

Vég Róbert László¹

A „B” ÉS „C” JÁRMŰKATEGÓRIÁS KÉPZÉS MŰSZAKI OKTATÁSÁNAK A LEHETSÉGES FEJLŐDÉSI IRÁNYVONALAI A VÁRHATÓ TECHNIKAI FEJLŐDÉS FÜGGVÉNYÉBEN

(POSSIBLE DEVELOPMENT TRENDS IN “B” AND “C” CATEGORY DRIVING TRAINING FROM THE ASPECT OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT)

A jogszabályok a járműgyártókat egyre környezetkímélőbb, gazdaságosabb, újrahasznosíthatóbb és biztonságosabb járművek tervezésére és gyártására kényszerítik. A fosszilis üzemanyagok fogyasztásával egyre szélesebb körben jelennek meg az alternatív és környezetbarát üzemanyagokat felhasználó gépjárművek. Ezek jelenleg viszonylag drága technikai megoldások, amelyek korlátozzák az elterjedést. A fosszilis üzemanyag készlet bár még több tíz évig rendelkezésre áll, egyszer el fog fogyni, arra az időre viszont ki kell hogy alakuljon egy helyettesítő megoldás, amivel fenn lehet tartani a közúti közlekedést. A cikk felvázolja a lehetséges irányvonalakat, amelyek lehetőséget jelenthetnek a közúti közlekedésben. Értékeli és jellemzi a fosszilis üzemanyagokon alapuló gépjármű hajtási rendszereket felváltó lehetséges technikai megoldásokat, valamint meghatározza ezen új megoldásokat tartalmazó gépjárművek biztonságos kezeléséhez szükséges fontosabb műszaki ismereteket.

„A mű a KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 azonosítószámú, „A jó kormányzást megalapozó közszolgálat-fejlesztés” elnevezésű kiemelt projekt keretében működtetett Egyed István Posztdoktori Program keretében, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem felkérésére készült.”

Kulcsszavak: gépjármű, közlekedés, műszaki, oktatás, képzés

Today's regulations force the vehicle producers to develop and manufacture more and more environment-friendly, economic and safe vehicles. In parallel with running out of fossil fuels, wide range of newly innovated vehicles appears on the market which uses alternative and environment-friendly fuels. In this moment these technological solutions are quite expensive which still burdens the spread of these types of vehicle. However the fossil fuel reserves will run out once (although we have some decades till that moment), thus by that time we need to find replacing technological solution in order to be able to sustain road transportation. This article analyses and characterizes the possible directions and technological solutions of this development and determines those important technical knowledges which are indispensable for using these new types of vehicle.

„The work was created in commission of the National University of Public Service under the priority project KÖFOP-2.1.2-VEKOP-15-2016-00001 titled „Public Service Development Establishing Good Governance” in (the) István Egyed Postdoctoral Program.”

Keywords: vehicle, traffic, technical, education, training

¹ NKE egyetemi docens, E-mail: vegh.robort@uni-nke.hu ORCID: 0000-0002-9786-6702

1. BEVEZETÉS

Az emberiség a technika, a gazdaság fejlődésének következtében egyre több energiát használ fel. Az áruszállítás az ipar fejlődésével együtt jelentősen megnőtt, amihez sok energiára van szükség. A közlekedés fenntartásához jelenleg még túlnyomórészt fosszilis energiahordozókat (szén, kőolaj, földgáz) használnak fel. A fosszilis energiahordozók energiája azok elégetésekor szabadul fel. Mivel az égés során keletkező füstgázból nem lesz több energiahordozó, ezért őket nem megújuló energiaforrásnak nevezik. A fosszilis energiahordozók lelőhelye és felhasználási helye jelentősen eltér egymástól, ezért a kereskedelem (szállítás) is jelentős lesz, ami tovább növeli az amúgy sem csekély felhasználást. A világ energiatermelésének közel 35 %-a a kőolajból, 21 %-a pedig a földgázból származik (egyre nő a földgáz felhasználása aránya). A fejlett országok használják el a világ primerenergia forrásainak 44 %-át, miközben a lakosságuk mindössze a teljes népesség 18 %-át adja. A kőolaj felhasználás legnagyobb részét a közlekedés teszi ki. A szénkészletek még kb. 170 évre elegendőek, a jelenlegi felhasználási feltételek között, de számolnunk kell vele, hogy előbb utóbb valóban el fognak fogyni. A szén bányászata számos problémával jár együtt, amely járulékos feladatokat, költségeket és nem utolsósorban többlet energiafelhasználást okoz. A külszíni bányászat talajsüllyedést, talajeróziót okozhat, veszélyezteti a vízáadó rétegeket. A szén bányászata és elégetése szennyezi a környezetet és betegségeket okozhat. A szénből üzemanyagot is elő lehet állítani elgázosítással éghető gázt, vagy pedig cseppfolyós szénhidrogént, de ezek túlságosan magas költségekkel járnak, és így nem gazdaságosak. A kőolajkészletek egyes becslések szerint 20-40 évre elegendőek, de időnként új lelőhelyeket fedeznek fel, illetve a kitermelés hatékonysága is javul (javulhat a közeljövőben és így kiaknázzhatóak lesznek a jelenleg nem gazdaságosan kitermelhető területek). Amennyiben javul a felhasználás hatékonysága, akkor a készletek tovább elegendőek lesznek, de természetesen ezek akkor is végesek. A földgáz a szén és a kőolaj felhasználásához képest kevésbé szennyezi a környezetet, de gépjárműben történő alkalmazása még nem terjedt el jelentős mértékben. [1] [2]

Az ásványi energiahordozókon kívül még a nukleáris energiafejlesztés alapanyagait nevezik fosszilis energiahordozóknak. Az uránkészletek a szénhidrogénnel ellentétben nem egy régióra korlátozottan találhatóak meg, hanem a földön sok helyen előfordulnak. Az atommagban tárolt energiát atomerőműben használják fel elektromos áram előállítására. A maghasadás során hatalmas mennyiségű energia szabadul fel, amit felhasználnak víz forralására, a keletkezett gőzzel pedig azoknak a turbináknak a lapátjait forgatják meg, amelyek az áramfejlesztő generátort hajtják. A legtöbb atomerőműben üzemanyagként az uránt használják. Az atomenergia évezredekre meg tudná oldani az emberiség energiaigényét, de az atomenergia üzemanyaga fokozottan radioaktív, amely az élőlényekre veszélyes sugárzást bocsát ki. A reaktorokban keletkezett radioaktív anyagok több ezer év múlva is sugározni fognak, és így jelentős biztonsági kockázatot jelentenek. A már bekövetkezett atomerőmű balesetek jól rávilágítottak az atomenergia veszélyeire, és ennek hatásaként több ország már felhagyott ennek az energiaforrásnak a további használatával és elterjesztésével, és inkább alkalmaznak helyette más, úgymond alternatív, de kevésbé veszélyes megoldásokat.

VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: A „B” és „C” járműkategóriás képzés műszaki oktatásának a lehetséges fejlődési irányvonalai a várható technikai fejlődés függvényében

Az alternatív energia elterjedésének érdekében az Európai Parlament és a Tanács 2015/1513 irányelvében megfogalmazták, hogy az egyes tagországoknak biztosítaniuk kell, hogy a megújuló energiaforrásokból előállított energiának a közlekedés valamennyi formájában felhasznált részaránya 2020-ben legalább az adott tagállam közlekedési célra felhasznált végső energiafogyasztás 10 %-a legyen. [3]

A közlekedés olajfüggőségének csökkentését szolgálja az elektromos- és hidrogénhajtás arányának 9 %-ra, az agroüzemanyag felhasználás 14 %-ra növelése 2030-ra, amelynek eléréséhez szükséges az infrastruktúra kiépítése, főként a nagyvárosokban. [4]

2. A HAGYOMÁNYOS ÜZEMANYAGOK ALKALMAZÁSA A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBEN

A belsőégésű motorok működéséhez szükséges hajtó-, kenő- és hűtőanyagokat üzemanyagoknak nevezzük. A belsőégésű motorok töltetcsere ciklusát működtető üzemanyagot nevezzük hajtóanyagoknak. A köznyelvben az üzemanyag és a hajtóanyag között egyenlőségjelet teszünk, és mindkettőt ugyanannak a fogalomnak tekintjük. A későbbiek során én is üzemanyag alatt az égéstérbe bejutó és levegővel elkeveredő, közvetlenül az égésfolyamatban résztvevő hajtóanyagot értem, és jelen kutatásban nem foglalkozom a tágabb értelmezéssel, és nem foglalkozom a kenő- és hűtőanyagok ismertetésével. Hagyományos üzemanyagoknak a kőolajból előállított motorbenzint és gázolajat nevezzük. [5]

2.1 Motorbenzin

A közúti közlekedésben alkalmazott belsőégésű motorok működéséhez szükséges üzemanyagok jelenleg túlnyomó részt kőolaj alapú folyékony üzemanyagok, mint a benzin és a gázolaj. A motorbenzin szénhidrogén vegyületek elegye, amely kompressziótűrésének mutatója az oktánszám. A motorbenzinnek fontos tulajdonsága az illékonyosság, ugyanis, ha a benzin túlságosan sok nehezen illó, magas forráspontú részt tartalmaz, akkor a motor nehezen indítható. A motorbenzint a minőség javítása érdekében adalékolják, amelyek lehetnek égést javító adalékok, korrózió-, lerakódás- és károsanyag kibocsátást gátló adalékok.

A benzinmotoroknál a keverékképzés a szívócsőben, vagy a hengerben történik, sztöchiometrikus², vagy kis mértékben szegény üzemanyag-levegő keveréssel működnek. Az égés során szén-monoxid, nitrogén-oxidok és elégtelen szénhidrogének keletkeznek, amelyek háromutas katalizátorral viszonylag olcsón és jó hatásfokkal (üzemanyagot több mint 99%-ban) csökkenthetők. A dízelmotoroknál kisebb forgatónyomatékkal rendelkeznek, de magasabb fordulatszám-tartományban üzemeltethető, fajlagos üzemanyag-fogyasztása és szén-dioxid kibocsátása magasabb a dízelmotorénál. Mivel a benzinmotor a maximális teljesítményét magasabb fordulatszámon adja le, ez magasabb üzemanyag-fogyasztással jár, aminek a következménye a nagyobb károsanyag-kibocsátás. [6]

A motorbenzinre vonatkozó legfontosabb jellemzők összefoglalása után szükséges megfogalmazni, hogy pontosan mit is értünk motorbenzinen. Motorbenzinnek nevezünk

² Sztochiometrikus keverési arány: a keverékben levő levegőmennyiség megegyezik az elméleti levegőigénnyel.

minden olyan illékony ásványolajterméket, amelynek a rendeltetése a külső gyújtású motorok működtetése. [7]

A benzin helyettesítésére alkalmas alternatív üzemanyagok:

- LPG³, amelynek fő összetevői a propán és a bután,
- Földgáz, amely túlnyomórészt metánt tartalmaz. Normál környezeti hőmérsékleten gáz halmazállapotú, sűrített (CNG⁴) és cseppfolyósított (LNG⁵) állapotban is tárolható.
- Hidrogén, amelyet nagyrészt fosszilis energiahordozókból állítanak elő.
- Biometanol, bioetanol, amelyek növényi alapanyagokból állíthatók elő, viszonylag magas költségen.
- Biogáz főként metánt tartalmazó gáz, amelyet növényi eredetű alapanyagokból vagy szerves hulladékból állítanak elő.

2.2 Gázolaj

A dízelmotor működését elsősorban a gázolaj égési tulajdonsága befolyásolja. Adott viszkozitással kell rendelkeznie a megfelelő szivattyúzhatóság, porlaszthatóság érdekében. A nagy viszkozitású gázolaj rosszul porlasztható, ezáltal nagyok az üzemanyag cseppek, mélyebbre hatol befecskendezéskor az égéstérben. Nem megfelelő porlasztáskor a gázolaj levegővel való keveredése nem lesz megfelelő, ezáltal csökken a motor teljesítménye, és megnő a kenőolaj hígulása.

A dízelmotorok mindig szegénykeverékes üzemmódban működnek, a keverékképzés a hengerben történik (belső keverékképzés). A benzinmotorhoz képest alacsonyabb szén-dioxid kibocsátással, és fajlagos üzemanyag-fogyasztással rendelkezik a jobb effektív hatásfok következtében. Az égés során jellemzően szén-monoxid, nitrogén-oxidok, elégtelen szénhidrogének és szilárd részecskék keletkeznek. A szén-monoxid és az elégtelen szénhidrogének oxidációs katalizátorral, jó hatásfokkal, olcsón csökkenthetőek, viszont a nitrogén-oxidok csökkentése nehezen megvalósítható. A nitrogén-oxidok keletkezése az égési csúcshőmérséklettel arányosan nőnek, vagyis nagyobb terhelés nagyobb nitrogén-oxid emissziót eredményez. A nitrogén-oxidokat csökkenteni lehet az égésfolyamat módosításával (kipufogógáz visszavezetéssel, vagy kipufogógáz utókezeléssel (NO_x tároló katalizátor, SCR⁶ katalizátor). A DeNO_x katalizátor a működése során regenerálást igényel, az SCR katalizátor működéséhez pedig segédanyag (AdBlue⁷) szükséges. A szilárd részecskék mennyiségét részecskeszűrővel (DPF⁸) lehet csökkenteni, ami szintén regenerálást igényel. A dízelmotorok alacsonyabb fordulatszámon üzemeltethetők, de nagyobb forgatónyomatékkal rendelkeznek, ezáltal a karakterisztikájuk haszongépjárművekhez ideálisabb. [8]

A gázolaj helyettesítésére alkalmas alternatív üzemanyag a biodízel, amelyet növényi eredetű alapanyagokból állítanak elő, leggyakrabban alkalmazott fajtája a repceolaj-metilészter.

³ LPG: cseppfolyós propán-butángáz (Liquefied Petroleum Gas)

⁴ CNG: nagy nyomás alatt tárolt sűrített földgáz (Compressed Natural Gas)

⁵ LNG: cseppfolyós földgáz (Liquefied Natural Gas)

⁶ SCR: szelektív katalitikus redukció (Selective Catalytic Reduction)

⁷ AdBlue: karbamid-víz oldat

⁸ DPF: dízel részecskeszűrő (Diesel Particulate Filter)

3. AZ ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOK ALKALMAZÁSA A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSBEN

A hagyományos üzemanyagok mellett jelentős számban alkalmaznak a közúti közlekedésben úgynevezett alternatív üzemanyagokat is. Ezek egy része közismert, és számos benzinkúton tankolni is lehet őket, más része viszont kevésbé elterjedt, és ritkán találkozhatunk vele. Alternatív üzemanyagnak a közlekedés energiaellátásában a kőolajforrásokat részben helyettesítő üzemanyagot vagy energiaforrást nevezünk, amely potenciálisan hozzájárul a közlekedési ágazat dekarbonizációjához, és javítja annak környezeti teljesítményét. [9]

Az alternatív üzemanyagok lehetnek:

- villamos energia,
- hidrogén,
- szintetikus üzemanyagok,
- paraffinos üzemanyagok (hidrogénezett növényi olajok),
- földgáz, beleértve a biometánt, gáznemű (CNG) és cseppfolyósított (LNG) formában,
- cseppfolyósított propán-bután gáz (LPG),
- a 2009/28/EK irányelv (2) cikkének i) pontjában meghatározott bioüzemanyagok (a biomasszából előállított folyékony vagy gáz halmazállapotú, a közlekedésben használt üzemanyagok). [10]

A bioüzemanyagok fogalmát a vonatkozó uniós jogszabályok a következőképpen határozzák meg: „biomasszából (vagyis biológiailag lebomló mezőgazdasági, erdészeti vagy halászati termékekből, hulladékokból, maradékanyagokból vagy biológiailag lebomló ipari és háztartási hulladékból) előállított folyékony vagy gáz-halmazállapotú, a közlekedésben használt üzemanyagok”. A biomassza energetikai felhasználása szén-dioxid semleges, vagyis az elégetésekor csak annyi szén-dioxid jön létre, amennyit a növényi fotoszintézis felhasznált.

A felhasznált alapanyagok alapján a bioüzemanyagokat hagyományos (első generációs bioüzemanyagok, amelyeket olyan mezőgazdasági növényekből állítanak elő, amelyek élelmezésre vagy takarmányozásra is szolgálnak) és fejlett (második és harmadik generációs bioüzemanyagok, amelyeket olyan alapanyagokból állítanak elő, mint a hulladékok vagy a maradékanyagok, amelyek nem versenyeznek közvetlenül élelmiszer- vagy takarmánynövényekkel) bioüzemanyagoknak nevezzük. [11]

3.1 Földgáz (CNG, LNG)

A földgáz használata jelenleg az ipari vagy a lakossági fűtés felhasználásában jelentősebb, a belsőégésű motorban történő alkalmazás még nem rendelkezik széleskörű elterjedéssel. A földgázból sokkal nagyobb készletek állnak rendelkezésre (akár több évszázadra elegendő mennyiség áll rendelkezésre), mint kőolajból. A földgáz nagyrészt metánból áll (amely könnyen előállítható biogáz üzemekben is), a tökéletes égés esetén csak víz és szén-dioxid keletkezik. Azonos üzemanyag fogyasztás esetén a földgázzal működtetett motornak a gázolajhoz képest 25 %-kal alacsonyabb a szén-dioxid kibocsátása. Tökéletlen égés esetén

elégtelen szénhidrogének, szén-monoxid és nitrogén-oxidok keletkeznek. Égése során korom nem képződik, a korom kizárólag a beszívott levegőben levő szennyeződésekéből, valamint az égéstérbe jutó motorolaj égése miatt keletkezhet. Mivel a földgázmotor tisztább égésfolyamattal rendelkezik, ezért a kipufogógáz utókezelő rendszere olcsóbb és egyszerűbb. A földgáz az égési jellemzőinél fogva belsőégésű motorban az Ottó körfolyamat megvalósítására alkalmas, és működése a legtöbb esetben a benzinmotoréhoz lesz hasonló. A földgáz térfogatra vonatkoztatott energiasűrűsége környezeti nyomáson nagyon alacsony, így ezen a nyomáson történő tárolása a járműben nem célszerű, a hatalmas helyfoglalása miatt. A térfogatra vonatkoztatott energiasűrűséget a gáz sűrítésével vagy cseppfolyósításával lehet növelni.

A földgázüzemű járművek többsége kettős üzemanyag-ellátó rendszerrel működik, így a gáztartály kifogyása esetén is üzemeltethető marad a jármű, ami szükséges a csekély elterjedés, és a hiányos töltőhálózat miatt. A tisztán földgázüzemű járműveket „mono-fuel”, a kettős üzemanyag-ellátó rendszerrel ellátott járműveket „dual-fuel” (többnyire gázolaj-földgáz) vagy „bi-fuel” (többnyire benzin-földgáz) járműveknek nevezik.

A földgázmotorok a benzinmotorokhoz hasonlóan lehetnek szívócső befecskendezéses, vagy közvetlen befecskendezéses (befűvások) motorok. A földgáz befecskendezésnél nincs szükség magas befecskendezési nyomásra, elegendő 16 bar alkalmazása is, amely miatt a befecskendező-rendszer a dízelmotoréhoz képest lényegesen olcsóbb lesz. A földgázmotorok mind a benzin- mind a dízelmotorhoz képest nyomatékszegényebbek. [12] [13]

A CNG sűrített földgáz, amelyet a földgáz kompresszor általi összesűrítésével nyernek, és nyomástároló palackban tárolnak. A sűrített földgázt többnyire 200 vagy 250 bar nyomáson tárolják. A tartályoknak a megkövetelt szilárdság miatt nagy a tömege, és alakja sem integrálható mindig könnyen a járműbe. A CNG rendszerek hátránya a magas ár, a gázpalackok jelentős helyigénye, valamint a jármű kis hatótávolsága. A töltési idő az alkalmazott kompresszortól függően változó lehet, így beszélhetünk alacsony nyomáson történő töltésről (lassú töltés) és magas nyomáson történő töltésről (gyors töltés). A rendszer előnye, hogy az égés lassabb, így a motorok jóval csendesebben üzemelnek, mint benzinnel. [14]

Az LNG cseppfolyósított földgáz, amelyet a földgáz $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on történő cseppfolyósításával lehet elérni. Az LNG minősége közel azonos a gyártásban felhasznált földgázzal. Az eltérést az adja, hogy a tárolási hőmérsékletén a víz, a magasabb szénatomszámú szénhidrogének, a higany és a szén-dioxid szilárdra fagy, ezért ezeket az összetevőket olyan mértékben kell kivonni a földgázból, hogy azok csak nyomokban forduljanak elő. A cseppfolyósított földgázt környezeti nyomáson speciális hőszigetelt (kriogén) tartályokban lehet tárolni. A hőszigetelést kettős falú tartállyal lehet elérni, ahol a két falrész között vákuum, vagy pedig valamilyen szigetelőanyag található. A tartály ugyanolyan gyorsan utántölthető, mint egy dízelmotornál, de összetettsége miatt személygépkocsihoz kevésbé alkalmazható, tehergépkocsinál jobban rendelkezésre áll a hely a tartályok számára. Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelvében rögzíti, hogy az LNG-üzemű nehézgépjárművek üzemanyag-ellátását biztosító hálózat kiépítése során a tagállamoknak gondoskodniuk kell arról, hogy a nyilvános töltőállomások egymástól hozzávetőlegesen 400 km távolságban kerüljenek kiépítésre. A

VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: A „B” és „C” járműkategóriás képzés műszaki oktatásának a lehetséges fejlődési irányvonalai a várható technikai fejlődés függvényében

töltőhálózat megfelelő kiépítettsége várhatóan elő fogja segíteni az LNG üzemanyag közúti közlekedésben történő elterjedését. [15]

3.2 LPG

A cseppfolyós motorhajtó gáz közel azonos összetételű a háztartási PB-gázzal, annyi különbséggel, hogy az autógázban kevesebb szennyeződés lehet, és kénhidrogént valamint vizet nem tartalmazhat. Az LPG-t a bányászott szénhidrogénekből a finomítás során, mint mellékterméket nyerik, alacsony nyomáson (20 °C-on 4-6 bar), környezeti hőmérsékleten cseppfolyósítható. A folyékony gáz nyomása hőmérséklettől függően lehet 2 bar, de elérheti a 18 bar-t is. Az LPG alkalmazása a benzinmotorhoz képest többletfogyasztással jár, de ez függ a járműbe beszerelt gázrendszerrel, optimális beállítás esetén a többlet üzemanyag-fogyasztás 10 % alatt tartható. A gázüzem során teljesítményvesztés tapasztalható, de a tökéletesebb égés miatt a nyomaték leadása egyenletesebb. Az LPG mérgező anyagot nem tartalmaz, belélegzése nem okoz mérgezést. Szabadba kerülése esetén azonnal párologni kezd, és erősen lehűti a környezetét. Mivel a cseppfolyós gáz nehezebb a levegőnél, ezért az padlószinten, mélyedésekben gyűlik össze.

A benzinmotorok átalakítása LPG használatra nem igényel lényeges szerkezeti változtatásokat, a dízelmotoroknál viszont csak jelentős átalakítás után használható. Az LPG a közúti közlekedés során mind a személygépkocsiknál, mind a tehergépkocsiknál bármilyen távolságon használható üzemanyag. [16] [17]

3.3 Biogáz

A biogáz szerves anyagok anaerob (oxigénmentes környezetben végbemenő folyamat) erjedése során képződő, a földgázhoz hasonló légnemű energiahordozó. A biogáz előállítás során a biomaszában tárolt kémiai energia nyerhető ki metán formájában. Biogáz minden a baktériumok által könnyen lebontható szerves anyagból előállítható. *A biogázt az előállítás helye szerint feloszthatjuk:*

- depóniagázra (szeméttelapi gáz, amely a kommunális hulladékban levő szerves anyag lebomlásából képződik),
- szennyvíztelepi gáz (a szennyvíztelepeken képződő gáz),
- biogáz a mezőgazdasági termékekből (melléktermékekből) és egyéb szerves anyagokból.

A biogázt hasznosítása előtt meg kell tisztítani a szennyeződésektől, a kéntelenített biogáz a földgázhoz hasonlóan alkalmazható. 1 m³ biogáz (metántartalma kb. 60 %) energiatartalma 0,6 liter fűtőolajéval vagy 0,6 m³ földgázéval egyenlő. A biogáz szén-dioxid tartalmának eltávolítása után már alkalmas a gépjárműmotorokban történő felhasználásra.

Amennyiben a biogázt földgáz minőségűre tisztítják, akkor már nem biogáznak, hanem biometánnak nevezik (metántartalma 95 %), amelynek fizikai és kémiai jellemzői megegyeznek a földgázéval. [18] [19]

3.4 Hidrogén

A hidrogén a legegyszerűbb kémiai elem, jelen van vízben és szinte minden szerves vegyületben. A hidrogén elemi állapotával a földön nem találkozhatunk, szinte kizárólag csak vegyületeivel, amiből energia befektetésével lehet előállítani a hidrogént. A hidrogént vagy ásványi nyersanyagból (szén, kőolaj, földgáz) vagy pedig vízből lehet előállítani elektrolízissel. Tulajdonságai kedvezőek, mert nem toxikus, nem korrozív, nem rákkeltő és üvegházhatású, és a környezetbe véletlenszerűen kijutva nem okoz semmilyen maradó környezetszennyezést. A hidrogén és a levegő keveréke tág határok között képez éghető keveréket. A hidrogén előállítási költsége kb. háromszorosa a benzin előállítási költségének, ami jelenleg komoly gátja az elterjedésének. A hidrogén tárolása nehézségekbe ütközik, mivel a környezeti nyomáson történő tárolás nem megoldható a hatalmas térfogat miatt, a 25 bar-ra történő összesűrítéshez túlságosan nagy és nehéz tartályra volna szükség. A hidrogén tárolása környezeti nyomáson cseppfolyós állapotban, megfelelően szigetelt tartályban (-253 °C-on) megoldható volna, viszont ütközés esetén túlságosan nagy lenne a robbanásveszély. Különleges megoldás lehetne a hidridtank alkalmazása, ahol a hidrogén atomjai beépülnek egyes fémek kristályrácsaiba, és onnan hő hatására válnak ki. A fenti megoldások mellett inkább a hidrogén tüzelőanyag-cellában történő alkalmazása a jellemzőbb. A tüzelőanyag cella elektrokémiai reakció által közvetlenül elektromos energiát állít elő, viszont addig üzemel, ameddig az üzemanyag bevezetés (hidrogén) biztosított. A folyamat villamos energiát szabadít fel (végeredményként víz keletkezik, ami elpárolog), amelyet villanymotorok működésére lehet fordítani. A járműben történő áram-előállításához az oxigént a levegő, a hidrogént pedig a járműbe szerelt tartály biztosítja. Hiába a hidrogénhajtású járművek hosszabb hatótávolsága (Mercedes GLC F-Cell hatótávolsága 500 km), és a rövid tankolási idő (pár perc), a hidrogén töltőállomások kis száma miatt jelenleg az elterjedése csekély. [20] [21] [22]

3.5 Biodízel

A növényolajok hidegen vagy melegen sajtolt állapotukban, tisztított formájukban alkalmasak üzemanyagként való használatra. A biodízel telítetlen zsírsavakból előállított metilészter, amelynek alapanyaga lehet növényi olaj, állati zsiradék, használt sütőolaj, természetett alapanyagok (repce, napraforgó). A biodízel előállítás előnye, hogy a gyártásához nem kell nagy befektetés, és a növény termesztésének a közelében is elő lehet állítani. Európában a repceolaj-metilészter és a napraforgóolaj-metilészter alkalmazása terjedt el a legjobban. [23]

A repceolaj viszkozitása tizenötször nagyobb, mint a gázolajé, és csak magasabb (60-70 °C-on) lehet elérni a gázolajéval megegyező viszkozitásértéket. A növényolajok gyulladási képessége nagyjából megegyezik a gázolajéval. A korszerű dízelmotorokban a növényolaj 5 %-nál nagyobb keverési arányban átalakítás nélküli használata nagy valószínűséggel a motort károsítani fogja. A korszerű dízelmotorok növényolajjal való üzemeltetéséhez vagy a motort kell illeszteni az üzemanyaghoz, vagy pedig az üzemanyagot kell illeszteni a motorhoz. Egyik megoldás, hogy speciális növényolaj motort kell alkalmazni, a másik megoldás az üzemanyag-ellátó rendszer átalakítása. A motor illesztésével a növényi olajat 100 %-ban lehet alkalmazni, keverés nélkül. Az üzemanyagnak a motorhoz illesztésével a növényolaj tulajdonságait igazítják a gázolaj megfelelő jellemzőihez, így a növényolajat a dízelmotorban

annak átalakítása nélkül lehet használni. A növényolaj illesztésének egyik megoldása a növényolaj észterezése, amely során elsősorban a viszkozitást és a cetánszámot változtatják meg. A biodízel oldószer tulajdonságokkal rendelkezik, és vízveszélyességi osztályba van sorolva, így vízvédelmi területeken a használata nagy körültekintést igényel. Ha a jármű üzemanyaggal érintkező alkatrészei a repceolaj-metilészter oldószerével szemben nem ellenállók, akkor az üzemanyag-ellátó rendszerben károsodások, meghibásodások keletkeznek. A repceolaj első alkalmazásakor néhány tankolás után ki kell cserélni az üzemanyagszűrőt (a leoldott jelentősebb mennyiségű szennyezőanyag miatt). Mivel a motorolajjal könnyebben elkeveredik, ezért lehetséges, hogy a motorolajat is rövidebb időközönként kell cserélni. [24] [25]

Megkülönböztetünk első- és második generációs bioüzemanyagokat. Az első generációs biodízel üzemanyag viszonylag egyszerű technológiával, drágább alapanyagból, de kisebb energiaigény mellett előállítható. A második generációs bizzoüzemanyag előállítása jelentősen megnöveli a felhasználható alapanyagok körét, de összetettebb technológiai eljárást igényel. [26]

4. TÜZELŐANYAG-CELLA ALKALMAZÁSA JÁRMŰVEKBEN

A tüzelőanyag-cella (Fuel Cell) elektromos energiát állít elő vegyi reakció során, ahol a levegőből nyerik az oxidációhoz szükséges oxigént, az üzemanyag pedig többnyire a hidrogén, amelyet nagy nyomáson (350 vagy 700 bar) tárolnak. A nagynyomású hidrogén tárolása nehézséget jelent, viszont kellően nagy hatótávolságot biztosít a jármű számára. A működés során nem jön létre égés és mozgó alkatrészt sem tartalmaz. Az alkalmazott tüzelőanyag elem alapján megkülönböztetünk alacsony és magas hőmérsékleten működőket. A tüzelőanyag-celláknak több típusa ismert (Alkáli Elektrolitos Cella, Protoncsere Membrános Cella, Foszforsavas Cella, stb.), amelyeket különböző alkalmazási területeken használnak fel, adott előnyeik és hátrányaik alapján. A Protoncsere Membrános Cella lehet a közeljövőben a leginkább alkalmas arra, hogy felváltsa a benzin- és dízelmotorokat a közlekedésben. Ez a többi tüzelőanyag-cellával összehasonlítva jobb energiasűrűségi paraméterekkel rendelkezik, olcsó az előállítása a szilárd elektrolit miatt, gyors indulást biztosít és hosszú élettartamú. Mivel egy cella feszültsége kb. 1 V, ezért a gyakorlati alkalmazáshoz több száz cellát kell sorba kapcsolni egymással a szükséges teljesítmény eléréséhez. Mivel a tüzelőanyag-cella működése nem égésen, hanem elektrokémiai reakción alapul, ezért az emissziója mindig kisebb lesz, mint a legtisztább égési folyamaté. A tüzelőanyag-cellás jármű előnye, hogy az üzemanyag hasznosítása jobb határfokkal történik, nulla vagy minimális károsanyag-kibocsátású, egyszerű szerkezetű, ezért kisebb a karbantartás igénye. A tüzelőanyag-cellás járművek alkalmazása a városi, elővárosi agglomerációban előnyös, mivel javítja a levegő minőségét valamint csökkenti a zajt. A tüzelőanyag-cellák fejlesztése folyamatos, fő cél, olyan tüzelőanyag-cellák megalkotása (regeneratív tüzelőanyag-cella⁹), amelyek energiát, hőt és vizet képesek előállítani oxigénből és hidrogénből. A regeneratív tüzelőanyag-cella egy olyan tüzelőanyag-cella rendszer, amely folyamatosan tud működni zárt, visszacsatoló mechanizmusok révén. [27] [28]

⁹ RFC: regeneratív tüzelőanyag-cella (Regenerative Fuel Cell)

A tüzelőanyag-cella hajtásláncban történő alkalmazásával megkülönböztetünk közvetlen elektromotoros hajtást (a tüzelőanyag-cella által termelt elektromos áram közvetlenül elektromotorokon keresztül hasznosul) és hibridhajtást. Hibridhajtású tüzelőanyag-cellás jármű esetén az alap energia fedezetét a tüzelőanyag-cella biztosítja, az ezen felüli energia tárolására kiegészítésként akkumulátort alkalmaznak. A kis terhelési üzemmódban az akkumulátor töltődik, ezáltal a tüzelőanyag-cellával párhuzamosan besegít az elektromotorok hajtásába nagyobb terhelések esetén.

A tüzelőanyag-cellás járművek jövőbeni elterjedésével kapcsolatban három jövőképet fogalmaznak meg, az alábbi forgatókönyvek szerint:

- optimista forgatókönyv: A cégek a költségeket nem kímélve fejlesztik tovább a tüzelőanyag-cellát, ami már alkalmas a napi használat követelményeinek. Az elkövetkező két-három évben újabb prototípusok jelennek meg. Az érdekelt országok megállapodnak egymással az egységes tüzelőanyag formájában és a szükséges infrastruktúra kiépítésében.
- realiztikus forgatókönyv: A tüzelőanyag nem kerül egységesítésre, az egyes országok egymás mellett alkalmazzák a különböző tüzelőanyagokat (hidrogén, földgáz, metanol). A párhuzamosan alkalmazott tüzelőanyagokat 2025-től teljesen leváltja a tiszta hidrogén. A hibrid és gázmotoros járművek továbbfejlesztése is napirenden marad, mivel az árképzésük még konkurenciát jelent.
- pesszimista forgatókönyv: Sok műszaki probléma áll elő, ami késlelteti a sorozatgyártást. Egyre nehezebb tőkét bevonni a fejlesztésbe és a kutatásba. Az infrastruktúra és a tüzelőanyag-fejlesztés lelassul, felerősödik a hibridhajtású és gázautók fejlesztése. [29]

Az optimista elképzelést főként az autógyártók és a finanszírozó cégek képviselik. Nagyon nehéz előre elképzelni a jövőt, előre látni viszonylag reálisan csak pár évet lehet, 10-15 évre nagyon nehéz megjósolni a technikai fejlődést. Egyes kutatók véleménye szerint mind a hibrid, mind pedig a tisztán akkumulátoros energiatárolású villamos jármű átmeneti, közbenső megoldás lehet a tüzelőanyag-cellás autóhoz vezető úton.

5. ELEKTROMOS JÁRMŰHAJTÁSOK

Az elektromos járműhajtások napjainkban szemmel láthatóan elterjedőben vannak, ezt egyrészt láthatjuk a közutakon futó járművek számának növekedésében, a megjelenő publikációk számában, illetve adott esetben a vonatkozó kormányrendeletek megjelenésében. A Kormány nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű üggyé nyilvánította a Jedlik Ányos Terv keretében meghatározott, a hazai elektromobilitás elterjesztését szolgáló beruházásokat érintő meghatározott közigazgatási hatósági ügyeket, amelyek az elektromos járművek használatához nélkülözhetetlen alapvető töltő infrastruktúra telepítéséhez és használatbavételéhez közvetlenül szükségesek. [30]

A Nemzeti Fejlesztési Minisztérium „Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló irányelv által meghatározott nemzeti szakpolitikai keret című program”-jában részletesen összefoglalja azon jogi intézkedéseket, amelyek szükségesek a nemzeti

VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: A „B” és „C” járműkategóriás képzés műszaki oktatásának a lehetséges fejlődési irányvonalai a várható technikai fejlődés függvényében

célok és célértékek eléréséhez, valamint az elektromos autók elterjedését elősegítő politikai intézkedéseket és beruházásokat. Ugyanezen programban kijelentik, hogy az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló 2014/94/EU irányelvben előírt megfelelő számú töltőállomás (a TEN-T törzshálózatban 2025. december 31-ig megvalósuló) létesítésének tervezése folyamatban van, ugyanakkor a pontos helyszínek még nincsenek kijelölve. [31]

Szükségesek az EU-s és hazai szabályozások, mivel jelenleg a futó gépjárművek csekély száma elektromos (a hibrid jármű mintegy 10000 db, a tisztán elektromos viszont még alig 1000 db). Ez az igazán szerény részesedés a járműállományból még európai viszonylatban is igen csekély. 2015-ben a Magyarországon forgalomban lévő személygépkocsik 71 százaléka volt benzinüzemű, 28 százaléka pedig dízelüzemű, a többi (1 %) pedig egyéb alternatív üzemanyagú, amely természetesen több felé oszlik meg, vagyis még azt sem mondhatjuk el, hogy legalább a járművek 1 %-a elektromos. [32]

Az elektromos járműhajtások lehetnek tisztán elektromos, vagy pedig hibrid hajtási módok. A hibrid hajtási mód kettő vagy több különböző hajtási mód kombinációját jelenti, amelyben többnyire egy belsőégésű motor és villamos motor(ok) gondoskodnak a jármű hajtásáról.

Hibrid hajtás esetén a kombinációkban az arányok jellegét nagyban befolyásolja a felhasználási terület is, vagyis amennyiben a közszolgáltatásban szeretnénk hibrid járműveket alkalmazni, akkor sem lehetne egy egységes szerkezeti felépítést kiválasztani, mert ez biztosan nem felelne meg maradéktalanul minden feladat végrehajtás számára. [33]

Tisztán elektromos hajtású járműnél a belsőégésű motor helyét villamos motor veszi át, az energia tárolását többnyire akkumulátorok végzik. A villamos motorok sokfélék lehetnek, valamint számuk is változhat adott típustól függően, lehetnek egy-, többmotorosak, vagy pedig kerékagymotorosak. Nincs szükség sebességváltóra, a kerékagymotorosnál pedig differenciálműre sem. A kerékagymotoros megoldás kevesebb helyet foglal el és kisebb a súlya is. A hatásfoka a belsőégésű motorokénál jelentősen magasabb (dízelmotor hatásfokának mintegy kétszerese), mivel a bevezetett elektromos teljesítményt csak a súrlódás (pl. csapágy) és a tekercesk ellenállása csökkenti. A villanymotor kevesebb alkatrészből áll, így minimális a mozgó alkatrészek száma, ezáltal a karbantartási igénye minimális, vagy pedig nincs is. A karbantartása többnyire a csapágyak kenéséből vagy cseréjéből áll. A villamos hajtású járművek ára jelenleg viszonylag magas a dugattyús motorokéhoz képest, viszont hosszabb távon rentábilisebbek lehetnek az alacsonyabb fenntartási költségek miatt. A károsanyag-kibocsátás meghatározása nem egyértelmű, mivel egyrészt beszélhetünk a jármű alkalmazása során képződő károsanyagról, illetve a villamos energia előállításánál történő károsanyagról. Az elektromos autók zöld rendszámmal közlekednek, ezzel is hirdelve, hogy nulla emisszióval rendelkeznek, ami a használat helyét illetően igaz, de az akkumulátorban tárolt energiát meg kell termelni, és ennek az előállítása jellemzően nem környezetbarát, és jelentős szén-dioxid kibocsátással jár. A legtöbb ország az elektromos áramot vegyes forrásból állítja elő, nagyrészt szén-, földgáz elégetésével. Egy benzines jármű élettartama során többnyire ugyanazt a szén-dioxid mennyiséget termeli, viszont az elektromos járművek úgymond folyamatosan zöldülnek, annak függvényében, hogy hogyan nő a megújuló energiák aránya. Egy ugyanolyan elektromos jármű különböző mértékben

„zöld” a föld más és más országában. Mivel Kína és India gazdasága nagyrészt még a szén-erőművekre támaszkodik, így az elektromos autó egy kilométeréhez 152, illetve 195 gramm szén-dioxid kapcsolódik. Izlandon a tiszta energiatermelés miatt az elektromos autók valóban nulla emisszióval rendelkeznek. Mivel a föld országaiban nem egységes a villamos energia előállítás, így az elektromos jármű, mint környezetkímélő technológia mindenhol mást jelent. [34] [35]

Jelenleg az elektromos meghajtású járművek széles körű alkalmazásához még számos problémát meg kell oldani, ilyenek a jelentős súly, az alacsony hatótávolság, gyártás, és annak gazdaságossága. Az elektromos járművek egyik legnagyobb hátránya a hosszú akkumulátor feltöltési idő, és a jármű hatótávolsága. A töltési idő 6-8 óra is lehet, amit otthoni töltéssel könnyen meg lehet oldani, de a járművel mindössze 100-150 km-t lehet megtenni többnyire. A sport és luxus kategóriában léteznek olyan járművek, amelyek képesek akár 500 km-t is megtenni, de általában nem ezt a technológiát követik a nagyobb vásárlóközönségnek szánt járműveknél. Nagyobb távolságokat csak többszöri megállással és töltéssel lehet megvalósítani, amelyek időtartama is legalább 20 perc, és ezt sem lehet korlátlanul alkalmazni az akkumulátor megfelelő élettartama érdekében. Hosszabb útszakasz megtétele (500-600 km vagy akár több) jelenleg még óriási feladat elé állítja a vezetőt, és az sem megoldható, hogy az autópályák mellett hosszú sorban álljanak a járművek a töltőre várva, vagy pedig a töltőn várva. Nem szabad elfelejteni, hogy ez is csak egy elméleti elképzelés, mivel a töltőhálózat kiépítése megfelelő mértékben még nem történt meg. Amennyiben egy belsőégésű motoros járművel közlekedünk nem probléma az üzemanyag tankolása, mivel szinte bárhol tudunk tankolni. Gyakorlatilag még az is megfelelő, ha addig haladunk a járművel ameddig nem jelez az üzemanyagszint-jelző minimum értéket, és csak akkor keresünk benzinkutat, mivel még ekkor is közel 30-50 km-t meg tudunk tenni a járművel, és szinte biztos, hogy fogunk találni tankolásra helyet. A jelenlegi technikai szinten az elektromos járművek használata a városi, vagy az agglomerációból a városba történő napi bejárás során hatékonyan alkalmazható, ahol a vezető otthon, illetve a munkahelyén is tudja tölteni a járművét. Ilyen használhatóság mellett viszont szükség van egy másik, olyan jármű fenntartására is, amely képes nagy távolságokat viszonylag elfogadható időn belül megtenni. A több jármű fenntartása egy családon belül viszont nem mindenki számára megoldható, így valaki hiába tudna megvenni egy elektromos autót, ha csak korlátozottan tudja kihasználni, a több jármű fenntartása viszont hatalmasra növeli a költségeket. Láthatóak az elektromos járművek fejlesztési eredményei, mind technikai paraméterekben, mind pedig az elterjedést elősegítő jogi intézkedésekben, de a hagyományos belsőégésű motorral ellátott járművek alkalmazási lehetőségeitől még nagyon messze vannak. Jelenleg nehéz elképzelni, hogy a hagyományos belsőégésű motorral szerelt járműveket könnyen le tudjuk majd váltani, nagy valószínűséggel párhuzamosan alkalmazott rendszerek fognak kialakulni. A kialakult vezetési szokásokat (hosszú út rövid idő alatt, stb.) biztosítani, vagyis ehhez ugyanolyan paraméterekkel rendelkező járművet adni, csak más hajtóanyag által üzemeltetve, nem lesz könnyű feladat, ha egyáltalán sikerülni fog teljes mértékben. Nagy valószínűséggel a vezetői szokásoknak is változniuk kell, mivel a hagyományos üzemanyagaink valóban el fognak fogyni, viszonylag rövid időn belül, és az új technikai megoldások nem lesznek képesek mindent ugyanúgy biztosítani maradéktalanul, ahogyan már megszoktuk.

Mindezekből látható, hogy a belsőégésű motorral szerelt és az elektromos meghajtású gépjárművek egyaránt rendelkeznek előnyös és hátrányos tulajdonságokkal, melyek komplex összehasonlítást igényelnek, ezzel foglalkozik a [36] és a [37] irodalom.

A gépjárművezető képzés műszaki oktatása nehéz feladat elé áll, mivel jelentősen megnő az alkalmazott technikák típusa, főként az úgynevezett átmeneti, elterjedési időszakban. Jelenleg viszonylag egyszerű helyzetben van a „B” kategóriás járművezető képzés, mivel csak a négyütemű benzin- és dízelmotorokkal foglalkozik. Jó pár évvel ezelőtt már történt egy egyszerűsítés, amikor a tananyagból és a vizsgakérdések közül kikerültek a kétütemű benzinmotorra és a karburátorra vonatkozó kérdések, mivel már akkor elavultak voltak, főként a csekély alkalmazás miatt. A „C” járműkategória műszaki oktatása további egyszerűsítésen ment keresztül, mert teherautóknál többnyire csak a dízelmotorokat alkalmazzák. Most csak az erőforrást említem, természetesen e mellett még az erőátvitel, kormány szerkezet, fékrendszer és elektromos rendszer oktatásával természetesen foglalkozni kell. Mivel a hagyományos üzemanyagokat fel kell, hogy váltsák más erőforrások, így egyre jobban terjedni fognak, a jelenleg még csekély számban alkalmazott egyéb hajtási módok. A gépjárművezető képzés műszaki oktatását nagy feladat elé állítja, amikor vegyesen lesznek, akár közel azonos elterjedési szinten, a benzinüzemű, dízelüzemű, gázzal (LNG, CNG, LPG) működő motorok, a hibrid rendszerek, a tisztán elektromos vagy üzemanyag-cellás járművek. A jövőben levő várhatóan szintén csak csekély óraszámú műszaki képzés alatt biztosan nem lehet ezeket a rendszereket mind, és ráadásul nagy biztonsággal leoktatni. A közlekedési hatóság előírhatja, hogy miket is kell majd leoktatni, és ráhagyhatja a képzőszervekre a végrehajtást, de a jelenlegi tapasztalatok alapján lehet következtetni arra, hogy hasonló színvonalon fogják majd végrehajtani, mint jelenleg. Ennyi fajta, jellemzően különböző járművet nem lehet majd műszakilag leoktatni, és ugyanakkor azt sem lehet elvárni, hogy egy hagyományos járművel megszerzett ismeretek birtokában ugyanolyan jó tudja kezelni és üzemeltetni a szerkezetileg jelentősen eltérő járművet a vezető. Nem valószínű, hogy ismerni fogja minden különböző elvű jármű közúti forgalomban történő biztonságos üzemeltetésének jellemzőit, és meg tudja állapítani, hogy járművével elindulhat-e, illetve adott helyzetben be kell-e szüntetnie a járművezetést. A közlekedési ismeretek nézőpontjából alapvetően mindegy hogy a jármű milyen erőforrással van ellátva, a közlekedési szabályok ebből a szempontból nem különböznek. Elképzelhető a probléma feloldására egy korlátozás a vezetési kategóriákban, hasonlóan, mint a hagyományos és automata váltóval ellátott járművek esetében. A „B” járműkategória vezethetőségét a jövőben több kategóriára lehetne bontani, és az egyes kategóriák vezetésére csak külön műszaki ismeretek vizsga letételével lehetne jogosultságot szerezni. A „C” járműkategória esetén bonyolultabb a helyzet, mivel itt szükséges a teszt alapú műszaki ismeretek vizsga mellett egy biztonsági ellenőrzési és üzemeltetési (BÜ) vizsga letétele is. Az elméleti vizsgákra a felkészülést meg lehet tenni távoktatási, egyéni felkészülési formában is, viszont a BÜ vizsga megszerzése előtt feltétlenül részt kell venni egy változó időtartamú, vagyis az adott technikai szinthez igazított tanfolyamon is. Természetesen ez az elképzelés úgy változhat, ahogyan változnak a különböző előzetesen meghatározott elterjedési forgatókönyvek is. Viszont az is látható, hogy a változó technikai szintnek megfelelően meg kell, hogy hozzuk a válaszokat rá a közúti gépjárművezető képzésben is.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Gazdaságunk nagymértékben felgyorsult, aminek következtében szükségszerűen nagyobb jelentősége lett a közúti áruszállításnak, mivel a föld népessége is megnőtt, így a személyszállítás is hasonló növekedésen esett át. Megnőtt az igény a közlekedés iránt, vagyis hogy minél szélesebb tömegek rendelkezzenek saját járművel, és ez a fejlődés még nem érte el csúcspontját. A közlekedés biztosítását jelenleg nagyrészt fosszilis üzemanyagok alkalmazásával oldják meg, amely készletek kifogyóban vannak. Szükséges megtalálni azokat az alternatív megoldásokat, amelyek kitolják a hagyományos belsőégésű motorral szerelt járművek használati lehetőségeit, illetve más új energiaforrásokat találni. A közúti közlekedésben túlnyomórészt motorbenzint vagy gázolajat alkalmaznak, az alternatív üzemanyagok használata még csak elterjedőben van. Bizonyos technikák már most is adnak kielégítő eredményt, például a növényi alapon előállított bioüzemanyagok, de önállóan nem tudják fedezni az igényeket, mivel a földterület elsődlegesen szükséges az élelmiszer termesztésre. A földgáz használata egy időre kitolhatja a közlekedés problémáját, mivel jelentős készletek állnak még rendelkezésre belőle, de a szükséges infrastruktúra kiépítése még folyamatban van. Megoldást jelenthet az elektromos hajtás, viszont az elektromos energiát elő is kell állítani, és nem mindegy hogy az előállítás mennyire környezetbarát technológiát alkalmaz. A cikk összefoglalta a különböző alternatív járműhajtási megoldások fontosabb jellemzőit, és következtetéseket vont le a gépjárművezető képzés műszaki oktatására vonatkozóan. Mivel többféle elterjedési forráskönyv van megfogalmazva egyes üzemanyagok jövőbeli használatával kapcsolatban, ezért a műszaki képzést is csak ezzel párhuzamosan tudjuk megfogalmazni. Az elkövetkező pár tíz év meghatározó lesz a közlekedésben és akkor már várhatóan látni fogjuk a reális megoldásokat, így tudunk hozzá megfelelő színvonalú képzést is biztosítani.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] A fosszilis energiahordozók szerepe a globális világgazdaságban.
<http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/foldrajz/tarsadalomfoldrajz/a-koolaj-es-foldgaz-alapu-gazdasagok/a-fosszilis-energiahordozok-szerepe-a-globalis-vilaggazdasagban> (Letöltés ideje: 2018. január 24.)
- [2] Nem megújuló energiaforrások.
<http://www.nyf.hu/others/html/kornyezettud/haz/nemmegujulo.htm> (Letöltés ideje: 2018. január 24.)
- [3] Az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2015/1513 irányelve (2015. szeptember 9.) a benzín és a dízelüzemanyagok minőségéről szóló 98/70/EK irányelv és a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról szóló 2009/28/EK irányelv módosításáról. (1) pont.
- [4] Nemzeti energiastratégia 2030. Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012. 16-17. o. ISBN: 978 963 89328 1 5.
- [5] Vas Attila: Belsőégésű motorok az autó- és traktortechnikában. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 1997. 314-315. o. ISBN: 963 356 212 0

VÉG RÓBERT LÁSZLÓ: A „B” és „C” járműkategóriás képzés műszaki oktatásának a lehetséges fejlődési irányvonalai a várható technikai fejlődés függvényében

- [6] Sárga füzetek sorozat. Benzinmotorok kipufogógáz technikája. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2008. 44-46. o. ISBN: 963 9005 86X
- [7] 2010. évi CXVII. törvény a megújuló energia közlekedési célú felhasználásának előmozdításáról és a közlekedésben felhasznált energia üvegházhatású gázkibocsátásának csökkentéséről. 1.§ 22) pont.
- [8] Sárga füzetek sorozat. Dízelmotorok kipufogógáz technikája. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2008. 60-61. o. ISBN: 963 9005 82 7
- [9] Az Európai Parlament és a Tanács 2014/94/EU irányelve (2014. október 22.) az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről. 2. cikk, fogalom meghatározások.
- [10] Az Európai Parlament és a Tanács 2009/28/EK irányelve (2009. április 23.) a megújuló energiaforrásból előállított energia támogatásáról, valamint a 2001/77/EK és a 2003/30/EK irányelv módosításáról és azt követő hatályon kívül helyezéséről
- [11] A fenntartható bioüzemanyagok tanúsítására szolgáló uniós rendszer – különjelentés az EUMSZ 287. cikke (4) bekezdésének második albekezdése alapján (2016). Európai Számvevőszék, Luxembourg: Az Európai Unió Kiadóhivatala, 2016. https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR16_18/SR_BIOFUELS_HU.pdf 11. o.
- [12] PAN-LNG Project. Tanulmány1.1. Az Európai Unió által társfinanszírozott projekt. 2016.06.02. <http://www.panlng.eu/tanulmany/>
- [13] Mi hajtja a járműveket? 4. rész: A sűrített földgáz. <http://iho.hu/hir/mi-hajtsa-a-jarmuveket-4-resz-a-suritett-foldgaz-170817> (Letöltés ideje: 2017. december 10.)
- [14] Mi a CNG? CNG PORT. <http://www.cngport.hu/tudastar/mi-a-cng.html> (Letöltés ideje: 2017. december 10.)
- [15] LNG amit tudni illik a cseppfolyós földgázzal. <https://www.vgfszaklap.hu/lapszamok/2013/junius/2836-Ing-a-mit-tudni-illik-a-cseppfolyos-foldgazrol> (Letöltés ideje: 2017. december 11.)
- [16] Kendi Péter: Kettős üzemű gázautók. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1999. 25-93. o. ISBN: 963 16 3556 0
- [17] A CNG és az LPG mint üzemanyag. <http://www.alternativenergia.hu/tudj-meg-tobbet/cng-lpg-Ing> (Letöltés ideje: 2017. december 11.)
- [18] Hajdú József: Biogázüzemek működése és biogáz üzemi technológiák. OBEKK Zrt. Tudományos szakmai kiadványok sorozata (11/12). Szent István Egyetemi Kiadó, Gödöllő, 2009.
- [19] A biogáz. <http://www.agraroldal.hu/biogaz.html> (Letöltés ideje: 2017. december 12.)
- [20] Hogyan működik a hidrogén- és tüzelőanyag-cellás technológia? <http://www.panenerg.hu/biouzemanyag/hogyan-mukodik-a-hidrogen-es-tuzeloanyag-cellas-technologia> (Letöltés ideje: 2017. december 15.)
- [21] Mercedes tüzelőanyag-cellás plug-in hibrid 2017-ben a piacon. H2-Hidrogén Hírlevél. A Magyar Hidrogén és Tüzelőanyag-cella Egyesület hírlevele. 2016/3. szám.
- [22] A jövő üzemanyaga: a hidrogén. <https://autopro.hu/trend/A-jovo-uzemanyaga-a-hidrogen/18338/> (Letöltés ideje: 2017. december 15.)

- [23] Biodízel.
http://www.emergia.hu/index.php?option=com_content&task=view&id=48&Itemid=84
(Letöltés ideje: 2017. december 17.)
- [24] Barbara Eder – Franz Eder: A növényolaj mint hajtóanyag. Cser Kiadó, Budapest, 2005. 15-19. o. ISBN: 963 7418 58 X
- [25] Ralf Brandau – Manfred Fehlmann – Matthias Haake: GKI Szakmai alapképzés és továbbképzés tankönyve. Teherautóvezetés – európai szinten I. Business Media Magyarország Kft. Transport Média Divízió, Budaörs, 2009. 43-45. o. ISBN: 978 963 9518 46 9.
- [26] Nagy Orsolya: Bio-üzemanyag előállítás és minőségi szabványai. Agrártudományi Közlemények, Debrecen, 2013/51.
- [27] Áramszolgáltató hidrogén – a tüzelőanyag-cella.
<http://www.autoszektor.hu/hu/content/aramszolgáltato-hidrogen-tuzeloanyag-cella>
(Letöltés ideje: 2017. december 23.)
- [28] Tóth Péter – Bulla Miklós – Nagy Géza (2011): Tüzelőanyag elemek típusai, alkalmazási lehetőségeik.
http://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0021_Energetika/ch06s02.html
(Letöltés ideje: 2018. január 31.)
- [29] Emőd István – Tölgyesi Zoltán – Zöldy Máté: Alternatív járműhajtások. Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft., Budapest, 2006. 184-185., 205-207. o. ISBN: 963 9005 738.
- [30] 369/2015. (XII. 2.) Korm. rendelet a Jedlik Ányos Terv keretében létesítendő, az elektromos járművek használatához szükséges alapvető töltő infrastruktúra telepítésével összefüggő közigazgatási hatósági ügyek kiemelt jelentőségű ügyé nyilvánításáról. 1 §. (1) pont.
- [31] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium. Az alternatív üzemanyagok infrastruktúrájának kiépítéséről szóló irányelv által meghatározott nemzeti szakpolitikai keret című program, 2016. http://www.kormany.hu/download/a/0c/e0000/A%C3%9CINK_fin.pdf
(Letöltés ideje: 2017. november 20.)
- [32] Elektromos autók Magyarországon – 2017. <http://www.forsense.hu/elektromos-autok-magyarorszagon-2017/> (Letöltés ideje: 2018. január 31.)
- [33] Nagy Vince – Lakatos István: Egyenáramú motorok villamos és hibrid járművekben. Ausztria – Magyarország: Határon Átnyúló Együttműködési Program 2007-2013, Győr, 2012. 6-8., 16. o.
- [34] Gyarmati József – Zentay Péter: Elektromos gépjárművek szerkezeti kialakítása és összehasonlítása a hagyományos gépjárművekkel. Hadmérnök XII. évfolyam 2. szám. 47-49. o.
- [35] Bihari Dániel: Még hogy az elektromos autók nem szennyeznek.
<https://24.hu/tudomany/2017/09/26/meg-hogy-az-elektromos-autok-nem-szennyeznek/>
(Letöltés ideje: 2018. február 1.)
- [36] Gyarmati József – Kende György – Turcsányi Károly: Tüzérségi tűzvezető rendszerek összehasonlítása KATONAI LOGISZTIKA 2002:(2) 137-161. o.
- [37] Gyarmati József: Döntési modell kialakítása közbeszerzési eljárás során HADMÉRNÖK 2007. 2:(3) 36-52. o.