

A gépjárművek meghajtási lehetőségeinek vizsgálata iskolai projektfeladatban¹

BEKE TAMÁS

bektomi@gmail.com

ELTE, Fizika Tanítása PhD-program

Nagyasszonyunk Katolikus Általános Iskola és Gimnázium, Kalocsa



Az iskolánkban nemrég megvalósítottunk egy projektfeladatot, melynek legfőbb célja az volt, hogy a tanulók gépkocsikkal kapcsolatos tudását gyarapítsuk. A projektben gimnazista tanulók vettek részt, önkéntesen. A cikkben a projektmunka során szerzett tapasztalatok egy részét szeretném bemutatni. Elsőként röviden bemutatom a projektmódszert mint tanítási-tanulási stratégiát, majd ezt követően rátérek a konkrét projektfeladatra.

Projektalapú oktatás

A projektmódszer elsőként a XVIII. században Európa egyes államaiban (pl. Franciaország) jelent meg, de igazából a XIX. század végétől az USA-ban terjedt el nagyobb mértékben. Hazánkban is megjelent a XX. század első felében, de a II. világháború után csak nagyon ritkán alkalmazták. A rendszerváltás óta viszont több iskolában is használják ezt a tanulási-tanítási módszert. Az iskolai projektek középpontjában általában valamilyen megoldandó, gyakorlati jellegű probléma áll.

Reményeim szerint a projektszemléletű oktatás egyre hangsúlyosabb szerepet kaphat a jövő természettudományos oktatásában. Ezért célszerű összefoglalni és bemutatni a módszer jellemzőit, előnyeit. Hortobágyi Katalin (2002: 16) meghatározása alapján a projektet tekinthetjük a tanulási folyamat konkrét egységének: *„A projekt egy sajátos tanulási egység, amelynek a középpontjában egy probléma áll. A feladat nem egyszerűen a probléma megoldása vagy megválaszolása, hanem a lehető legtöbb vonatkozásnak és összefüggésnek a feltárása, amely a való világban az adott problémához organikusán kapcsolódik.”*

A projektfeladatokat legcélszerűbb csoportmunkában megoldani. Létezik egyszemélyes projekt is (pl. vizsgamunka, szakdolgozat) vagy pármunka, de az iskolai projektekben általában néhány fős csoportokban tevékenykednek a diákok. A projektmunka során a tanárnak minden csoportra ügyelni kell, hogy mindenhol rendes ütemben haladjanak a tanulók a projektcél elérése felé, de ez a tanári szerep már nem a hagyományos oktatói szerep. A projekt megvalósítása során a pedagógus sokkal inkább egy külső tagja (póttagja) minden csoportnak, egyfajta „mentorálási” feladatot végez úgy, hogy közben lehetőleg

¹ Az írás az ELTE Fizika Doktori Iskolájának a Fizika Tanítása Program keretében készült. Köszönetem szeretném kifejezni a témavezetőnek, dr. Bene Gyulának, aki hasznos információkkal segített a cikk megírásában.

nem avatkozik bele direkt módon a csoportmunkába. (Ez persze néha elkerülhetetlen, de alapvetően hagyni kell a gyermekeket kibontakozni, ha maga a projekt jó irányba halad.)

A projektszerű oktatás nagyon gondos tervezést és előkészítést igényel, ezért már előre gondolnunk kell a következőkre:

- Mi a projekt célja? Ez lehet például egy konkrét munkadarab elkészítése, egy mérés-sorozat, vagy megfigyelés elvégzése stb. Ezen keresztül különböző készségeket, képességeket, kompetenciákat szeretnénk fejleszteni, tehát a nevelés-oktatás szempontjából ez az elsődleges cél.
- Hogyan, milyen formában kell a végén a „projektterméket” beadni. (pl. kell-e mindenkinek prezentációt készíteni, vagy csoportonként csak egyet készítsenek?)
- Kik vesznek (vehetnek) részt a projektben? Egy adott osztályba vagy egy évfolyamba járó diákok; esetleg vegyesen több évfolyamon tanulók is tagjai lehetnek a különböző projektcsoportoknak.
- Milyen szempont alapján állítjuk össze a projektcsoportokat? Ideális, ha a tanulók maguktól olyan csoportokat alakítanak ki, melynek tagjai jól együtt tudnak működni. Ez persze nem mindig sikerül. Ilyenkor a tanárnak kell valamilyen kompromisszumos megoldással összeállítani a csoportokat.
- Ha megvannak a csoportok, következhet a „szerepek kiosztása”, azaz ki miért felel a csoportmunka során. Szerencsés esetben a csoport tagjai egymás között szétosztják (arányosan) a feladatokat. Egyetértés hiányában a tanár is kijelölheti a felelősöket.
- Milyen erőforrásokra (alapanyagok, eszközök, mérőműszerek stb.) van szükség előreláthatólag a projekt megvalósításához? Idetartozik a várható költségek tervezése, a pénzforrások előteremtése, esetleg (költségesebb projekt esetén) a szponzorok felkutatása.
- A projektcél eléréséhez mennyi idő áll rendelkezésre? Kisebb projektek esetén elegendő a végső „beadási” határidőt megadni; összetettebb feladat esetén célszerűbb, ha a részfeladatok elvégzését is időpontokhoz kötjük, ez segít abban, hogy a teljes projekt határidőre elkészüljön.
- A projektet mindig értékelni kell! Az értékelés módja lehet osztályzás (egyszerűbb esetben), szóbeli vagy írásbeli értékelés (vagy ezek együttesen). Nyilvánvaló, hogy egy komplex csoportmunkában végzett projekt minősítését nem lehet egyetlen mondattal elintézni, ezért célszerű a tanár számára is, ha menet közben feljegyzéseket készít a tanulók munkájáról.
- A projekt értékelésének szempontjait előre kell tisztáznunk, azaz mindenkinek tudni kell, hogy mi alapján minősítjük a projektben végzett munkáját. Ezt persze csak irányelvnek tekinthetjük, hiszen menet közben olyan tényezők is hatnak, amelyekre esetleg nem is gondoltunk az elején, és ezek befolyásolhatják az értékelést.

A megfelelően előkészített és kivitelezett projektfeladat megoldása közben a gyermekeknek pont azok a tulajdonságai, képességei, készségei, kompetenciái fejlődnek, amelyre az életük további részében szükségük lesz, pl.: kommunikáció, információfeldolgozás, együttműködés, feladatmegosztás stb.

A cikkben egy konkrét projektjellegű, több természettudományos tantárgyat integráló feladatot mutatok be. A projektünk célja az volt, hogy a tanulók fizikai, technikai és technológiai ismereteit is bővítsük.

A gépkocsiprojekt indulása

A gépkocsi mint közlekedési eszköz vagy mint technikai rendszer többször is szóba kerül a fizikaórákon. Általános iskolában tananyag a belsőégésű motorok: kétütemű, négyütemű, benzin- és dízelmotor, ami a leggyakrabban alkalmazott erőforrás a gépjárművekben. A középiskolai tananyagban emellett szóba kerül a motorok működése hőtanból: a motorok teljesítménye, hatásfoka, a gázkörfolyamatok stb. A gépkocsi kerekeinek meghajtása kiváló példa arra, hogy megbeszéljük, mi a különbség a hajtott, illetve a nem hajtott kerekek esetén a súrlódási erők iránya között. Ezen keresztül érthetik meg talán legkönnyebben a tanulók, hogy miért viselkedik másként egy elsőkerék-hajtású, egy hátsókerék-hajtású vagy egy összkerék-hajtású jármű.

A gépjárművekhez számos olyan technikai újítás kapcsolódik, melyeket az új keret-tervű „javaslatok” szerint lényeges, hogy ismerjenek a diákok, pl.: a hőerőgépek, a biztonsági öv szerepe, a kerekek tisztán gördülése; de a GPS, a navigáció, a blokkolásgátló, a kipörgésgátló stb. is olyan fogalmak, amelyek ma már a mindennapok fizikájának részét képezik.

A gépjárművek meghajtásában manapság olyan közkezdvelt fogalmakkal találkozhatunk nap mint nap, mint a hibrid technológia vagy a hidrogénhajtás. Sajnos még a pedagógus kollégák között is van olyan, aki (részben) tévesen használ bizonyos fogalmakat, ezért tartottam szükségszerűnek a témakör áttekintését.

Láthatjuk tehát, hogy a gépkocsi kimeríthetetlen tárháza a fizikai ismereteknek, emellett a számítási példákban is gyakran szerepelnek ilyen témájú feladatok. Személyes tapasztalatom is azt mutatja, hogy a gépkocsival kapcsolatos „dolgokhoz” a legtöbb tanuló szívesen hozzászól, mindenkinek van valamilyen ezzel kapcsolatos véleménye, ötlete, tapasztalata. Vannak viszont olyan kollégák is, akik nem helyeznek különösebb hangsúlyt a kérdésre. A cikkkel remélhetőleg hozzájárulok ahhoz, hogy többekben is felkeltsem az érdeklődést e téma iránt.

A projektünk célkitűzése

Ez a projekt egy beszélgetés folyamánként indult: a médiában szinte minden héten beszámolnak az üzemanyagárak változásáról. Az üzemanyagok árai általában emelkednek, gyakran úgynevezett „történelmi rekordot” ér el az aktuális ár, ami azt jelenti, hogy előtte még sohasem került ennyibe 1 liter az adott üzemanyagból. A diákok egy részének már van vezetői engedélye, és sokan pont mostanában tervezik (11. és 12. évfolyamon), hogy megszerezik, ezért is érdekelte őket az üzemanyagok árának folytonos emelkedése. A másik indok az volt, hogy azzal is tisztában vannak, az üzemanyagok drágulása más termékek árának növekedését is indukálja. Egyszóval: felmerült a kérdés: mit lehetne tenni, hogy ne legyünk ennyire kiszolgáltatva az egyre dráguló üzemanyagoknak.

Természetesen vannak magától értetődő megoldások: járjunk gyalog vagy biciklivel. Ezt én személy szerint teljes mértékben támogatom, de azért azzal is tisztában vagyunk, hogy az emberek többsége nem szeretne teljesen lemondani a motorizált közlekedésről.

Mivel többeket is érdekelt a téma, ezért kihasználva a jó alkalmat, arra biztattam őket, hogy akár tudományos szempontból is vizsgáljuk meg a kérdést. A projektmódszer alkalmazása kézenfekvőnek tűnt, hiszen így sokkal oldottabb körülmények között lehet egy témát feldolgozni.

A gépjárművekben használható üzemanyagok

A gépjárművek által kibocsátott szennyező anyagok nagyon jelentős mértékben felelősek a környezetszennyezésért. Sajnos, erről kevesebb szó esik a tanórákon, ezért is tartottam fontosnak, hogy a fizika tantárgy keretein belül megvizsgáljuk a téma „árnyoldalát” is.

A motorizált közlekedés volumenének egyre növekvő üteme miatt szükségszerű, hogy a meglévő nyersanyag- (és üzemanyag-) készleteket ésszerűbben, takarékosabban használjuk fel, azaz csökkenteni kell az egyes gépjárművek fogyasztását, másrésről új üzemanyagok kifejlesztésén is gondolkodnunk kell.

A projektben végigvettük a gépkocsik meghajtásának lehetőségeit, nevezetesen: milyen elven működjön a gépkocsi motorja, milyen legyen az erőforrás? Mindegyik erőforrástípushoz kerestünk érveket és ellenérveket is.

Üzemanyagok

Benzin

A benzint a nyers kőolajból állítják elő desztillációval. Összetett vegyület, amely több mint 400 féle alkotóelemet (paraffinokat, olefineket, benzolt, toluolt, ciklohexánt stb.) tartalmaz. Az elmúlt kb. 130 évben nagyon sokat fejlődtek a benzinmotorok, de még manapság sem tökéletesek. Hátrányuk, hogy a benzin égése közben különböző káros anyagokat bocsátanak a környezetbe (füstöt, kormot, szén-monoxidot, szén-dioxidot, nitrogén-oxidokat stb.). Katalizátorok alkalmazásával ezek egy része csökkenthető.

A legtöbb klímaváltozással kapcsolatos tanulmány egyetért azzal, hogy a Föld felmelegedéséért felelős – úgynevezett – üvegházhatást okozó gázok közül a legfontosabbak a szén-dioxid, a metán és a nitrogén-oxidok. A benzin elégetésekor képződő gázok tehát nagymértékben hozzájárulnak az üvegházhatás felerősödéséhez. Egyes kutatók azt prognosztizálják, hogy az évszázad végére a bolygónk felszínének, illetve a légkörének felszín közeli átlaghőmérséklete akár 1–6 °C-kal is emelkedhet. Már az 1 °C-os emelkedésnek is jelentős hatása lehet, de ha az átlagos hőmérséklet-emelkedés – a pesszimistább elgondolás szerint – megközelítené a 6 °C-ot, annak katasztrofális hatásai lehetnek (pl.: sarki jégtakaró olvadása; tengerszint emelkedése; tengerparti területek, szigetek elöntése; klímaváltozás stb.)

A környezetvédelmi problémák mellett a legfőbb gond az, hogy a rendelkezésre álló kőolajkészletek végesek. (Tulajdonképpen lehet, hogy ez lesz az, ami határt szab majd a környezetszennyezésnek.) Bár azt még senki nem tudja most pontosan megmondani, hogy mennyi kőolajat lehet még a Földön kibányászni, de az biztos, hogy előbb-utóbb ezek a készletek kimerülnek. Nem véletlen, hogy a viszonylag könnyen kibányászható kőolajmezők mellett vagy után, a nehezen kibányászható területeken is megkezdődött a kőolaj felszínre hozatala. Egy optimista becslés szerint a kőolajtartalék talán még elegendő lesz a XXI. századra, pesszimistább becslések szerint viszont akár 3-5 évtizeden belül kimerülhetnek ezek a készletek.

Gázolaj (diesel, dízel)

A dízel üzemanyagot kőolajból állítják elő; folyékony szénhidrátokból áll, mely tartalmazhat szénhidrogénekben oldódó adalékokat is. A dízelmotorok gazdaságosak, megbízhatóak és általában nagyobb a forgatónyomatékuk, mint a benzinmotoroknak, ezért a ha-

szongépjárművekben, tehergépkocsikban és az autóbuszokban ez a legerjedtebb motortípus. Manapság a fogyasztási értékek is kedvezően alakulnak: sok esetben egy dízelmotor kevesebb üzemanyagot fogyaszt, mint egy hasonló teljesítményű benzinmotor, ezért már nem csak a nagyobb forgatónyomaték miatt alkalmazzák őket. Az utóbbi néhány évtizedben a személygépkocsik esetén is egyre nagyobb arányt tesz ki a dízelmotoros gépjárművek aránya, sőt manapság az sem ritka, hogy egy luxuslimuzinba is dízelmotor kerül, ami 20-30 éve szinte elképzelhetetlen volt. Ám az is elképzelhetetlen volt még pár évtizede, hogy akár egy sportkocsiban is dízel erőforrás működik, pedig ma már ilyen is létezik.

A dízel üzemanyaggal kapcsolatban szinte pontosan ugyanazok a felmerülő gondok, mint a benzin esetében: azaz a kőolajkészletek végesek és a dízelolaj elégetése során káros anyagok jutnak a környezetbe. A dízelolaj kéntartalma miatt az elégetéskor kén-dioxid, illetve kén-trioxid keletkezik, ami egyfelől a motort is károsítja, másfelől a környezetbe jutva azt is szennyezi.

Biodízel

A biodízel gyártásának alapanyaga elsősorban az olajos növényi magvak. Európában ez általában repce-, szója- vagy napraforgómagot jelent; de akár olajpálma vagy jatropa olaj (pl. Dél-Amerikában, Dél-Ázsiában) is szóba jöhet alapanyagként. A növényekből kisajtott olaj mellett használt sütőzsiradékok (használt növényi olajok és állati eredetű zsírok) is felhasználhatók a biodízel előállításához, mely során a növényi olajat „átészterezik”. Elméletileg tehát kőolaj nélkül is előállíthatunk a hagyományos dízelolajhoz hasonló üzemanyagot, ami azért jó, mert a dízeljárművek jelentős része átalakítás nélkül is működik a biodízelrel, sőt a károsanyag-kibocsátásuk még alacsonyabb is.

Két hátrányt szoktak megemlíteni. Egyfelől azok a mezőgazdasági területek, amelyekre biodízel alapanyagot termelnek, kiesnek az élelmiszeralapanyag-termelésből, ezért kvázi csökken az élelmiszeralapanyag-termőterület, ami maga után vonja, hogy csökken az élelmiszeralapanyag-termelés mennyisége, illetve ez növelni fogja az élelmiszerárakat. Ennek általánosságban van valóságalapja, de Európában és hazánkban is igaz, hogy vannak olyan területek, ahol gyakorlatilag csak a területalapú támogatás miatt termesztnek valamilyen növényt nagyon alacsony „hatásfokkal”. A gazdálkodók egy része igazából egyáltalán nincs érdekelve abban, hogy javítson ezen a helyzeten. Ha ezeken a területeken (ahol tulajdonképpen nem is folyik érdemi mezőgazdasági művelés) inkább biodízel alapanyagot állítanak elő, akkor a gazdálkodókat is érdekeltté tehetnék a termesztés-termelés minőségi és mennyiségi javításában. (Sajnálatos módon a „kőolajlobbi” ennek ellenkezőjét igyekszik belesulykolni a közvéleménybe.)

A másik indok az, hogy az állam hatalmas adóbevételről esne el, ha az emberek esetleg „saját” biodízelrel járnának, a hagyományos dízel helyett. Ezért például Magyarországon szigorúan tilos egy magánszemélynek vagy vállalatnak saját biodízel üzemanyagot előállítani és azt közlekedési eszközben felhasználni. Pedig milyen egyszerű is lenne, ha a „leszűrt” háztartási sütőzsiradékokkal autózhatna az ember. Tehát a biodízel felhasználásának talán legfőbb akadálya maga az állam, hiszen olyan magas adóterheket rak a biodízellel, ami gyakorlatilag versenyképtelenné teszi.

(Egy gyakorlati példaként elképzeltük, hogy ha több, mezőgazdaságból élő vállalkozó összefogna, és közösen létrehozna egy biodízel-előállító „mini üzem”, ahol a saját maguk által megtermelt alapanyagokból állítanak elő azt az üzemanyagot, amely a saját erő-

gépeiket hajtja, akkor kvázi önfenntartó módon működhethének ezek a termelők. Igazság szerint, akár egy-egy kisebb településen is életképesen működhethének ilyen üzemek.)

Autógáz (LPG, Liquefied Petroleum Gas vagy PB-gáz)

A kiindulási alapanyag főként propán és bután (ezek teszik ki a gázkeverék kb. 95%-át), de ezenkívül propilént, izobutánt, izobutilént, butilént is tartalmazhat. A kiindulási gáz-elegyből folyékony halmazállapotú gázt úgy kapnak, hogy viszonylag alacsony nyomáson (kb. 6 bar) összenyomják a gázt, amíg cseppfolyóssá nem válik². Ezek után hatalmas tartályokban tárolják, ahonnan tartálykocsikkal szállítják az üzemanyag-töltőállomásokra, ahol szivattyú segítségével lehet „átfejteni” a gépkocsik gáztartályába, ahol kb. 12 bar nyomáson, folyékony halmazállapotban tárolják. Az autógázzal működő gépkocsik néha csak tisztán autógázt használnak, de sokszor a benzinüzem is megmarad a gépjárműben. Ilyenkor a gépkocsi indításakor benzint éget el, majd vagy automatikusan vagy manuális kapcsoló segítségével átváltunk a gázüzemre. A gázüzem előnye a benzinnel szemben, hogy egyfelől olcsóbb, másfelől környezetkímélőbb. Igaz ugyan, hogy valamennyivel több gázt fogyaszt egy gépkocsi, mint amennyi a benzinben mért fogyasztása, de az autógáz ára (egyelőre) jóval kedvezőbb, mint a benziné. Egy modern benzines gépkocsi gázossá alakításakor a motorvezérlő elektronikát is át kell programozni, a régebbi típusok esetén erre nincs szükség.

Sok országban gyárilag is rendelhető gázüzemű autó, hazánkban ez még nem terjedt el, de azért létezik ez az opció is. Azoknál a gépkocsiknál, ahol van az adott típusnál benzines és gyári LPG-s változat is, a gázüzemű kb. 300-500 ezer Ft-tal kerül többbe, mint a benzines. Ha ilyen gépjárművet vásárolunk, akkor megmarad rá a „gyári” garancia. Ellenben, ha mi magunk alakíttatjuk át utólag a gázüzeműre a benzines járművünket, akkor a „gyári” garancia elveszik, akkor is, ha szakszervizben történik az átalakítás, aminek az ára hozzávetőlegesen 250-300 ezer Ft, a gépkocsi újravizsgáztatásával együtt. Ezeket a tényezőket is figyelembe kell venni, ha LPG-üzemre szeretnénk váltani.

2012 júliusában törvényjavaslatot terjesztett a kormány az országgyűlés elé az egyes jövedékiadó-köteles termékekkel kapcsolatban. A javaslat az autógázt is érintette. A törvénytervezet elleni tiltakozás az Autógáz Klub online aláírásgyűjtést indított az emelés megakadályozása érdekében. A kormány az adóemelés okaként azt jelölte meg, hogy az egészségre veszélyes termékek adójának növelésével kívánja az egészségügyi szektort többletforrásokhoz juttatni. Ez alapján az autógáz (LPG) az alkohollal és a cigarettával került „egy kalapba”. Annyiban igaza van a kormánynak, hogy még az LPG elégetése is szennyezi a környezetet, de azt elfelejtették figyelembe venni, hogy az LPG messze sokkal környezetkímélőbb, mint például a benzin. Összehasonlítva egy benzinmotorral, az autógázzal működő motornak kisebb a szén-dioxid kibocsátása; szén-monoxid pedig szinte alig keletkezik, és a nitrogén-oxidok kibocsátása még a negyedét sem éri el a benzinmotoroknak. Ezért, szerintünk, inkább csökkenteni kellene az autógáz jövedéki adóját, ezzel lehetne arra ösztönözni a lakosságot, hogy inkább ezt az üzemanyagot használja. Alighanem egyszerűen arról van szó, hogy az állam észrevett egy piaci szegmenst, ahonnan még egy kis adóbevételhez juthat.

² <http://www.autogazklub.hu/az-autogazrol/lpg/lpg-ismerteto/>

Földgázból előállított autógáz (CNG, Compressed Natural Gas vagy sűrített földgáz):

Nagy nyomás alatt tárolt szénhidrogéngázok elegye, amelyet gépjárművek üzemanyagaként, valamint fűtésre is használnak. A földgáz különféle szénhidrogén-vegyületekből áll, ami attól is függ, hogy honnan bányásszák ki. A legfontosabb összetevője a metán (CH_4), általában ez teszi ki a földgáznak kb. 90%-át. Ezenkívül tartalmaz még etánt (C_2H_6), propánt (C_3H_8), butánt (C_4H_{10}), szén-dioxidot (CO_2) és nitrogént (N_2) is³.

A földgáz távvezeték-hálózaton jut el a fogyasztókhoz, illetve esetünkben a töltőállomáshoz, ahol nagy nyomáson (kb. 250 bar) különleges kompresszorral lehet cseppfolyósá válni, majd ezt lehet a gépkocsi tartályába „átfejteni”. A CNG üzemű gépjárművek tartályaira jóval szigorúbb előírások vonatkoznak a nagy nyomás miatt, mint az LPG üzemű gépjárművekre. A CNG-gázt benzinüzemű, valamint dízelmotorokban is lehet használni. Hazánkban a CNG egyelőre nem terjedt el, bár van néhány ilyen üzemanyag-töltőállomás, de ezek főleg a nagyfogyasztók kiszolgálására alkalmasak.

Magyarországon jelenleg Budapesten, Szegeden és Győrben van „lakossági” CNG-töltőállomás. A 3 városban jelentős különbségek vannak a CNG árban. Mivel a fővárosban nincs konkurencia, ott a legmagasabb az ár. Vélhetően a másik két városban azért alacsonyabbak az árak, mert az országhatár közelsége miatt az emberek átmennének a szomszédos országokba tankolni, ha túl magas lenne az ár.

Hazánkban tehát még gyermekcipőben jár a CNG-s autózás, aminek szerintünk a legfőbb oka a kevés töltőállomás. Németországban viszont kb. 900 ilyen töltőállomás üzemel, Olaszországban is 700 felett van a CNG-kutak száma; így ezekben az országokban sokkal több CNG üzemű gépjármű van forgalomban.

A CNG előnyeik között említhetjük, hogy az LPG-hez hasonlóan sokkal környezetbarátabb a benzinnél, illetve a dízelolajnál; valamint hazánkban a települések földgázellátottsága jónak mondható, ami lehetőséget teremt arra, hogy a későbbiek folyamán az ország sok pontján kiépülhet CNG-töltőállomás. Elméletileg még arra is van lehetőség, hogy a lakossági fogyasztók vásároljanak maguknak egy olyan kompresszoros, mini töltőállomást, ahol saját maguk feltölthetik a vezetékes földgázból a CNG üzemű gépkocsijukat. Igaz, egy ilyen mini töltőállomás meglehetősen drága, az ára közelít az 1 millió Ft-hoz.

Hátrányaként azt hozhatjuk fel, hogy a földgáz nem megújuló energiaforrás, ezért ez is csak „ideiglenes” megoldásként szolgálhat, igaz, valószínűleg azért hosszabb távon, mint a kőolajból előállított benzin és gázolaj.

A GTL (Gas to Liquids): földgázból sűrítéssel előállított folyadék, amely szinte teljesen kénmentes. Igazság szerint a GTL a CNG szinonimája; bár nem kötelező, hogy földgázból állítsák elő, de gyakorlatilag ezt használják. Hazánkban a CNG elnevezést használják gyakrabban, de a teljesség kedvéért az GTL kifejezést is megadtuk.

Etanol (etil-alkohol vagy borszesz, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)

Egyértékű, telített alkohol. Az etanol molekulái másodrendű hidrogénkötéseket alakíthatnak ki, ezért számos észteres olajjal korlátlan arányban vegyíthető; például az üzemanyag-töltőállomásokon kapható E85 jelű üzemanyag 85% etanolt és 15% benzint tartalmaz. Az etanol ipari mértékű előállítása etilénből történik, amit leggyakrabban földgázból vagy kőolajból nyernek.

³ <http://www.autogazklub.hu/az-autogazrol/cng/>

Bioetanol (bioalkohol)

Biológiai úton előállított etanol, amelyet nem etilénből, hanem cukorból és keményítőből állítanak elő élesztő segítségével, anaerob fermentációval. Gyakorlatilag ugyanúgy használható üzemanyagként, mint az etanol. A bioetanol üzemanyagként való alkalmazása főleg ott jellemző, ahol azt nagy mennyiségben és olcsón lehet előállítani. Az USA-ban főként kukoricából, búzából és kisebb részben cukorrépből állítják elő; Brazíliában legnagyobb részben a cukornád szolgál alapanyagként.

Hazánkban 2007 óta lehet E85-ös üzemanyagot tankolni. Az etanolt is árusító töltőállomások száma kezdetben gyorsan növekedett (kb. 450-re), egyre többen tértek át erre az olcsóbb üzemanyagra. (Ha maximum fele-fele arányban keverjük benzinnel, akkor a járművet át sem kell alakítani. Igaz, hogy a motor fogyasztása kismértékben megnő, de még így is csökken az üzemanyagköltség.) Az utóbbi időben viszont több kút felhagyott az E85 árusításával; az ok a radikálisan csökkenő kereslet volt. Sajnos, az etanolra rakódó jövedéki adót több lépésben, olyan mértékben növelték, hogy sokak számára már nem éri meg ezt tankolni. Valószínűleg erős „olajlobbi” állhat a háttérben, mert normális körülmények között inkább ezt az olcsó, környezetkímélő üzemanyagot kellene népszerűsíteni a kőolajból nyert üzemanyagokkal szemben.

Hazánkban minden feltétel adott lenne a nagyüzemi bioetanol-gyártásra, amivel munkahelyeket teremthetnénk, csökkenthetnénk a külföldi kőolajtól való függőségünket, és kevésbé szennyeznénk a közvetlen környezetünket. Magyarországon jelenleg egyetlen ilyen működő üzem van: Dunaföldváron. (De hát tudjuk, hogy a kőolajiparban hatalmas pénzek mozognak! És úgy tűnik, legfőképp ez diktál.)

Metanol (metil-alkohol vagy faszesz, CH₃OH)

A legegyszerűbb telített alkohol. Az emberi szervezetre erősen mérgező hatása: májkárosodást, vakságot vagy halált okozhat. A gépjárművek meghajtására viszont megfelelő lehet. Ha benzinnel keverjük 10-20%-os arányban, akkor általában még a motort sem kell átalakítani; ha azonban kb. 30-40%-os arányú metanol-benzin keveréket használunk, akkor szükséges lehet a benzinmotor átalakítása is. A metanoból dimetil-éter alapú dízel üzemanyagot is előállíthatunk, ezt dízelmotorokban használhatjuk. Hátránya, hogy bizonyos fémekre (pl. az alumíniumra) korrozív hatást fejt ki.

A magyar származású, Kaliforniában élő Oláh György professzor, kutatásokat folytat a metanol felhasználásával és gyártásával kapcsolatban. (A tudományos munkája elismeréseként 1994-ben megkapta a kémiai Nobel-díjat.) Oláh módszerével akár a levegőben lévő szén-dioxidból és vízből is lehet metanolt gyártani. A metanol önmagában is alkalmas lehet belsőégésű motorok meghajtására, de üzemanyagcellás járművekben is alkalmazható. A metanol elégetésekor főként vízgőz és szén-dioxid keletkezik, de jóval kevesebb, mint ha hagyományos fosszilis energiaforrásból származó üzemanyagot égettünk volna el; ezért a metanol sokkal környezetkímélőbb energiaforrásnak számít.

Jelenleg Kínában több mint száz metanolüzem épül, vagy már meg is kezdte a működését, de Japánban vagy Dél-Koreában is vannak metanolüzemek. Hazánkban is lenne rá lehetőség: a feltörő geotermikus forrásokból származó szén-dioxidból lehetne metanolt gyártani. A metanol nagy valószínűséggel a jövő egyik fontos energiaforrása lehet.

Biomasszából előállított üzemanyag

Biogáz

Szerves anyagokból képződik: a mikrobák anaerob körülmények között lebontják a szerves molekulákat. A kiindulási anyagoktól függően különböző biogáz elegy keletkezik, melynek legfontosabb összetevője a metán (CH_4), a szén-dioxid (CO_2), a nitrogén (N_2), és tartalmazhat hidrogént (H_2), kénhidrogént (H_2S), ammóniát (NH_3) valamint egyéb maradványgázokat is.

A biogázt gyakorlatilag az autógázhoz hasonló módon használhatjuk fel. A biogázból elsősorban a metánt hasznosíthatjuk (ezt nevezik biometánnak), bizonyos összetevőket ki is kell szűrni a gázelegyből ahhoz, hogy motorok üzemanyagaként használhassuk. Egyelőre még nem terjedt el, de a jövőbeni felhasználásában nagy potenciál rejtőzik.

BTG (Biomass to Gas)

Biomasszából előállított gáz. A hőbontási eljárások egyik speciális típusa az elgázosítás, melynek végeredményeként főként hidrogént és szén-monoxidot tartalmazó gázkeveréket kapunk. A faelgázosító kazánokban főként fát (faaprítékot) égetnek el léghiányos környezetben; a keletkező gáz a földgáznál kisebb fűtőértékű, de speciális gázmotorokba megfelelő, ezért akár gépjárművek meghajtására is használható. Főként tehergépjárművek esetében lehetne hasznát venni, hiszen egy személygépkocsi azért nehezen képzelhető el egy elgázosító kazánal és egy fatároló rekesssel; de ki tudja, mit hoz még a jövő. (Néha a BTG-t a biogáz szinonimájaként használják.)

Biomasszából állítják elő a szintetikus földgázt (szintetikus metánt) is. Elviekben ez válthatja majd a természetes földgázt, a készletek kimerülése után. Még nem indult be a tömegtermelés, de Németországban jelenleg épül egy ilyen ún. „e-gas” üzem. A gyártáshoz hidrogénre és szén-dioxidra van szükség. Az északi-tengeri szélkerekek által termelt árammal a vízből elektrolízissel oxigént és hidrogént nyernek. A hidrogént szén-dioxid segítségével óriástartályokban szintetikus földgázzá alakítják. A szén-dioxid egy közeli biomassza-erőműből származik mint „melléktermék”.

Kutatások folynak olyan irányban is, hogy mikroorganizmusokkal „állítassanak” elő szintetikus üzemanyagokat. Ehhez vízre (tengervíz vagy szennyvíz is jó), szén-dioxidra, napfényre és speciális baktériumokra, mikrobákra van szükség, amelyek egy fotoszintézisszerű folyamatban olyan vegyületeket termelnek, amelyekből már mesterséges üzemanyag gyártható. A kísérletek biztatóak, de a tömeggyártás beindítására valószínűleg még éveket kell várunk.

BTL (Biomass to Liquid)

Biomasszából előállított folyékony üzemanyag. A gyártási folyamatot hőbontásnak (pirolízisnek) nevezik, mely során valamilyen kiindulási szerves anyagból (gyakran szerves hulladékból) oxigénszegény vagy oxigénmentes környezetben, speciálisan kialakított reaktorban hő hatására gáz halmazállapotú anyag (pirolízis gáz), folyékony halmazállapotú anyag (pirolízis olaj, kátrány, szerves savak, víz), illetve szilárd pirolízis kocsz keletkezik (Andróczy 2010).

A szakirodalomban a BTL rövidítés helyett szokták a BTG-t (Biomass to Gasolnie) is használni. Ez kicsit zavaró lehet, hiszen máskor viszont a BTG (Biomass to Gas) a bio-

masszából előállított gázt jelenti, ezért legyünk figyelmesek, hogy pontosan, hogy is értik a rövidítést!

Gőzhajtás

A XX. században úgy tűnt, hogy a gépkocsik meghajtásában a belsőégésű motorok teljes mértékben kiszorították a külsőégésű gőzgépeket. Ennek oka az volt, hogy egyfelől a gőzgépek nehezebbek voltak a hasonló teljesítményű belsőégésű motoroknál, másfelől egy gőzgép sokkal érzékenyebb a terhelés dinamikai változására, mint egy belsőégésű motor. (Egy benzinmotoros járművel a motor beindítása után szinte azonnal közlekedhetünk; egy gőzgép felfűtéshez viszont tetemes idő szükséges.) A harmadik érv, ami a belsőégésű motorok mellett szól, hogy a hatásfokuk ($\eta <= 1 - T_1/T_2$) nagyobb, mint a gőzgépek hatásfoka.

Elképzelhető, hogy a XXI. században mégis visszatérhetünk a gőzhajtáshoz. Állítólag egy amerikai cég olyan 6 hengeres, nagyüzemi nyomáson működő gőzgépet fejlesztett ki, melynek teljesítménye 180 lóerő, a maximális forgatónyomatéka 1150 Nm (Andróczy 2010). A gőzgép a kis méretének köszönhetően egy személygépkocsi motorterében is elfér, és gyakorlatilag bármilyen éghető üzemanyaggal működtethető. Ha a hír igaz, akkor lehet, hogy a jövő járműveiben gőzgépekkel (is) találkozhatunk majd.

Elektromos hajtás

Az elektromos meghajtású autókban villanymotor biztosítja a gépkocsi mozgásához szükséges energiát. A villanymotor működéséhez szükséges elektromos energiát akkumulátorokban (korábban nikkel-fém hibrid, manapság lítiumion) tárolják, amelyeket általában a hálózati dugaszoló aljzatról (konnektor) lehet feltölteni. Ezek az akkumulátorok meglehetősen drágák, az áruk a jármű árában jelentős tételt képvisel, és akár több száz kilogramm plusztömeget is jelenthetnek a gépjárműben. Viszont az is igaz, hogy egy villanymotor tömege általában kisebb, mint egy hasonló teljesítményű belsőégésű motor tömege, de összességében egy elektromos autó tömege általában mégis nagyobb, mintha ugyanez a jármű belsőégésű motorral lenne felszerelve. Ez tehát egy kis hátrányt jelent.

A gépjármű működéséhez szükséges villamos energia tárolására akár kondenzátorok is használhatók. Erre a célra sorba kötött ultrakapacitású kondenzátorokat használnak, mert ezek nagy áramerősséggel gyorsan feltölthetők. Van olyan konstrukció is, amelyben kisebb lítiumion akkumulátorok és több ultrakapacitású kondenzátor is van, és egy elektronikus szabályozó rendszer vezérli, hogy a jármű gyorsításakor vagy a fékezéskor éppen melyik eszközből áramlanak az elektronok.

Nézzük meg az elektromos hajtás előnyeit is! Egy elektromos autóval gyakorlatilag közvetlen károsanyag-kibocsátás nélkül juthatunk el a célunkig, azaz nem terheljük az utazás során a környezetünket, ami például egy nagyvárosi forgalomban nagyon lényeges szempont. Azt természetesen tudnunk kell, hogy az elektromos energiát előállító erőműveknek lehet károsanyag-kibocsátása, de összességében még így is kedvezőbbek az adatok, mint ha a gépjárművekben közvetlenül valamilyen fosszilis eredetű üzemanyagot égettünk volna el.

A legtöbb országban igaz az előbbi állítás, Kínában viszont nem: ott a villamos erőművek kb. 85%-ban a kőszén elégetéséből nyerik az energiát. 2011-ben Kína volt a világ első számú szénkitermelője, és emellett ő volt a legnagyobb szénimportőre is.

Az így előállított villamos energiát viszont nem tekinthetjük „zöld” energiának, mert hatalmas környezetszennyezést okoz, főleg az erőművek környékén; de tudjuk, hogy a környezetszennyezés nem ismer határokat! A távolabbi környezettudatos jövőben talán eljön majd az idő, amikor a fosszilis tüzelőanyagokat használó erőművek vagy az atomerőművek helyett vízi erőművek, naperőművek, szélerőművek, geotermikus erőművek, ár-ápály erőművek termelik majd a „zöld” elektromos energiát.

Másik nagy előnye az elektromos autóknak, hogy a motorjuk sokkal halkabb, mint belsőégésű társaiké, ezért az elektromos járművek sokkal kisebb zajterhelést jelentenek a környezetükre, ami egy forgalmas nagyvárosban szintén nem utolsó szempont. (Természetesen egy működő villanymotornak is van hangja, és menet közben a forgó gumibroncsok is hangot keltenek, sőt a jármű karosszériájánál áramló levegőnek is van hanghátása, de ez még mindig sokkal halkabb, mint például egy működő dízelmotor. Olyannyira igaz ez, hogy már több baleset is történt amiatt, hogy egy csendben közeledő elektromos meghajtású autó elé valaki figyelmetlenül kilépett, mert nem hallotta közeledni a járművet.)

Harmadik előnyként említhetjük, hogy az elektromos meghajtású gépkocsikra gyakran nagy (több ezer eurós) árkedvezményt (adókedvezményt) adnak bizonyos államokban, hogy elősegítsék az elterjedésüket, ezzel támogatják a környezetvédelmet. Sajnos, Magyarországon nincs ilyen adókedvezmény.

Elektromos járműveinket azonban akár ingyenesen is feltölthetjük az elektromos töltőállomásokon. Ilyen töltőállomások hazánkban is vannak, igaz, csak néhány darab.

Nézzük meg most a hátrányokat is!

Már említettük az akkumulátorok miatti plusztömeget. Ezenkívül egy elektromos jármű hatótávolsága (azaz az egy tankolással, illetve itt egy „feltöltéssel”) megtehető távolság sokkal kevesebb, mint egy benzines, dízel vagy autógázzal működtetett gépkocsi esetén. Míg ezek akár 1000 km utat is megtehetnek egy teli tank üzemanyaggal, addig egy elektromos autó egy feltöltéssel nagyjából 100-150 km utat tud megtenni. Ez ugyan elég lehet sokak számára, de a gépkocsivezetők többsége valószínűleg nem éri be ennyivel.

Ha mégis úgy gondolnánk, hogy nekünk elegendő lenne, mondjuk, naponta ez a kb. 100 km, és majd esténként feltöltjük olcsón az elektromos autónkat, és közben még a környezetünket is óvjuk, akkor jön a hidegzuhany: az ár. Egy elektromos gépkocsi akár kétszer-háromszor annyiba kerül, mint egy hasonló méretű, teljesítményű, felszereltségű benzinmotoros autó. (Az elektromos autókat gyártó vállalatok marketingesei néha igyekeznek ezt a tényt elfedni azzal, hogy az adott villanyautó majdnem annyiba kerül, mint egy középkategóriás gépkocsi. Egyfelől az „adott villanyautó” valószínűleg sokkal kisebb, mint az a „képzeltbeli középkategóriás autó”, másfelől, ha megnézzük a konkrét árakat, ki fog derülni az igazság.)

Tehát, ha nincsenek adókedvezmények, akkor szinte csak a leggazdagabbak engedhetik meg maguknak, hogy ilyen járműveket vegyenek, ők viszont egyelőre valószínűleg nem ilyen modelleket választanak. Tavaly egész Európát tekintve 13 814 db elektromos autót adtak el. Magyarországon viszont tavaly összességében alig néhány darab elektromos gépkocsi talált gazdára (Lencsés 2012).

Az „ingyenesen” használható elektromos töltőállomásokból kb. 20 darab van jelenleg hazánkban (ami azért, valljuk be, nem túl sok, de ez is számít). Persze ezek közül sem mindig működik mindegyik. A töltőfej lehet, hogy nem kompatibilis a mi járművünk csatlakozójával, és lehet, hogy pár órát ott kell majd a kútnál várakoznunk, mire egyáltalán

feltölthetjük az akkumulátorokat, hogy újabb 100 km-rel közelebb jussunk a célunkhoz. Valószínűleg ez sem erősíti az elektromos autózásban hívók táborát.

Mielőtt valaki arra következtetne, hogy mi személy szerint ellenezzük az elektromos meghajtást, az téved; mi hiszünk abban, hogy ez a technika a jövőben sokkal nagyobb teret fog hódítani, de a jelenlegi formájában hosszú távú közlekedésre még nem tartjuk megfelelőnek. Rövidebb távú, például városi közlekedésre viszont kitűnő lenne, ha az ára nem lenne ennyire magas. Ideális választás lehet a villanyhajtás városi áruszállító kisteherautókban is; ezek általában valamilyen zárt telephelyen várakoznak, ahol könnyen megoldható az akkumulátorok feltöltése; a szállítást legtöbbször a város határán belül végzik, ahol csendben és környezetkímélő módon teljesítik feladatukat.

Hidrogénmeghajtás

A különböző űrprogramokban már sikeresen alkalmazzák a hidrogént mint energiaforrást, mivel ennek van a legjobb energia/tömeg aránya. A folyékony hidrogént a rakétamotorok üzemanyagaként használják, és alkalmazták például a Holdon végzett Apolló-programban, a Marsra irányuló Viking-programban vagy a Szaturnuszt kutató Voyager-programban.

Hidrogéngázt elviekben könnyen nyerhetünk víz elektrolízisével, mely során a hidrogén mellett oxigén is keletkezik. A hidrogéngázt hatalmas tartályokban is tárolhatnánk, ez azonban túlzottan nagy lenne egy közlekedési eszközhöz mérten. Ezért ha járművekben akarjuk felhasználni a hidrogént, akkor össze kell nyomni folyékonyá. Ha ezt a hidrogént a tiszta oxigénben égetjük el, akkor csak víz keletkezik, ezért az ilyen motor nem szennyezi a környezetet. Ha a hidrogént levegőben égetjük el, akkor a víz mellett nitrogén és nitrogén-oxidok is keletkeznek. A nitrogén-oxidok károsak lehetnek a környezetre, de egy hidrogénmotorban általában jóval kevesebb nitrogén-oxid keletkezik, mint egy hasonló teljesítményű benzinmotorban. Ezek alapján a hidrogén lehet a jövő egyik energiaforrása. Sajnos azonban a hidrogénmotorok gyártása komplikáltabb, mint a benzinmotoroké, számos problémát meg kell oldani a mérnököknek (pl.: a hidrogén sokkal hajlamosabb az öngyulladásra, mint a benzin, ezért a hidrogénmotorok szelepeinek kialakítása, illetve a gyújtás szabályozása jóval komplikáltabb). Ezeknek a problémáknak egy részét már megoldották, vannak jól működő hidrogénmotoros járművek (prototípusok) is, de ezek még nem terjedtek el. Ebben döntő jelentőségű az, hogy egyelőre nincs megoldva a hidrogénmotoros autók üzemanyag-utántöltése, azaz nem épült ki olyan széleskörű üzemanyag-töltőállomás hálózat, ahol hidrogént lehetne tankolni.

Üzemanyagcella (tüzelőanyag-cella vagy tüzelőanyag-elem)

Gyakorlatilag az elektrolízis megfordításával működik, azaz kémiai reakcióból állít elő elektromos energiát. A hagyományos elektromos elemek a lemerülésük után többé nem használhatók, az üzemanyagcellák viszont a lemerülésük után újra működnek, ha üzemanyagot töltünk beléjük. Az üzemanyagcella általában két elektródából és a köztük lévő elektrolitból áll. Az üzemanyagcella üzemanyaga leggyakrabban hidrogén szokott lenni, de vannak szénhidrogénekkal (pl. metanol, földgáz) működő üzemanyagcellák is. A működés során az üzemanyagcellában lévő hidrogén protonokra és elektronokra bomlik, a folyamathoz katalizátort (általában platina) is használnak. A protonok az elektrolitba jutnak, az elektronok elvezethetők; a folyamat zárásaként az elektronok egyesülnek a protonokkal és oxigénnel (katalizátor jelenlétében), végeredményül víz keletkezik. (A tüze-

lőanyag-cellák között az egyik legígéretesebb megoldás, nem tartalmaz elektrolitot, csak egy polimer membránt, ami a protonokat átterszi, de az elektronokat nem, mert elektromos szigetelő.)

Egyelőre többnyire az űrkutatásban és a hadiiparban használják, de a jövőben remény van a polgári célú alkalmazásokra is. Talán egyszer majd üzemanyagcellák biztosítják az elektromos autók számára szükséges áramot.

Ez nem egy futurisztikus álom csupán, hiszen Európában több olyan nagyváros is van (pl.: Berlin, Hamburg, Köln, London, Bolzano, Milánó, Oslo), ahol kísérleti jelleggel hidrogénüzemanyag-cellás buszokat is alkalmaznak a tömegközlekedésben. Az elektromos energiát hidrogénüzemanyag-cellákban állítják elő, amelyeket lítiumion akkumulátorokban tárolnak. A működéshez szükséges hidrogént általában közeli telephelyeken állítják elő hidrolizációs berendezésekkel, majd a buszok szénzállal erősített hidrogéntartályai-ba töltik kb. 350 bar nyomáson. Ha a hidrogén előállításához szükséges villamos energiát vízerőművekben állítják elő, akkor ezek a járművek gyakorlatilag teljesen környezetkímélő módon üzemelnek.

Európa sok országában még kurióznak számít, de Japánban már sorozatban (igaz kis darabszámú sorozatban) gyártanak hidrogéntüzelőanyag-cellás személygépkocsikat is.

Hibrid hajtás

Ezekben a gépkocsikban (legalább) két motor található: egy belsőégésű (benzin, gáz, dízel) és egy villanymotor. Ha az akkumulátor fel van töltve, akkor a villanymotor működik, az akkumulátor kimerülésekor vagy teljesen a belsőégésű motor hajtja a járművet, vagy a belsőégésű motort arra használják, hogy egy generátort forgatnak vele, ami tölti az akkumulátort, vagy esetleg ezek kombinációját alkalmazzák. Bizonyos típusokban együtt is használhatjuk a két motort, ilyenkor az egyik erőforrás az első tengelyt, a másik a hátsó tengelyt forgatja általában (vannak kivételek is), így gyakorlatilag egy összkerékű autót kapunk. Azt azonban figyelembe kell venni, hogy a hibrid gépkocsik esetén a belsőégésű motor tipikusan 80–200 lóerős teljesítménye mellett a villanymotoruk teljesítménye gyakran csak 20–50 LE szokott lenni, ez tehát önmagában inkább csak kisebb sebességek esetén (pl. induláskor) jelent igazi pluszteljesítményt. Természetesen azért van olyan modell is, amelyben a villanymotornak nagyobb a teljesítménye, mint a belsőégésű erőforrásé. A hibrid hajtás előnye közé tartozik, hogy a gépjármű fékezésekor energiát tud eltárolni az akkumulátorában, amit később, gyorsításokor felhasználhat. (Ehhez hasonló elven működik az F1-es versenyautók KERS rendszere.)

A hibridhajtású gépkocsik árai sajnos ma még jóval magasabbak (akár több millió Ft-tal), mint ha csak egy belsőégésű motor lenne a járműben. Az árak ismeretében joggal teheti fel az ember a kérdést: tényleg van-e értelme egy-egy ilyen hibridhajtású gépkocsiért ennyivel több pénzt kiadni? Persze minden nagy út kis lépésekkel kezdődik, ezért már ezeknek a hibrideknek is örülnünk kell. Reményeink szerint a jövőben nagyobb mértékben elterjednek, ami segít abban, hogy az árak csökkenjen, így tovább növekedhetnek majd az eladási adatok, és ez még tovább csökkentheti az árakat. Egyszer talán nem számít majd luxusnak, ha valaki hibridhajtású járművet vásárol. Sőt, hiszünk benne, hogy ez a jövő (egyik) útja.

Összegzés

A tanulóinkkal csoportmunkában megvizsgáltuk a gépjárművek meghajtásának lehetőségeit, azok előnyös és hátrányos tulajdonságait. A fizikai és a technikai jellegű ismeretek gyarapodásán túl kiemelkedően fontosnak tartom, hogy a tanulók környezettudatossága is fejlődött. A projektünk további eredményeit egy másik cikkben szeretném ismertetni.

IRODALOM

Andróczy Balázs 2010: *A gőzmotor jobb, mint a dízel?*

[http://totalcar.hu/magazin/hirek/2010/02/04/a_gozmotor_jobb_mint_a_dizel/ - 2013. 06. 05.]

Autógáz Klub honlapja [<http://www.autogazklub.hu/> - 2013.06.05.]

Hortobágyi Katalin 2002: *Projektkézikönyv*. Budapest: Iskolafejlesztési Alapítvány.

Lencsés Csaba 2012: *Miért nem terjednek az elektromos autók?*

[http://www.vezess.hu/magazin/miert_nem_terjednek_elektromos/36316/ - 2013. 06. 05.]

Rác Tamás 2012: *Amikor a 345 forintos üzemanyag is drága, CNG-kütszeme Budapesten*

[http://www.vezess.hu/magazin/amikor_345_forintos_uzemanyag/38610/ - 2013. 06. 05.]