxid kibocsájtást. Hatalmas segítség, hogy nem folyamatosan dolgozik a benzinmotor, hanem a rendszer hatékonyan tudja kapcsolni azt be és ki épp mikor van rá szükség, illetve természetesen mikor nincsen. Jelenleg a piacon a hibrid Toyota Corollából összesen 9 felszereltség közül választhatunk. 12 020 000Ft-tól indulnak az árak felfelé ez természetesen mind felszereltségtől függ, ugyanis motorikusan mindegyik változat ugyanazt kapja meg. A legjobb felszereltségű hibrid Corollának az akár elérheti majdnem a 15 000 000Ft-ot is. Tehát látható, hogy akár egy hibridet is megkaphatunk egy normál áráért a mai világban Magyarországon. Rendkívül sok tényezőtől függenek az árak képzései. Látható a legfrissebb ár lista alapján, hogy míg hibridből ugyanazért a pénzért kapnánk a legalacsonyabb felszereltségű modellt, mint a hagyományos csak belsőégésű motorral szerelt manuális modell legjobb változatát. Általánosságban látható a hibrid változatok magasabb ára, de hosszú távon alacsonyabb üzemanyag-fogyasztás és adókedvezmények miatt megtérülhet a választás. (Toyota.hu,2022)

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

Kutatásom keretében a hibrid járművek vizsgálata napjainkban. A kutatást 2023.02.15-2023.11.28.-ig tartott 117 fő érvényes kitöltés érkezett. A kérdőív mintaelem számának nagysága azzal igazolható, hogy a vizsgált személyek köre legalább alapfokú gépjármű ismeretekkel rendelkeztek. Kutatás módszertanául hólabda módszertant alkalmaztam. A vizsgálat módszertana szakértői kérdőív. A kérdőív 17 kérdést tartalmazott, melyek között szerepelt, igaz-hamis, feleletválasztós, valamint kifejtős kérdések.

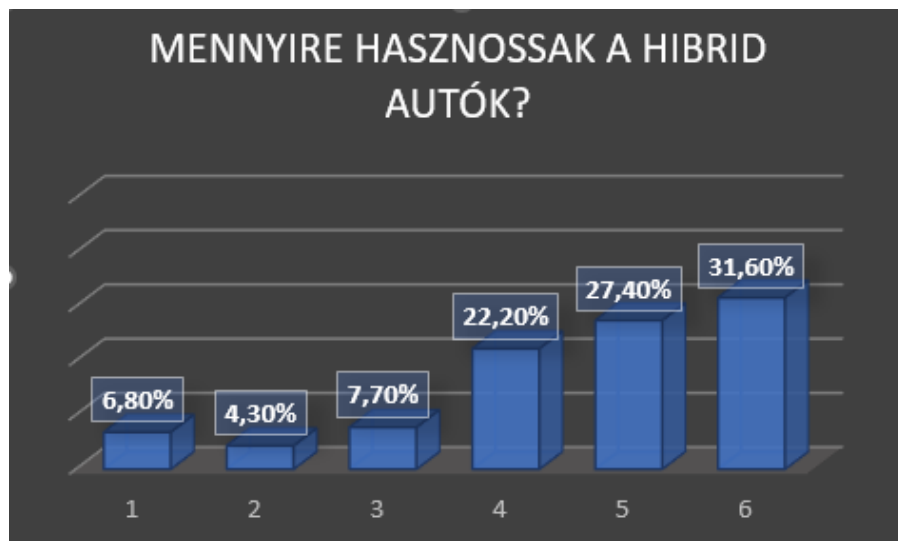
3.1 Kérdőív elemzése:

A következőkben az elkészített kérdőívem 17 kérdését fogom röviden elemezni, miként alakultak a kitöltők eloszlása különböző kérdések esetén. Kérdőívem elején arra a kérdésre voltam kíváncsi, hogy a kitöltők nemei, milyen megoszlásban történtek. A válaszadók közül a százalékok következőképpen végződtek. A 117 válaszadó 56,4%-a férfi volt és 43,6%-a pedig nő. Mondhatni majdnem egészen szépen arányosan alakultak a kitöltések a nemek szempontjából. Az kitöltők életkorára vonatkozó kérdésben összesen 5 csoportra osztottam a választási lehetőségeket. Szép számban szerencsére mindegyik korcsoportban voltak válaszadók, de legjelentősebb számban az 55 év felettiak válaszoltak ők az összes kitöltő 33,3%-át adták ki, de egészen szorosan követte őket a 45-54 év közöttiek a kitöltésben, ugyanis ők a 30,8%-ot érték el. A maradék három korcsoportban nagyon hasonló eredmények jöttek létre, amiből az látszik, hogy a 18-25 év közöttiek és a 35-44 év közötti korcsoportok teljes mértékben ugyanannyi százalékot birtokoltak az összesből, mégpedig 11,1% az ő eredményük. Tőlük egy szinte csak minimális különbséggel jobb eredményt érték el a 26-34 év közöttiek csoportja, akik 13,7%-ot jelentettek. Ezek után itt az általános jellegű kérdéscsoportban a válaszadók iskolai végzettségét vizsgáltam. Szintén, ahogy az előbbieken 5 csoportra bontottam a válasz lehetőségeket. A válaszok 41%-ban Főiskolai vagy Egyetemi (Bsc) végzettséggel rendelkeznek a kitöltők és ezzel ez a legmagasabb érték ebben a kérdésben. A másik legnagyobb százalék a 33,3%, ami a Szakközépiskolai/Szakiskolában végzettek számát mutatja az összes válaszból. Tovább szemlélve látható, hogy nagyon minimális különbséget állapíthatunk meg az Msc-vel rendelkezők és a Gimnázium végzettséggel

rendelkezők csoportjai között. Msc végzettségű válaszadók az összes válasz 11,1%-át szerezték meg. Őket csak egy minimálisan pár százalékkal előzték meg a Gimnáziumi végzettségűek, akik 12,8%-ot értek el. Mind összesen 1,7%-a volt a csoportnak, akinek csak Általános Iskolai végzettsége van. Lakóhelyeket tekintve jelentős volt a főváros szerepe a válaszadók között. Lehetséges válaszok közül a válaszolók több mint a fele azt jelölte meg, hogy a fővárosban lakik jelenleg pontosan 63,2%-a. Ezt követte 19,7%-kal, akik nem a fővárosban, hanem csak városban laknak. Ez volt a két legnagyobb csoport ebben a kérdés körben, ezeken túl csekély különbséggel, még 4 lehetséges válasz lehetőségük volt a kitöltőknek. Faluban 8,5% lakik, községben 4,3%, megyeszékhelyen 1,7% és valamilyen egyéb lakóhelyen pedig a válaszolók 2,6%-a él.

Ezt követően az anyagi bruttó bevételeket vizsgáltam a kitöltők szerint, ugyanis természetesen ez egy igen jelentős kérdés a mai árakat tekintve, hogy elérhető-e az embereknek a hibrid autó a fizetésük alapján. 6 csoport szerint bontottam szét a lehetséges válaszokat, hogy minél pontosabbak legyenek az eredmények. A válaszadók 6,8%-a keres 100 000 Ft alatt, 4,3%-a pedig 100 000 Ft és 250 000 Ft között található a bruttó bevétele. A kitöltők alapján két csoport is ugyanannyi százalékban jelölte meg a bevételét. 250 000 - 350 000 Ft és 500 000 - 750 000 Ft csoportokat a válaszadók 17,1%-a jelölte meg keresetének. 25,6% anyagi bevétele 350 000 Ft – 500 000 Ft között található, így a válaszadók negyede ebben a csoportban helyezkedik el. Legnagyobb százalékban a kitöltők bruttó bevétele 750 000 Ft felett van 29,1%-kal. Az általános kérdések után kezdtem vizsgálni a viszonyulást a hibrid járművekhez, illetve ismereteket róla. Arra a kérdésre, hogy a kitöltőknek van-e műszaki ismeretsége, az eredmény túlnyomó százalékban az volt, hogy van, összesen a válaszadók 73,5%-a rendelkezik műszaki ismerettel. 26,5%-a pedig nem rendelkezik. A következő kérdésekben is nagy eltérések látszódnak, de szerintem ezek az eredmények szépen tükrözik és jellemzik a napjainkat. Ugyanis a válaszadó emberek 88%-a birtokolt vagy jelenleg is birtokol autót és csak 12%-a az, aki nem. Következő kérdésben pont megfordul az eredmény, hogy rendelkeztek-e már vagy most rendelkeznek-e jelenleg hibrid autóval a válaszadók 75,2%-nak nincs jelenleg vagy nem is volt a korábbiakban és 24,8%-a kitöltőknek rendelkezik, vagy valaha rendelkezett és ezáltal volt már tapasztalata hibrid autóval.

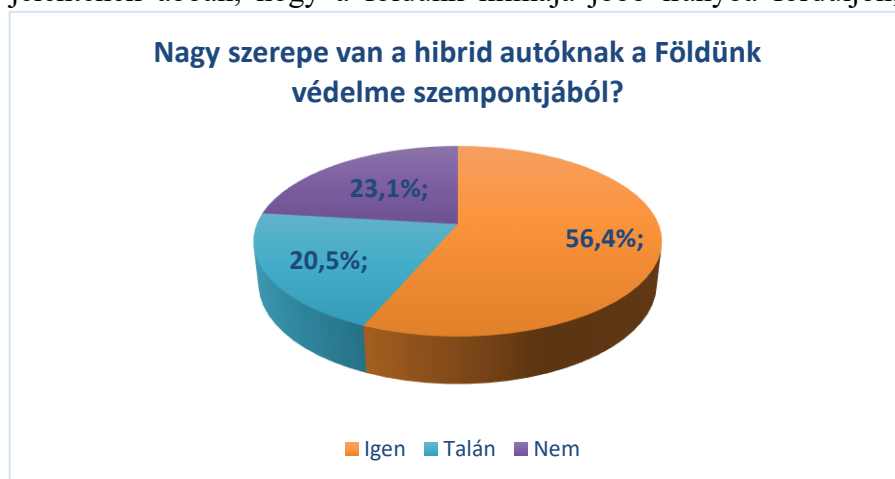
Viszont ezek után a hibrid autók hasznosságát vizsgáltam, hogy a kitöltők szerint mennyire is hasznosak. 1-6-ig lehetett pontozni az 1-es amikor egyáltalán nem gondolják egy hasznos szerkezetnek, 6-os pedig, akik teljes mértékben úgy gondolják.



11. ábra: Hibrid autók hasznossága

Forrás: Saját szerkesztés

Eloszlásban az látható, hogy a válaszadók kisebb fele vélekedik úgy, hogy ez nem hasznos. 6,8%-a egyáltalán nemmel szavazott. 31,6%-a viszont úgy gondolja, teljes mértékben hasznosak. A köztes pontokban elég sok szavazat látható többségben viszont azok vannak hajlanak a teljes mértékben hasznos felé. Ezek után azt szerettem volna megtudni, hogy a válaszadók, miként vélekednek arról, hogy a hibrid autók többségi szerepet jelentenek abban, hogy a földünk klímája jobb irányba forduljon, illetve a



12. ábra: Környezetvédelmi szempont

Forrás: Saját szerkesztés

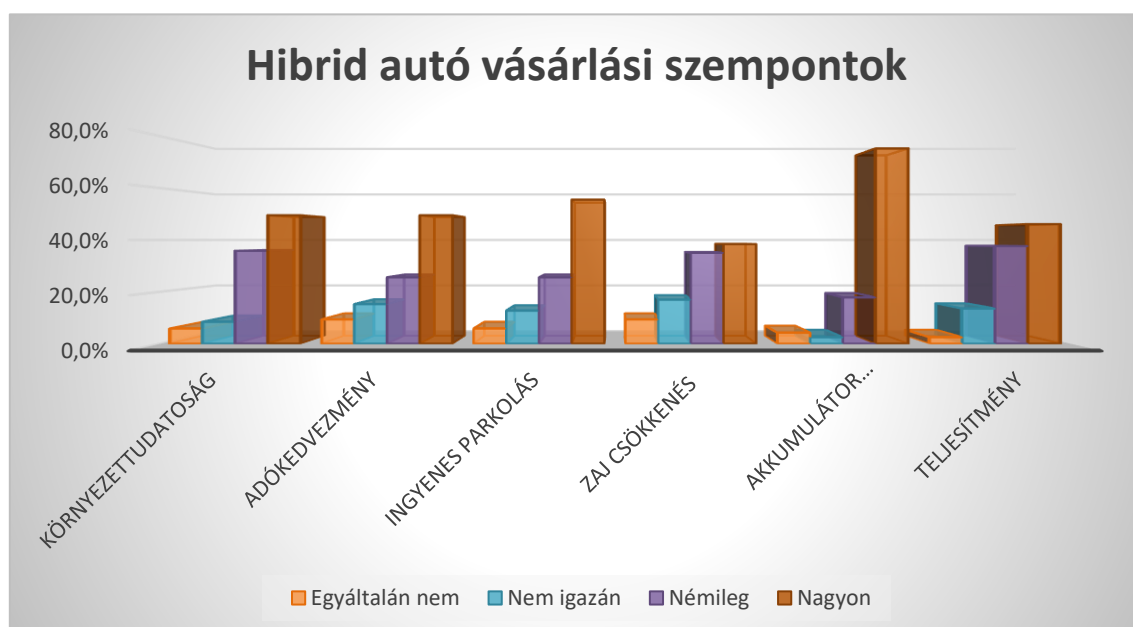
Megkérdeztem a válaszolókat, hogy ők mit tartanak a legfontosabb tényezőnek egy hibrid autóba. 3 tulajdonságot lehetett választani 9-ből, aminek a végeredménye az lett, hogy a válaszadók 77,8%-a az üzemanyag fogyasztását emelte ki, hogy az az egyik legfontosabb tényezője, hogy jól fogyasszon a hibrid autó. Emellett nagyszázalékban a károsanyag kibocsátását választották fontos tényezőnek, hogy minél hatékonyabb legyen ezen a téren az autó. A kitöltők 68,4%-a jelölte lényegesnek. A harmadik legfontosabb tényező a válaszolóknak a hatótávolság kérdése volt, hogy egy hibrid autóval minél nagyobb utakat lehessen megtenni. Ezt 48,7%-a választotta az embereknek.

[illegible]

Forrás: Saját szerkesztés

Továbbiakban érdekelt, hogy a válaszolókat mi befolyásolna egy hibrid autó vásárlásában, ehhez felállítottam 6 szempont és ezeket 4 féle képen lehetett pontozni az egyáltalán nem lenne hatással a vásárlásra egészen a nagyon nagy hatással lenne a vásárlásra. Az első szempont a környezettudatoság volt, ahol 49,5%-a válaszolóknak nagyon befolyásolna egy új hibrid autóvásárlásban és 5,9%-át egyáltalán nem befolyásolná a környezettudatoság a vásárlásban.

A legkirágóbb eredmény az akkumulátor hatótávolságában, ahol a válaszolók 75,2%-a választotta, hogy ez egy nagyon befolyásoló tényező vásárláskor és emellett csak 4,2% válaszolta, hogy egyáltalán nem érdekli az autó vásárlásnál. Ezeken felül vizsgáltam még az adókedvezmény, ingyenes parkolás, a motor teljesítménye és a zaj minimalizálása oldalról. Mindegyiknél kiemelkedő volt, hogy nagyon befolyásoló hibrid autó vásárlásnál. Egyedül a zaj csökkenésénél volt szorosabb ott csak a válaszolók 38,4%-a tartja nagyon fontosnak ezt szempontot hibrid autó vásárláskor.

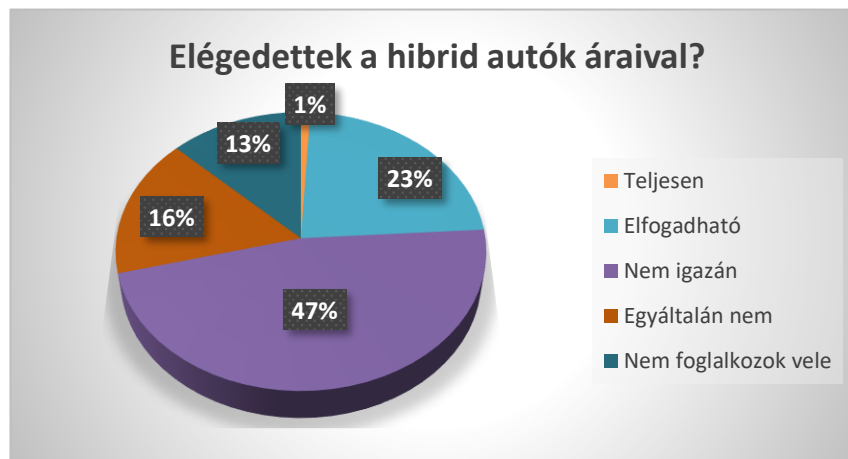


14. ábra: Vásárlási szempontok

Forrás: Saját szerkesztés

Hibrid autók áraiban elég megoszló a vélekedés, bár ugye a korábbiakban kiderült, hogy akkor válnának szimpatikusabbá a hibrid autók, ha az áraik alacsonyabbak lennének. Most azt vizsgáltam, hogy elégedettek-e az emberek az árazásukkal.

5 csoportra bontottam a válaszokat, ahol mindösszesen a válaszadók 0,9%-a válaszolt úgy, hogy teljes egészében elégedett az autók áraival. Legnagyobb százalékban 47% az emberek nem igazán elégedettek vele tehát ezzel is az vehető észre, hogy szeretnék egy kicsit mérsékelni a hibrid autók árait, hogy elérhetőbbek legyenek. 12,8%-át nem érdekli jelenleg a hibrid autók árai feltehetőleg, mert nem is terveznek a jövőben hibrid autót vásárolni és ebből kifolyólag nem foglalkoznak velük. A kitöltők 23,1% úgy



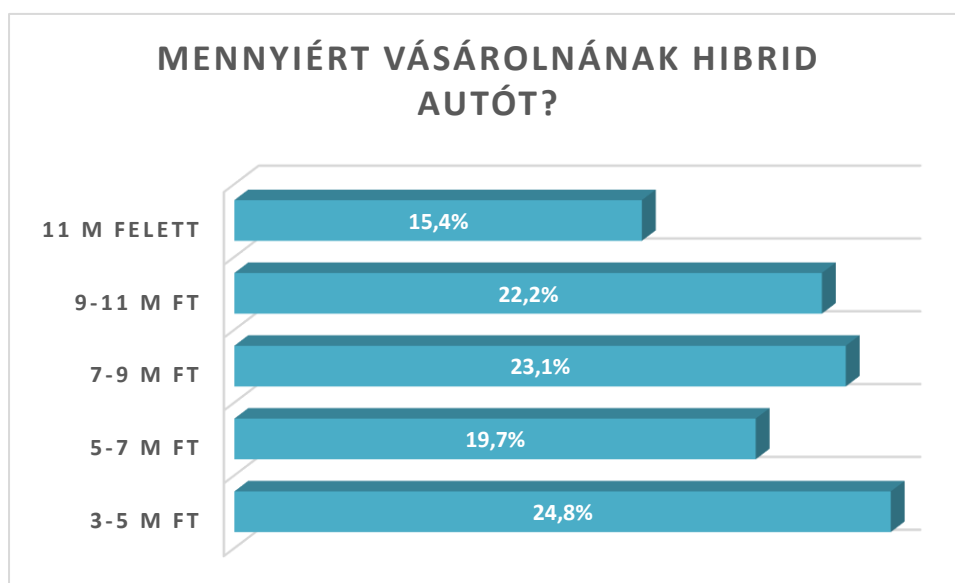
15. ábra: Elégedettség az árással kapcsolatban

Forrás: Saját szerkesztés

véli, hogy jelenleg elfogadhatóan árazzák ezeket a fajta autókat és 16,2%-a pedig egyáltalán nem elégedettek az árakkal.

A kitöltőktől érdekesnek találtam, hogy vajon egy új hibrid autóra mennyit költenének. Legtöbbször 3 000 000 Ft és 5 000 000 Ft között szánának egy új hibrid autóra ez 24,8%-ot jelent, ami természetesen nem túl valóságos adat, mert manapság normál hajtású új autót nehéz ennyiért kapni, de válaszadók nyilvánvalóan minél olcsóbban szeretnék hozzájutni egy hibrid autóhoz. Vannak, akik 11 000 000 Ft felett sem sajnálnának egy új autóra ez a kitöltők 15,4%-a volt. Adatok azt mutatják még, hogy egészen sokan 23,1% költene 7 000 000 Ft és 9 000 000 Ft között hibrid autóra. 22,2%-a szívesen költene 9 000 000-11 000 000 Ft között új autóra és 19,7%-a pedig 5 000 000-7 000 000 Ft között költene.

Az utolsó kérdés körben a válaszadóknak 7 állítást kellett pontozniuk 1-től 5-ig, hogy azok az állítások mennyire igazak vagy nem igazak rájuk. 1-es volt azt egyáltalán nem igaz, míg az 5-ös a teljesen igaz. Az első állításom az volt, hogy az emberek szívesebben vezetnek még mindig hagyományos hajtású autót. Eredmények alakulása következőképpen történt legnagyobb százalékban 25,6%-a az embereknek semlegesen válaszolt e kérdésre, tehát 3-mal, viszont mögötte minimális követte, hogy az emberekre egyáltalán nem igaz, hogy szívesebben vezetne hagyományos autót ez a beérkezett válaszok 24,7%-a volt.



16. ábra: Mennyit költene az ember hibrid autóra

Forrás: Saját szerkesztés

Mindezek mellett 22,2% úgy gondolja, hogy ők jobban szeretnek a mai napig hagyományos hajtású autót vezetni. Következő állítás, hogy úgy gondolja a csak belső égésű motorral hajtott autók olcsóbbak, mint a hibrid autók. Erre az állításra a válaszadók 29,9% úgy gondolta, hogy nem tudja teljes mértékben eldönteni, így 3-assal válaszolt, de szinte csak megint egy minimálisan gondolták többen, mert 29% úgy vélekedett, hogy teljesen igaz, hogy olcsóbbak a hagyományos autók. Melyik gazdaságosabb állításban, hogy a hibrid autó gazdaságosabb-e, mint a normál hajtású autók és a válaszolók 36,7% gondolta úgy teljes egészében, hogy a hibrid autó gazdaságosabb és mindösszesen 3,4% állítja, hogy egyáltalán nem igaz, hogy gazdaságosabb lenne. A gazdaságosság kérdése után érdekelt, hogy vajon, hogy vélekednek a fogyasztásával kapcsolatban a hibrid

autónak. 44,4% értékelte úgy, hogy kevesebb fogyaszt egy hibrid autó. Jobb vezetési élményt kínál-e egy hibrid autó itt válaszokból sok adatot nem tudunk kinyerni, mert 41%-a úgy értékelte, hogy igaz is meg nem is. Nem igazán tudták eldönteni. Akik pedig konkrét válasszal szolgáltak ott pedig nagyon hasonlóan alakultak a százalékok, mert 13,6% gondolja úgy, hogy nem ad jobb vezetési élményt, 12,8% szerint pedig igenis jobb egy hibrid autó vezetési élménye. Sokat hallani arról, hogy emberek csak azért vesznek hibrid autót, mert több előnnyel jár egy zöld rendszámú autó, mint a hagyományos. Itt elég hektikusan alakultak az eredmények, de még az emberek 25,6% azt állítja, hogy is azért venne zöld rendszámú autót, hogy hozzájusson a kedvezményekhez. Utolsó állításomban azt szerettem volna kideríteni, hogy azért vennének-e hibrid autót, mert sokat járnának vele városban és már ismerjük milyen tulajdonságai vannak városi használat mellett. A válaszadók 28,2% ezért venne hibrid autót, hogy később városban használja azt.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A szakdolgozatom írásának kezdetén sok kérdés és kérdőjel volt a fejemben, hogyan is tudnám a lehető legjobban megvalósítani a vállalt feladatot, de úgy gondolom, hogy mostanra minden kérdés már csak a múlté és egy rendkívül átfogó teljes körű elemzést tudtam adni a hibrid járművekről, illetve, hogy betekintést nyújtottam az autóipar aktuális kihívásaiba és a fenntartható mobilitás iránti elképesztően növekvő igényekre. Célja a dolgozatomnak, hogy feltárjam a hibrid technológia műszaki és gazdasági hatásait és kiemeljem e járművek potenciálját a jövő mobilitásában.

Az elemzésemben gondos figyelmet fordítottam arra, hogy részletesen bemutassam a hibrid autók működési elvét és technológia összetevőit, hogy lehetőleg minél több ember megértse miként is működnek ezek az autók és milyen hatásaik vannak a világunkra. Kiemeltem a dolgozatomban a belső égésű motorok és az elektromos hajtás együttműködését, az energiavisszanyerést és tárolását, valamint azt az okos vezérlési rendszert, ami működteti ezt az egészet. Ezen felül részletesen érintettem az akkumulátorok jelentős helyzetét, legfőképpen a hibrid autók szempontjából, fejlődés történetileg, hogy honnan hova tartanak akkumulátorok típusai és azon belül mennyit fejlődtek itt az évek során.

Gazdasági elemzésem a hibrid autókról első sorban a költségeikről, piaci helyzeteikről és környezeti hatásukról végeztem. Kutatásom jelentős része gazdasági oldalról közelítette meg a kitöltőket a kérdések között szerepelt, hogy szerintük jó úton halad-e az autóipar a környezeti hatásokat vizsgáljuk, hogy elégedettek jelenleg a hibrid autók áraival és hogy mennyit is szánnának jelenleg egy új hibrid autó vásárlására, ha a mostani árakat nem ismernék. Meg is mutatkozott, hogy a válaszadók több mint $\frac{3}{4}$ -e úgy vélekedik, hogy igenis van hatása és még hozzá jó hatása a hibrid autóknak a Földünkre nézve. Az is látható az eredmények alapján, hogy nem éppen elégedett jelenleg a hibrid autók áraival a válaszadók többsége és a kapott adatokból kinyerhető, hogy az emberek leginkább 11 000 000 Ft alatt vásárolnának új hibrid autót és csak minimális százaléka vásárolna efelett új autót.

A dolgozatom és elemzésem során teljes mértékben megállapítható, hogy a hibrid technológiai fejlődése és gazdasági hatékonysága alátámasztja azokat a pozitív tendenciákat, amelyek elősegítik ezeknek a járműveknek a terjedését a fenntartható mobilitás felé. Hipotéziseimet vizsgálva arra jutottam, hogy jobb vezetési élményt kínálna egy hagyományos hajtású autó, mint egy hibrid technológiával felszerelt autó a válaszadók legnagyobb százaléka semlegesén reagált a kérdésre, tehát nem tudtak döntést hozni, viszont a maradék kitöltők közül a nagyobb része, úgy véli, hogy valóban nem jobb egy hibrid autó vezetési élménye, mint egy hagyományosé. A másik meghatározó hipotézisem, hogy az emberek azért vásárolnak hibrid autót, hogy városban használják erre válaszok alapján elég egyértelműen az a válasz érkezett, hogy valóban a kedvezőbb tulajdonságai miatt az emberek szívesebben vesznek azért hibrid autót, hogy azt az esetek nagy százalékában városban használják.

A dolgozat összefoglalója rávilágít a hibrid autók fejlődési potenciáljára és fontosságára a fenntartható mobilitás terén. A jövőbeni kutatásokra és fejlesztésekre építve ezeknek a járműveknek az innovációja és elterjedése kulcsfontosságú a fenntartható mobilitás és a környezetvédelem szempontjából.

IRODALOMJEGYZÉK

1. RAȚIU, S. (2003). The history of the internal combustion engine. *Annals of the faculty of engineering Hunedoara*, 1(3), 145-148.
2. Arcoumanis, C. (Ed.). (2012). *Internal combustion engines*. Elsevier.
3. Suzuki, T. (1997). *The romance of engines*. SAE International.
4. Gáti, J. (2008). *Galamb József és a Ford T-modell*.
5. Alosaimi, W., Ansari, M. T. J., Alharbi, A., Alyami, H., Ali, S., Agrawal, A., & Khan, R. A. (2021). Toward a unified model approach for evaluating different electric vehicles. *Energies*, 14(19), 6120.
6. Chan, C. C. (2002). The state of the art of electric and hybrid vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 90(2), 247-275.
7. Anton, B., & Florescu, A. (2020). Design and development of series-hybrid automotive powertrains. *IEEE Access*, 8, 226026-226041.
8. Babu, A. K. (2019). *Electric & Hybrid Vehicles*. KHANNA PUBLISHING HOUSE.
9. Høyer, K. G. (2008). The history of alternative fuels in transportation: The case of electric and hybrid cars. *Utilities Policy*, 16(2), 63-71.
10. Anderson, C. D., & Anderson, J. (2010). *Electric and hybrid cars: A history*. McFarland.
11. Hung, J. Y., & Gonzalez, L. F. (2012). On parallel hybrid-electric propulsion system for unmanned aerial vehicles. *Progress in Aerospace Sciences*, 51, 1-17.
12. Poursamad, A., & Montazeri, M. (2008). Design of genetic-fuzzy control strategy for parallel hybrid electric vehicles. *control engineering practice*, 16(7), 861-873.
13. Chau, K. T., & Wong, Y. S. (2002). Overview of power management in hybrid electric vehicles. *Energy conversion and management*, 43(15), 1953-1968.
14. Bradley, T. H., & Frank, A. A. (2009). Design, demonstrations, and sustainability impact assessments for plug-in hybrid electric vehicles. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(1), 115-128.

15. Emadi, A., Lee, Y. J., & Rajashekara, K. (2008). Power electronics and motor drives in electric, hybrid electric, and plug-in hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on industrial electronics*, 55(6), 2237-2245.
16. Cardoso, D. S., Fael, P. O., & Espírito-Santo, A. (2020). A review of micro and mild hybrid systems. *Energy reports*, 6, 385-390.
17. Hayslett, S., Van Maanen, K., Wenzel, W., & Husain, T. (2020). The 48-v mild hybrid: Benefits, motivation, and the future outlook. *IEEE Electrification Magazine*, 8(2), 11-17.
18. Conte, F. V. (2006). Battery and battery management for hybrid electric vehicles: a review. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 123(10), 424-431.
19. Kwon, K. H., Shin, C. B., Kang, T. H., & Kim, C. S. (2006). A two-dimensional modeling of a lithium-polymer battery. *Journal of Power Sources*, 163(1), 151-157.
20. Dees, D. W., Battaglia, V. S., & Bélanger, A. (2002). Electrochemical modeling of lithium polymer batteries. *Journal of power sources*, 110(2), 310-320.

Elektronikus hivatkozások

1. Oktató blog (NI): Otto motorok, dízelmotorok, sugárhajtóművek, rakétahajtómű, letöltés helye: <https://muszakiesinformatikaineveles.wordpress.com/7-osztaly/energetika/otto-motorok-dizelmotorok-sugarhajtomuvek-raketahajtomu/>
letöltés dátuma: 2023.11.08.
2. Chua, W. Y., Lee, A., & Sadeque, S. (2010). Why do people buy hybrid cars. In *Proceedings of social marketing forum, university of western Australia, perth, western Australia* (pp. 1-13). Edith Cowan University.
3. Toyota.hu: <https://www.toyota.hu/ceg/hirek/piacvezeto-lett-magyarorszagon-a-toyota-2022-ben>,
https://pdf.sites.toyota.hu/katalogus_corolla_sd.pdf,
https://pdf.sites.toyota.hu/arlista_corolla_sedan_2023.pdf

MELLÉKLETEK

1. Az Ön neme?
Válaszok: Nő, Férfi
2. Az Ön életkora?
Válaszok: 18-25 év, 26-34 év, 35-44 év, 45-54 év, 55 év felett
3. Az Ön legmagasabb iskolai végzettsége?
Válaszok: Általános iskola, Gimnázium, Szakközépiskola/Szakiskola, Főiskola/Egyetem(Bsc),Msc/Phd
4. Mi az Ön lakóhelye?
Válaszok: Főváros, Megyeszékhely, Város, Község, Falu, Egyéb
5. Mennyi az Ön bruttó anyagi bevétele?
Válaszok: 0-100000 Ft, 100000-250000 Ft, 250000-350000 Ft, 350000-500000 Ft, 500000-750000 Ft, 750000 Ft felett
6. Van-e műszaki ismerete a gépjárművekről?
Válaszok: Igen, Nem
7. Jelenleg van vagy volt már gépjárműve?
Válaszok: Igen, Nem
8. Jelenleg van vagy volt már hibrid gépjárműve?
Válaszok: Igen, Nem
9. Ha még nem rendelkezett hibrid autóval a jövőben tervezne vásárolni?
Válaszok: Igen, Talán, Nem
10. A globális felmelegedés és a Földünk klímája szempontjából jelentősnek találja a hibrid autók szerepét?
Válaszok: Igen, Talán, Nem
11. A hibrid autókat Ön mennyire tartja hasznosnak?
Válaszok: 1-6-ig
12. Válaszon a felsoroltak közül 3-at, amely Ön szerint a legfontosabb tényezők egy hibrid autónál!
Válaszok: Teljesítmény, Károsanyag kibocsátás, Üzemanyag fogyasztás, Kedvezmények, Hatótávolság, Vételár, Kényelem, Autó mérete
13. Fejtse ki mi lenne az a tényező melytől szimpatikusabbá válna a hibrid autó?
Válaszok: Egyéni rövid válaszok
14. A felsoroltak közül, melyik és hogyan befolyásolná egy hibrid autó vásárlásában?
Válaszok: Egyáltalán nem, Nem igazán, Némileg, Nagyon
15. Ön elégedett a jelenlegi hibrid autók árazásával?
Válaszok: Teljesen, Elfogadható, Nem igazán, Egyáltalán nem, Nem foglalkozok vele
16. Maximum mekkora összeget szánna új hibrid autó vásárlásra?
Válaszok: 3-5 M Ft, 5-7 M Ft, 7-9 M Ft, 9-11 M Ft, 11 M felett
17. Az alábbi állítások közül melyik igaz Önre? (1- Egyáltalán nem igaz, 5 - Teljes egészében igaz) Válaszok: 1, 2, 3, 4, 5

TARTALMI KIVONAT

A szakdolgozatom kidolgozásához az esetek nagy részében külföldi tanulmányokat használtam és dolgoztam ki a tartalmi részeket. Az elején nehéz volt meghatározni pontosan, milyen irányban tudok haladni, de aztán kialakult, hogy először a felépítését és a műszaki jellemzőit vizsgálódttam jelentős részben. A hibrid hajtások elemzése központi része volt a szakdolgozatnak, hogy kitudjam fejteni hány meghajtási rendszer létezik az alatt a tág fogalom alatt, hogy hibrid hajtás. Későbbiekben magával az akkumulátorokkal és nekik a jelentőségükkel haladtam, mert nyilvánvalóan ez egy központi kérdése minden hibrid rendszernek. Ezek után a dolgozat végéhez közeledve az életből ragadtam ki egy konkrét példát és vizsgáltam, hogy manapság hogyan is alakulnak a költségei egy normál és egy hibrid rendszerrel szerelt autónak. A szakdolgozat végén pedig egy kérdőív segítségével vizsgáltam, hogy az emberek milyen véleménnyel és elképzelésekkel rendelkeznek a hibrid autókról.

SUMMARY

For the most part, I used foreign studies and developed the material for my thesis. At the beginning it was difficult to determine exactly what direction I could take, but it developed into a situation where I first looked at the construction and technical characteristics of a significant part of it. The analysis of hybrid drive systems was a central part of the thesis, in order to decipher how many drive systems exist under the broad term hybrid drive. Later on, I moved on to the batteries themselves and their importance, as this is obviously a central issue for any hybrid system. Then, towards the end of the thesis, I took a concrete example from real life and looked at how the costs of a normal car and a hybrid system are nowadays. And at the end of the thesis I used a questionnaire to find out people's opinions and ideas about hybrid cars.