

Oláh Róbert András¹

ÖSSZEFÜGGÉSEK A KÖRNYEZETVÉDELEM, VALAMINT A GÉPJÁRMŰVEK MŰSZAKI FEJLESZTÉSEI KÖZÖTT, KIEMELTEN SZEM ELŐTT TARTVA AZ EURÓPAI UNIÓS IRÁNYELVEKET

(RELATIONSHIPS BETWEEN ENVIRONMENTAL PROTECTION AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS IN MOTOR VEHICLES, PARTICULARLY BEARING IN MIND EUROPEAN UNION DIRECTIVES)

A klímaváltozás hatásait, az évszakoknak nem megfelelő hőmérsékletet, a hőmérséklet növekedését, és a már elkezdődött népvándorlás jeleit is tapasztalhatjuk napjainkban. Milyen fejlesztéseket kell végrehajtanunk a gépjárművek műszaki területein, a globális felmelegedés megállítása, de legalábbis lassítása céljából? A cikk megvizsgálja a jelenlegi hazai jogszabályi környezetet, valamint az Európai Unió ide vonatkozó irányelveit, a járműtechnikai fejlesztés néhány szakterületét, és a kor követelményeinek megfelelő környezetvédelmi, valamint műszaki megoldási lehetőségeket.

Kulcsszavak: globális felmelegedés, gázok, technika, környezetvédelem, gépjárművek, hibrid, katalizátor, elektromos hajtás

Nowdays we already started to experience the effects of climate change, the inappropriate for the season temperatures, the increase in temperature, and the signs of human migration that has already begun. What improvements should be made in the technological fields of motor vehicles to stop or at least slow down global warming? This article examines the current domestic regulatory environment, the relevant European Union directives, some areas of vehicle mechanics development, and possible environmental and technical solutions that meet today's requirements.

Keywords: global warming, gases, technology, environmental protection, vehicles, hybrid, catalyst, electric drive.

ÜVEGHÁZHATÁS – GLOBÁLIS FELMELEGEDÉS

A globális felmelegedést az üvegházhatású gázok fokozott kibocsátása okozza, amelynek eredménye a klímaváltozás. Az üvegházhatás a légkör hőmegtartó tulajdonsága, a földet betakaró levegő átterjeszti a napfény nagy energiájú sugárzását. A napsugárzás be tud hatolni a légkörön, de a felszínről visszasugárzott energia egy része nem jut át rajta, a fényenergiából, hőenergia lesz, így a légkör felmelegszik. A földről alacsony energiájú sugárzás távozik az atmoszférába, de az üvegházhatású gázok nem engedik távozni a hőt. Ehhez hasonló, de nem azonos folyamat alakul ki jóval kisebb mértékben, a fóliasátrakban és az üvegházakban is,

¹ Nemzeti Közszolgálati Egyetem HDI doktorandusz, E-mail: olah.robort@gmail.com. ORCID: 0000-0003-0375-2040

innen kaptuk az üvegházhatás elnevezést. A legfőbb probléma, hogy a légkör legfontosabb üvegházhatású gázának, a széndioxidnak a koncentrációja óriási ütemben növekszik. Az üvegházhatás következménye a globális felmelegedés, ami napjainkban tapasztalható klímaváltozáshoz vezet.

Üvegházhatású gázok és fő kibocsátóik:

- széndioxid (CO₂) -forrása az élő szervezetek biológiai folyamataiból, a fosszilis energiatermelésből (szén, kőolaj, földgáz elégetéséből származik – közlekedés),
- metán (CH₄) – fő forrása a mezőgazdaság, állattenyésztés, hulladéklerakók,
- dinitrogén-oxid (N₂O) - fő forrása a műtrágyagyártás, de természetes úton is felszabadul fel az óceánokból, őserdőkben
- kén-hexafluorid (SF₆),
- hidrofluorkarbonok (HFC),
- perfluorkarbonok (PFC).² [1]

A klímaváltozás jelei egyértelműek: a Föld átlaghőmérsékletének növekedése, a hóval fedett területek csökkenése, az arktikus tengeri jég vékonyodása, vízszintemelkedés, az eső mennyiségének növekedése, csökkenése bizonyos területeken. Ennek egyenes következménye az éghajlatváltozás, tápláléklánc felborulása, fajok kihalása, éhínség, népvándorlás. A klímaváltozás fogalma valójában az 1970-es évek elején került be az emberek köztudatába. Ne felejtjük el, hogy a biztonság fogalma is más értelmet nyert ezektől az évektől kezdve. [2]

Bár a Kiotói Jegyzőkönyvet³ számos iparosodott és átalakuló gazdaságú ország vezetője 1997-ben aláírta, a dokumentum szerint 2008-2012 közötti első időszakban átlagosan csak 5,2%-os gáz kibocsátás csökkentést kellett elérniük szén-dioxid egyenértékben kifejezve az 1990-es kibocsátásukhoz képest. [3]

Megoldási lehetőségek:

- technológiai fejlesztések az energiahatékonyság növelésével,
- megújuló természeti energiaforrásokkal történő energiatermelés,
- energiatakarékosság, technológiaváltás. [4]

SZÉNDIOXID CSÖKKENÉST ELŐSEGÍTŐ TECHNIKAI FEJLESZTÉSEK JOGSZABÁLYI HÁTTERE

Az EU és ENSZ-EGB⁴ Közúti-jármű Műszaki Koordinációs Központ (továbbiakban KMKK) 2004. január 1-jén jött létre, és jelenleg a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (továbbiakban NFM) Gépjármű-közlekedési és Vasúti Főosztálya irányításával a Közlekedés Tudományi Intézet (továbbiakban KTI) Közlekedésinformatikai és Környezeti Igazgatóság, Környezetvédelmi és Fenntarthatósági Kutató Központ keretében működik. Az EU-ENSZ EGB KMKK-t a közúti közlekedés biztonságát és környezetvédelmét szolgáló kutatási,

² SF₆, HFC, PFC: fluorozott, ember által ipari célokra kifejlesztett üvegházhatású gázok.

³A Kiotói jegyzőkönyv: az éghajlat változási keretegyezmények véglegesített szövegezéséről 1992 májusában történt, majd júniusban Rio De Janeiroban lett aláírva. Ezt Kiotóban 1997-ben fogadták el és nyitották meg ratifikálásra.

⁴ EU és ENSZ-EGB: Európai Unió és Egyesült Nemzetek Szervezete Európai Gazdasági Bizottsága.

fejlesztési és koordinációs feladatok végrehajtására kijelölt szervezetről szóló 58/2012.(X.31.) NFM rendelet értelmében működteti a KTI Nonprofit Kft.[5] [6] [7]

A KMKK legfontosabb feladatai:

- új EU direktívák hazai rendeletekben kihirdetése, vagy EU tagállamok által bejelentett nemzeti rendelet-tervezetek véleményezése esetében,
- az EU és ENSZ gépjármű műszaki előírásokkal kapcsolatos kérdésekben esetenkénti megkeresésre az NFM és a szakma részére,
- információgyűjtés és -szolgáltatás az NFM részére új rendeletek megalkotásához, rendeletek módosításához,
- szakértők, képviselők felkészítése (pl.: EU Tanácsi vagy Bizottsági, vagy ENSZ-EGB szakértői munkacsoporti üléseken résztvevő magyar küldöttek esetében), egyeztetett magyar tárgyalási irányelvek megfogalmazása céljából,
- szakértői kerekasztal megbeszélések rendezése szükség szerint évi 10-12 alkalommal, hazai szakmai álláspont emlékeztetőbe foglalása, magyar tárgyalási álláspontok szakmai előkészítése az NFM által érvényesített képviseleti felhatalmazás előkészítése,
- egyeztető fórum keretében évente legalább háromszor az ENSZ-EGB WP. 29 jelű világfórumán résztvevő magyar küldött, valamint az EU és ENSZ szakértői munkacsoportokban résztvevők közreműködésével az érdekelt közlekedési és ipari vállalatok, hatóságok, oktató, kutató, szakmai és társadalmi szervezetek, a szakmai közvélemény tájékoztatása a gépjármű műszaki előírások területén bekövetkezett változásokról,
- internetes hozzáférés biztosítása az érdekeltek számára az új EU gépjármű direktívák, ENSZ gépjármű előírások, a Gépjárművekre vonatkozó Műszaki Világelőírások (GTR)⁵ angol, francia és orosz nyelven,
- szakértői beszámolók, jelentések, hozzáférhetővé tétele magyar vagy angol nyelven, valamint a felsorolt információk folyamatos frissítése. [8]

A KÖRNYEZETVÉDELMI OSZTÁLYBA SOROLÁS JELLEMZŐI

Az NFM Jármű Módszertani Hatósági Főosztályához tartozik a járművekkel szemben támasztott műszaki követelmények, a járművek használatára vonatkozó feltételek, szabályok, továbbá az üzemeltetés minden területére kiterjedő közúti- és telephelyi ellenőrzések, valamint a nemzetközi árufuvarozást érintő egyes, speciális engedélyek kiadása. A gépjárművek kipufogógázának szennyezőanyagtartalmát meghatározó konstrukciós jellemzők és a rendelet függelékének mellékleteiben meghatározott szennyezőanyag kibocsátási követelmények teljesítése alapján a gépjárműveket környezetvédelmi osztályokba sorolják. A környezetvédelmi osztályba sorolás az alábbi meghatározó jellemzők szerint történik:

1. Otto-motoros gépjárművek:
 - katalizátor nélküli,

⁵ GTR: Global Technical Regulation.

- katalizátoros, nem szabályozott keverékképzésű,
 - katalizátoros, szabályozott keverékképzésű,
 - katalizátoros, szabályozott keverékképzésű OBD rendszerrel ellátott.
2. Dízel-motoros gépjárművek:
- a jóváhagyási előírások szerint nem minősített,
 - jóváhagyási jellel ellátott motoros,
 - jóváhagyási jellel és OBD rendszerrel ellátott motoros.
3. Gáz, illetve hibrid⁶ hajtású gépjárművek:
- tiszta gázüzemű- vagy elektromos meghajtású,
 - hibrid hajtású gépjárművek.
4. Elektromos gépjárművek:
- tisztán elektromos gépkocsi,
 - növelt hatótávolságú külső töltésű hibrid elektromos gépkocsi,
 - külső töltésű hibrid elektromos gépkocsi (plug-in hibrid⁷ gépkocsi),
 - egyéb nulla emissziós gépkocsi. [9] [10]

MŰSZAKI, KÖRNYEZETVÉDELMI MEGOLDÁSOK, KÖVETELMÉNYEK

A járműgyártóknak 2015-ig el kellett érniük a 130 g/km-es szén-dioxid kibocsátást, 2020-ig pedig fokozatosan már a 95 g/km a cél. E cél elérése érdekében a kipufogógázok CO₂ károsanyag tartalmának csökkentése céljából az alábbi berendezések alkalmasak:

Katalizátor⁸

Az autóiparban a katalizátor látja el azt a feladatot, hogy a lehető legnagyobb mértékben csökkentse, a globális felmelegedésért felelős, az autókból kikerülő kipufogógáz károsanyag-tartalmát, mint a szén-dioxid, nitrogénoxidok, szénhidrogének. A legelső katalizátorok még csak oxidációs katalizátorok voltak, amik a füstgáz szénhidrogén és szén-monoxid tartalmát alakították át vízgőzzé és szén-dioxiddá. Ezek a korai katalizátorok még nem voltak képesek a nitrogén-oxidok redukciójára. A két gázkomponensre ható katalizátorok már két darab egymáshoz kapcsolt külön elemből állnak, az első egy redukciós katalizátor ahol a nitrogén-oxidokat redukálják, a második egy oxidációs katalizátor, ahol a szénhidrogének és a szén-monoxid átalakítása következik be. Jobb hatásfokkal dolgozik, mint a korábbiak, de a mai normáknak közel sem tudnak már megfelelni. Végül a három gázkomponensre ható katalizátorok mind a nitrogén-oxidok, a szénhidrogének és a szén-monoxid szintjét jelentősen csökkentik. A három gázkomponensre ható katalizátorokba beépítésre került egy lambda-

⁶ Hibrid meghajtás: elektromos-, valamint Otto- vagy Dízel-motorral is ellátott meghajtó berendezésekkel rendelkező gépjárművek.

⁷ Plug in hibrid: hálózatról tölthető elektromos motor hajtású jármű, ugyanakkor hatékonyan működtethető hagyományos motorral rendelkezőként egyaránt.

⁸ Katalizátor: gépjárművekbe szerelt alkatrész, melynek szerepe a motor által kibocsátott kipufogógázok károsanyag-tartalmának csökkentése. A károsanyag-tartalom csökkentését úgy érik el, hogy a működés során kialakuló magas hőmérsékletnek köszönhetően a katalizátorban található nemesfémek a káros anyagok egy részét oxidálják, vagy ártalmatlan anyagokká alakítják át.

szonda is, ami méri a kipufogógáz összetételét, és ha abban az optimális értéktől változás áll be, a változásnak megfelelően állítja be a motorba kerülő üzemanyag és levegő arányát. [11]

SCR katalizátor⁹

Az SCR eljárás folyamatosan működik, ugyanakkor nem avatkozik be időszakosan a motor működésébe. Az eljárás lényege, hogy egyes redukciós anyagok szelektív módon redukálják a NO_x-t oxigén jelenlétében. Redukciós anyagnak a karbamid vizes oldatát használják, amit AdBlue néven lehet a kereskedelemben megvásárolni. A katalizátor hőmérsékletét a megfelelő működés érdekében a motorvezérlésnek egy szűk sávban kell tartania, télen pedig az AdBlue tartályt és vezetékeket is fűteni kell, mert a folyadék megfagyhat. Az AdBlue folyadék a megjelenésével pedig már e nélkül is felvet bizonyos gondokat (többletköltség, tömeg, helyigény, karbantartás). [12]

OBD rendszerek¹⁰

Fedélzeti diagnosztikai rendszer (OBD, OBD II vagy EOBD, a továbbiakban együtt: OBD). A közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló miniszteri rendeletnek megfelelően, ellenőrzi a kipufogógázok összetételét befolyásoló lényeges szerkezeti elemek működését, a zavarjelző lámpa bekapcsolásával jelzi valamely elem meghibásodását, és a fedélzeti számítógépben szabványos hibakódok tárolásával megadja a hiba valószínű helyét. A diagnosztikai rendszerben a mérések folyamatosan vagy periodikusan történnek, a mérés adatainak feldolgozására időközönként kerül sor. A gépjármű vezérlőegységét a diagnosztikai műszer egy közös diagnosztikai csatlakozón keresztül éri el. Az OBD rendszernek a gépkocsi tulajdonosa, illetve a környezetvédelmi ellenőrzést végző számára látható elemei a zavarjelző lámpa és az utastérben elhelyezett diagnosztikai csatlakozó. [13] [14]

Hibridek és elektromos járművek

Az igazi hibridek felé az első komolyabb lépést a „lágy” hibridek, Mild Hybrid¹¹ jelentik, ahol a belsőégésű motorral egy olyan, néhány kilowatt teljesítményű elektromos gépet kötnek párhuzamosan, amely motorként és generátorként is működik, és a motor indításán, valamint a fékezési energia visszanyerésén kívül egyes helyzetekben (pl. gyorsítás) némi „rásegítést” is képes adni a hajtásláncnak. Tisztán elektromos hajtást ugyanakkor ezek a járművek még nem valósítanak meg, s bár a fogyasztás és károsanyag-kibocsátás terén megvalósítható előrelépés mérete ezzel a megoldással korlátozott, az elviselhető többletköltségek miatt egyes piaci előrejelzések komoly térnyerést jósolnak ennek a rendszernek a következő 5-10 évben, mégpedig várhatóan 48 V-os elektromos rendszer kíséretében. Az igazi hibridek általában ugyancsak párhuzamos (esetleg vegyes, teljesítmény-elágazásos) rendszerben, ritkábban soros

⁹ SCR katalizátor: szelektív katalitikus redukciós rendszer a nitrogén-oxidokat vízzé és nitrogénné alakítja át (az oxidok nélkül). A katalizátorban lejátszódó reakció során a nitrogén-oxidokból H₂O (víz) és NO₂ (nitrogén-dioxid) lesz.

¹⁰ OBD: On Board Diagnosis - korszerű gépjárművek motorellenőrző rendszere, melyek a jármű működése során figyelemmel kísérik a velük kapcsolatban lévő szerkezeti egységeket.

¹¹ Mild Hybrid: általában olyan villamos berendezésekkel felszerelt belső égésű motorok, amelyek lehetővé teszik a motor kikapcsolását, leállítását, amikor a jármű fékezhető, vagy leállt, de gyors újraindításra alkalmas.

hibridként készülnek. Utóbbi esetben a belsőégésű motor egy generátor meghajtásával elektromos energiát állít elő, de mechanikus erőátvitellel nem kapcsolódik a hajtott kerekekhez. Ennek egyik tipikus esete, amikor a viszonylag kis teljesítményű motor az egyébként inkább elektromos üzemre szánt jármű hatótávolságát képes szükség esetén elektromos energia termelésével meghosszabbítani.

Ha pedig egy újabb lépést teszünk az elektromos járművek felé, vagyis a villanymotorok teljesítménye, a hajtási energiát tároló akkumulátorok kapacitása elég nagy, sőt ezek már akár kívülről is tölthetők, akkor megérkezünk a tölthető vagy „konnektoros” hibridekhez. A külső töltésnek pillanatnyilag több előnye lehet azon túl is, hogy a csendes és tiszta elektromos üzem kategóriától függően akár 25 vagy 50 km-es távon is rendelkezésre állhat. Ez ugyanis olcsó üzemelést tesz lehetővé, hiszen a nyilvános töltés még ingyenes, az „otthoni” pedig – a motorhajtóanyagokat terhelő hórihorgas adók hiányában – ugyancsak lényegesen olcsóbb a benzin vagy gázolaj üzemnél. A teljes elrugaszkodást a megszokott belsőégésű motortól pedig a tisztán elektromos hajtás jelenti, annak minden jelenleg ismert és korábban felsorolt előnyével és hátrányával együtt. Hogy milyen irányban alakul a gépkocsik és azon belül a hajtásrendszerek sorsa a következő évtizedekben az jelentős mértékben attól függ, hogy ezek a hátrányok milyen mértékben küszöbölhetők ki, illetve hogyan alakul az elektromos energia előállításának és tárolásának technikai megvalósíthatósága, költsége és környezetterhelése a közúti közlekedés dimenziójában. [15] [16]

Elektromos hajtás jellemzői

Elektromos üzemben a járművek lokális emissziója gyakorlatilag nulla (kipufogógáz kibocsátásuk nincs, zajkibocsátás alig, és az elektromos hajtás még a fékbetétek kopása és a kenőanyag felhasználás szempontjából is kedvező alternatíva). A hajtásra használt villanymotor motorféküzemben képes a fékezési energia visszanyerésére. Kifejezetten jó a lokális hatásfoka (a betáplált energia döntő részét a hajtásra fordítja, kicsi a veszteség). A tisztán elektromos hajtás a villanymotor kedvező nyomatéki görbéjének köszönhetően igen egyszerű erőátviteli rendszert tesz lehetővé, nincs szükség többfokozatú vagy változtatható áttételű nyomatékváltóra. [17] [18]

ÖSSZEFOGLALÁS

A napjainkban tapasztalható globális felmelegedés, bolygónk lakóinak, illetve a környezetszennyezésnek köszönhető. A Föld nyersolajkészletei végesek. A belsőégésű motorok alkalmazását, környezetkímélő, gazdaságosabb, kevesebb károsanyag kibocsátó járművekre kell leváltanunk, vagy még inkább nulla károsanyag kibocsátó gépjárműveket kell alkalmaznunk. A jövő modern autóinak követelménye, a károsanyag kibocsátás minimalizálása, a gazdaságos fogyasztás, és nem utolsósorban az újonnan kifejlesztett biztonsági és kényelmi funkciók bővítése a járművekben. Ezzel nem csupán biztonságosabbá, de élvezetesebbé is tehető a vezetési élmény. Ezen követelményeknek akkor tudunk megfelelni, ha egyre több hibrid, tisztán elektromos, illetve egyéb alternatív tüzelőanyaggal üzemelő jármű kerül az utakra.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] BARTHOLY Judit - BOZÓ László - HASZPRA László szerk. (2011): KLÍMAVÁLTOZÁS - 2011 Klímaszcenáriók a Kárpát-medence térségére. Budapest, A Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Meteorológiai Tanszéke. 11-12. o.
- [2] HETESI Zsolt (é. n.): Néhány megjegyzés a klímaszkepticizmus kapcsán. Forrás: <https://vtk.uni-nke.hu/document/vtk-uni-nke-hu/me-klima.original.pdf> (A letöltés dátuma: 2017.12.05.)
- [3] LÁNG István (é. n.): *A környezetvédelem és a fenntartható fejlődés kialakulása*. Forrás: http://kornyezetbarat.hulladekboltermek.hu/files/pdf/dr_lang_istvan_a_kornyezetvedelem%20es_a_fenntarthato_fejlodes_kialakulasa.pdf (A letöltés dátuma: 2017.12.02.)
- [4] PONGRÁCZ Rita - BARTHOLY Judit szerk. (2013): Alkalmazott és városklimatológia Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem. 10-21. o.
- [5] 1980. évi 3. törvényerejű rendelet az 1968. évi november hó 8. napján Bécsben aláírásra megnyitott Közúti Közlekedési Egyezmény kihirdetéséről.
- [6] 2015. évi LXXXIX. törvény a Veszélyes Áruk Nemzetközi Közúti Szállításáról szóló Európai Megállapodás „A” és „B” Melléklete kihirdetéséről, valamint a belföldi alkalmazásának egyes kérdéseiről.
- [7] 2004. évi XCI. törvény az 1968. évi november hó 8. napján, Bécsben aláírásra megnyitott Közúti Jelzési Egyezmény és módosításai, valamint az azt kiegészítő európai Megállapodás és módosításai egységes szerkezetben történő kihirdetéséről.
- [8] HORVÁTH József (é. n.): Közúti járművek forgalomba helyezése és forgalomban tartása. Forrás: http://www.gjt.bme.hu/sites/default/files/gepjarmuvek_uzeme_ii_forgba_hely.pdf (A letöltés dátuma: 2017.12.18.) 5-8. o.
- [9] 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról.
- [10] 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről.
- [11] BOSCH Gépjárműtechnika „Sárga füzetek sorozat” (2008). Dizelmotorok kipufogógáz technikája. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest. 57. o.
- [12] VÉG Róbert László (2017): A közszolgálati feladatok ellátásához szükséges gépjárművek technikai szintjének meghatározása. Bolyai Szemle 2017. XXVI. évf. 1. szám. Budapest: NKE Katonai Műszaki Tudományági Folyóirata, NKE Szolgáltató Nonprofit Kft. ISSN: 1416-1443. 22-23. o.
- [13] VÉG Róbert László (2017): A közszolgálatban alkalmazott járművek speciális biztonsági ellenőrzés és üzemeltetési feladatainak meghatározása a „C” járműkategóriás képzésben. Hadmérnök, XII. Évf. „KÖFOP” szám. 204-205. o.

- [14] VÉG Róbert László (2016): A műszaki diagnosztika szerepe a technikai kiszolgálási és járműjavítási tevékenységben. *Hadmérnök* 2016. XI. évfolyam 2. szám. Budapest: NKE Online kiadvány. ISSN: 1788-1919. 1-9. o.
- [15] Toyota Central Europe - Hungary (é. n.): Tények és tévhitek a hibridekről. Forrás: <https://www.toyota.hu/hybrid-innovation/index.json> (A letöltés dátuma: 2017.12.08.)
- [16] EMŐD István - TÖLGYESI Zoltán - ZÖLDY Máté (2006). Alternatív járműhajtások/Alternatív hajtóanyagok, Hibridautók, Tüzelő-cellás hajtás. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest. 24-27. o.
- [17] BOSCH Gépjárműtechnika „Sárga füzetek sorozat” (2009). Hibrid hajtások, tüzelőanyagcellák, alternatív tüzelőanyagok. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest. 4-11; 31-36. o.
- [18] GYARMATI József - ZENTAY Péter (2017): Elektromos gépjárművek szerkezeti kialakítása és összehasonlítása a hagyományos gépjárművekkel. *Hadmérnök*, XII. Évf. 2. szám 47-49. o.