

# A belső égésű motorok jövője

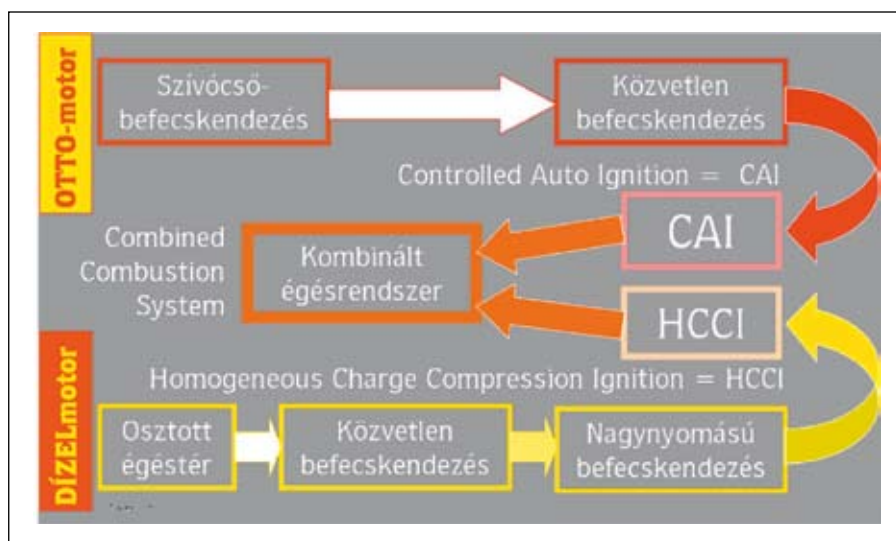
Három alapvető területen várunk folyamatos fejlődést motorjainktól. Ezek a következők: **a környezeti hatások:** a kipufogógázok mennyiségét, károsanyag-tartalmát, szagát és a motor zajosságát csökkenteni kell, **a tüzelőanyag:** a minőségfejlesztést, az alternatív hajtóanyagokat és természetesen a fogyasztáscsökkentést előtérbe kell helyezni, **a ráfordítások:** a drága anyagokat (pl. platina, ródium) és a költséges gyártási folyamatokat minimalizálni, az újrafelhasználási hányadot növelni kell.

A fejlődési folyamatot nehezíti, hogy eközben a motorral szemben támasztott igények egyre nagyobbak: egyszerűség, gazdaságos üzem, sorozatgyártásra való alkalmasság, nagy javítás (pl. 150 000 mérföld), karbantartás nélküli élettartam, valamint globális (földrajzi helytől független) használhatóság a legfőbb elvárások.

## A dugattyús motor továbbfejlesztési lehetőségei

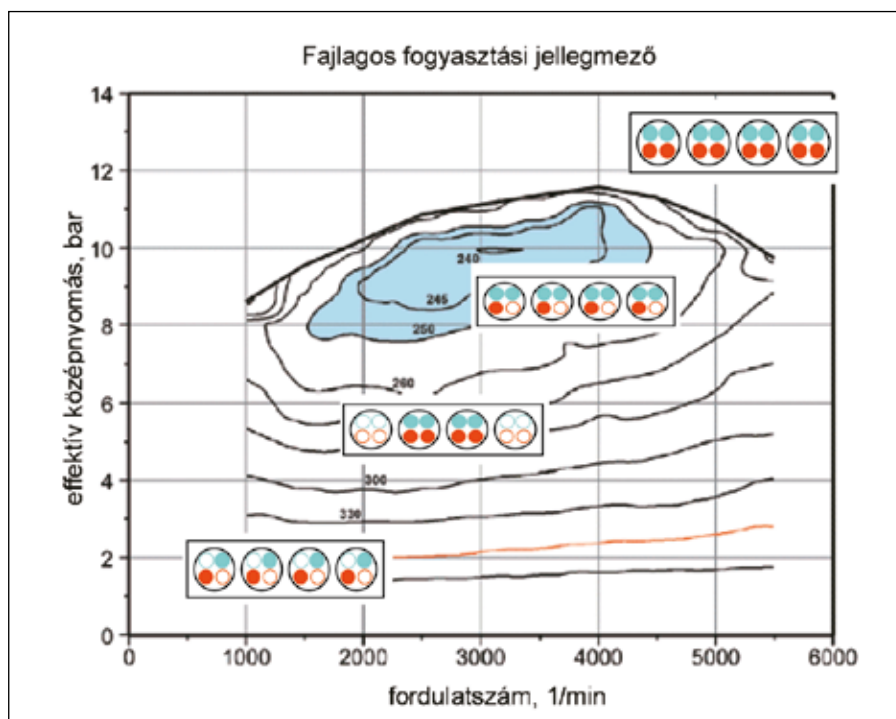
Az elektronika segítségével a mikroproceszor-vezérelt motorelektronika és motormenedzsmet további fejlődést ígér a következő területeken:

- a keverékképzés és az égésfolyamat optimalizálása, ellenőrzése, ehhez
  - új szenzorok felhasználása: ionáramszonda, fényszonda és nyomásszonda jöhetnek elsősorban szóba,
  - a befecskendezés új lehetőségei: elektromechanikus, piezoelektromos, ill. többsugaras és többszörös (elő- és utó-) befecskendezések, közvetlen befecskendezés [11],
  - az előzőek segítségével új égésfolyamatok bevezetése és alkalmazása [3, 4, 6, 13] (pl. benzinmotoroknál szabályozott öngyulladás, dízelmotornál a homogén keverék) (**1. ábra**).
- a motoralkatrészek súrlódásának, a segédberendezések energiafelhasználásának a csökkentése, ennek lehetőségei:
  - konstrukció: csúszó súrlódás helyett gördülő súrlódás, a súrlódó felületek számának csökkentése, az anyagpárosítás és a felületi bevonatok megfelelő kiválasztása,
  - a fordulatszám csökkentése,
  - a kenőanyag viszkozitása és minősége,



1. ábra: új égésfolyamatok: az Otto- és a dízelmotor közeledése [13]

- downsizing [11],
- a segédberendezések hajtásvesztéseinek a csökkentése, hatásfokok javítása, lehetőség szerint szabályozott működtetés kialakítása,
- mechanikus flexibilitás [11] (a korábban konstruktív kötöttségű motorjellemzők egyre jobb hozzáigazítása a motor igényeihez):
  - változtatható szívórendszer,



2. ábra: mechanikus flexibilitás – szelepezérlés (üres karika – nem nyitó szelep, kitöltött kör – működő szelep)

- szelepnýtások fázisszögének a változtatása,
- változtatható szelepnýtás, ennek segítségével szelep- és hengerkikapcsolás (2. ábra),
- a sűrítési arány változtatása,

- a motor/erőátvitel menedzsment további fejlesztése,
- a teljes járművet figyelembe vevő vezérlések és szabályozások (pl. motorhűtés, utastérfűtés és a klimatizáció).

A fentiek vagy a különálló vezérlőegységek kommunikációjával, vagy egy központi vezérlőegységgel oldhatók meg.

## A dugattyús motorok korlátai

A technika mai állása szerint két fő szempont szól a dugattyús motor ellen:

- a kőolaj-előfordulások végessége és
- a dugattyús motorok környezetszennyezése.

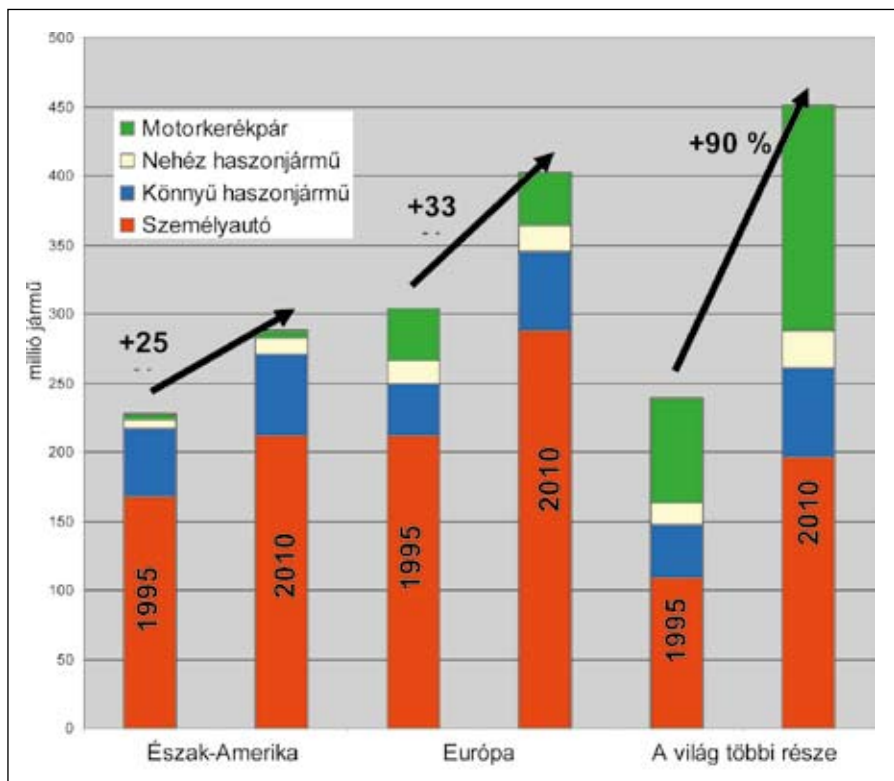
### A fosszilis motorhajtó anyagok tartalékai

Az tény, hogy a fosszilis motorhajtó anyagok tartalékai belátható időn belül kimerülnek. Hogy az ismert tartalékok meddig elegendőek, az a motorok fogyasztásának és a járművek számának alakulásától függ [15]. Mivel a fejlett országok járműpiaca többé-kevésbé telített, ez utóbbi főként a fejlődő országok népességrobbanásának és motorizációs igényei alakulásának (3. ábra) a függvénye. Mindenesetre biztos, hogy a kőolajtartalékok legalább még 50 évig elegendőek lesznek, és ha a földgáz- és széntartalékokat is figyelembe vesszük, ennek többszöröse sem irrális elképzelés (4. ábra).

Ezeknek a számoknak az ismeretében az előfordulás végessége még nem égető ok [7]. Elfeledkezni úgysem lehet róla: a kőolajtermékek növekvő ára folyamatosan figyelmeztet bennünket.

### A dugattyús motorok környezetszennyezése

A környezetszennyezés kérdéseivel kapcsolatosan az Európai Unió előírásai és az ACEA (Association des Constructeurs Européens d'Automobiles) vállalásai egyaránt szigorú ösztönzést jelentenek. Az emberi egészségre ártalmas kipufogógáz-összetevők előírás szerinti csökkentése mai tudásunk szerint nem reménytelen, technikailag megvalósítható és anyagilag elviselhető. Az égés tökéletlenségéből származó káros anyagok (CO, HC, részecske, korom) korlátozására vonatkozó előírások az égésfolyamat fejlesztésével és az utókezelési



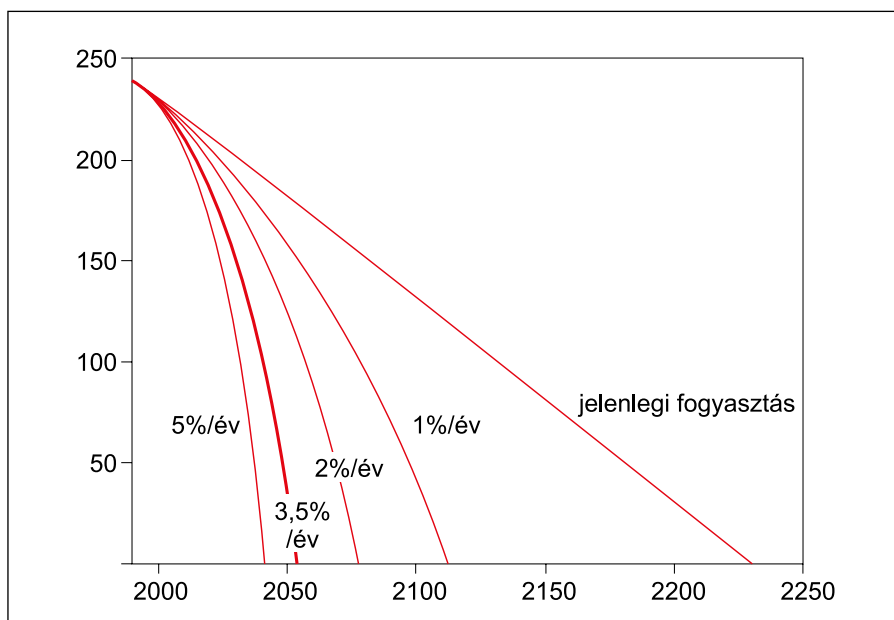
3. ábra: a járműállomány növekedése 1995–2010 között [15]

technikának köszönhetően teljesíthetőnek látszanak [12]. (5. ábra).

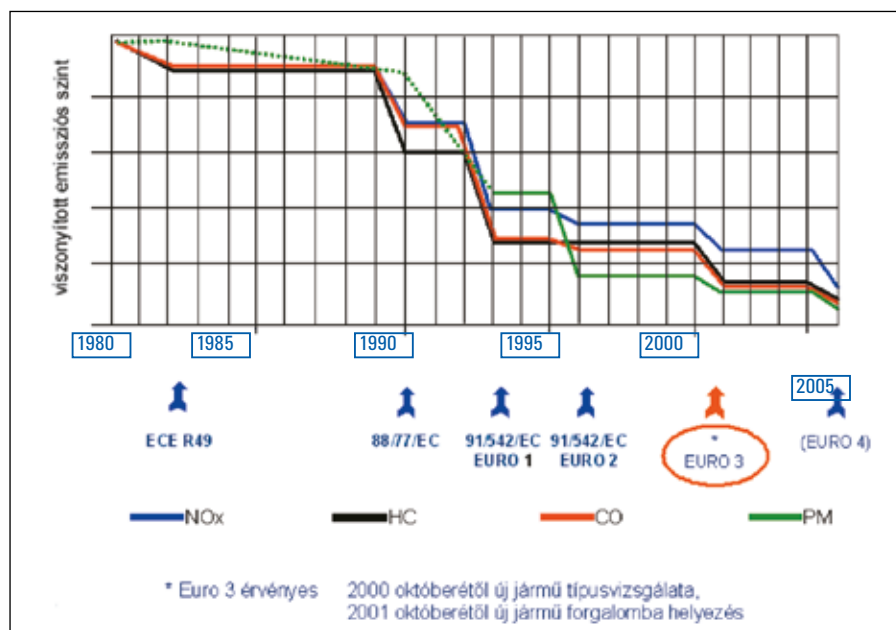
Az égés melléktermékei közül az NO<sub>x</sub> korlátozása a felsoroltakon és az ismert kipufogógáz-visszavezetésen kívül a már említett, új (szabályozott öngyulladású) égési folyamat bevezetésével is csökkenthető; az ugyanebbe a csoportba sorolható kén-oxidok (SO<sub>2</sub> és

SO<sub>3</sub>) csökkentése pedig a nyersolaj kéntelenítésével oldható meg – igaz, a kén kenőhatását megfelelő adalékkal pótolni kell.

Nehezebben teljesíthető hajtóanyaggal működő belső égésű motorokkal a nem mérgező, de a föld globális felmelegedését okozó szén-dioxid-kibocsátás csökkentésének a kérdése (6. ábra).



4. ábra: kőolaj-előfordulások kimerülése



5. ábra: a károsanyag-kibocsátás csökkenése 1980–2005 között

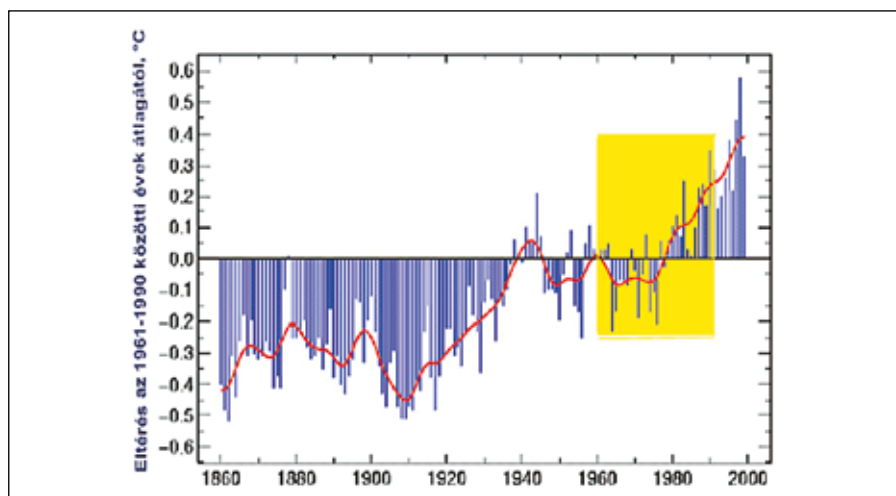
Az ACEA vállalása szerint a 2008-ban gyártott autók átlagos flottakibocsátását 140 g/km alá kell csökkenteni. Ez 25%-kal kisebb, mint az 1998-as átlagkibocsátás. Az EU még ennél is szigorúbb: 2010-re 120 g/km értéket ír elő [17] (7. ábra).

Az alternatív motorhajtó anyagok fokozott felhasználása ezen a területen is segíthet. Távlati megoldás a hidrogén, melynek égésterméké víz, szén-dioxidot nem tartalmaz. Még megoldatlan azonban a gazdaságos előállítás, a szállítás, a tárolás és az infrastruktúra kérdései (8. ábra).

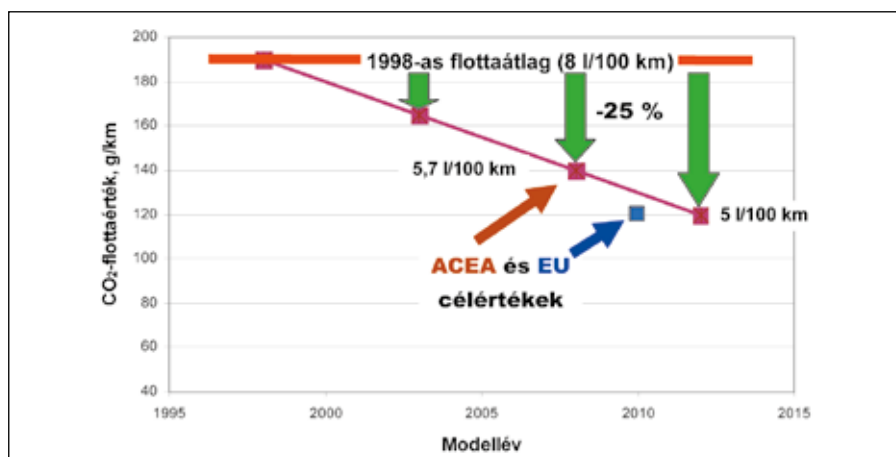
A nem túl távoli jövőben nagyobb realitásuk van a szintetikus motorhajtó anyagoknak. Ha biomasszából, ipari vagy erőművi égéstermékéből és regeneratív forrásból származó hidrogénből állítják elő, akkor nem növeli a környezet szén-dioxid-terhelését, és – ami lényeges – a hagyományos infrastruktúrával juttatható el a járműhöz, amelynek hagyományos motorjaiban elégethető [13] (9. ábra).

## A dugattyús motor versenytársainak helyzete

Erősen befolyásolja a dugattyús motorok versenyhelyzetét a konkurens eljárások műszaki érettsége és gazdaságossága. A rakétahajtást a múlt század '20-as éveiben, a Wankel-motort a '60-as években kísérelték meg járműben használni. Az előbbi a repülőgépek területén szorította ki a dugattyús belső égésű motorokat, az utóbbi csak kisebb (csónak, fűnyíró- stb.) motorként talált alkalmazásra.



6. ábra: az üvegházhatás mértéke [17]



7. ábra: a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentése [1]

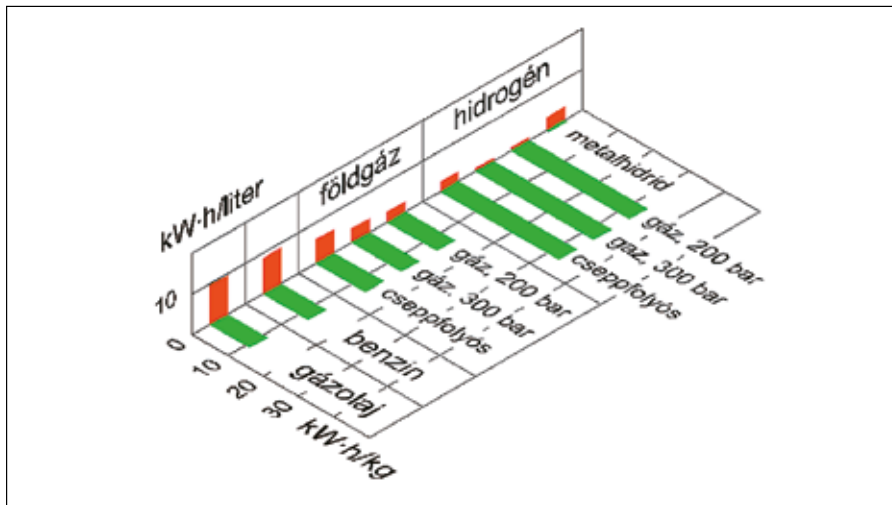
A gázturbinával még a '90-es években is próbálkoztak, de személygépkocsimotor-nagyságrendben nem tudták a fogyasztását 300 g/(kWh) alá szorítani. Ez ugyanis 20...30%-kal nagyobb, mint a mai benzin- és dízelmotorok fogyasztása.

### A hibrid hajtás:

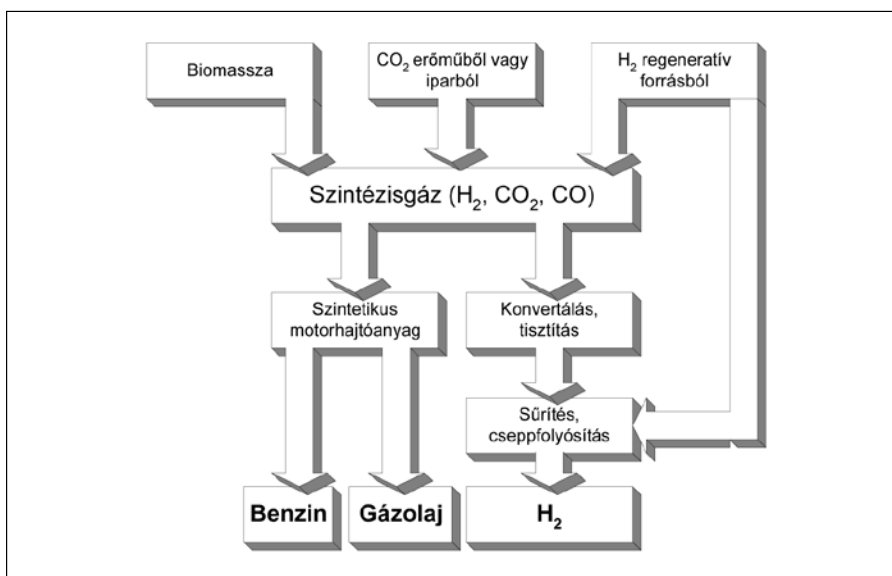
Általános használatra a tiszta – akkumulátortáplálású – villamos hajtás az akkumulátorok kis energiasűrűsége miatt nem alkalmas. Azt az előnyét, hogy a fékezési energia egészének vagy bizonyos részének visszanyerhetőségére ad lehetőséget, a belső égésű motor és a villamos hajtást kombináló hibrid hajtás képes realizálni [14] (10. ábra).

Prototípusa szinte mindegyik gyártónak van, de nagyobb darabszámú sorozatgyártásig máig egy gyártó jutott el.

A hátrányokat (nagy előállítási költség, nagy súly) csökkenteni tűnik az a hibrid hajtás, amelyet mild-hibridnek (power assist hybrid, low



8. ábra: motorhajtó anyag energiataralma



9. ábra: szintetikus motorhajtó anyagok [13]

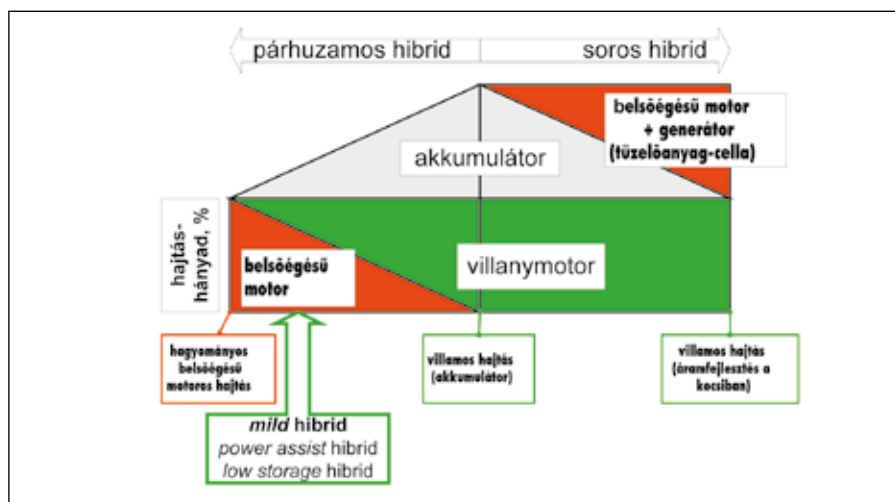
storage hybrid) neveznek. Ennél a nagyobb teljesítményű belső égésű (többnyire dízel-) motort kisebb teljesítményű villamos gép egészíti ki. A két motor mindegyikét azokban az üzemmódotokban használják, amelyekben azok a legelőnyösebben használhatók. Hidegindításkor, amikor a belső égésű motor a legtöbb káros anyagot bocsátaná ki, csak a villanymotor működik. Ha a legnagyobb teljesítményre van igény, amikor a belső égésű motor sokat fogyasztana, a dúsítás helyett a többleteljesítményt a villanymotor adja. Egyéb, kiegészítő feladatokat: a belső égésű motor indítását, a városi start-stop üzemmódot ugyancsak a villamos hajtás látja el. A megvalósított mild-hibrideket a lendkerékre épített villamos gép (motor/generátor) és 42 volt hálózati feszültség jellemzi.

## A tüzelőanyag-cella:

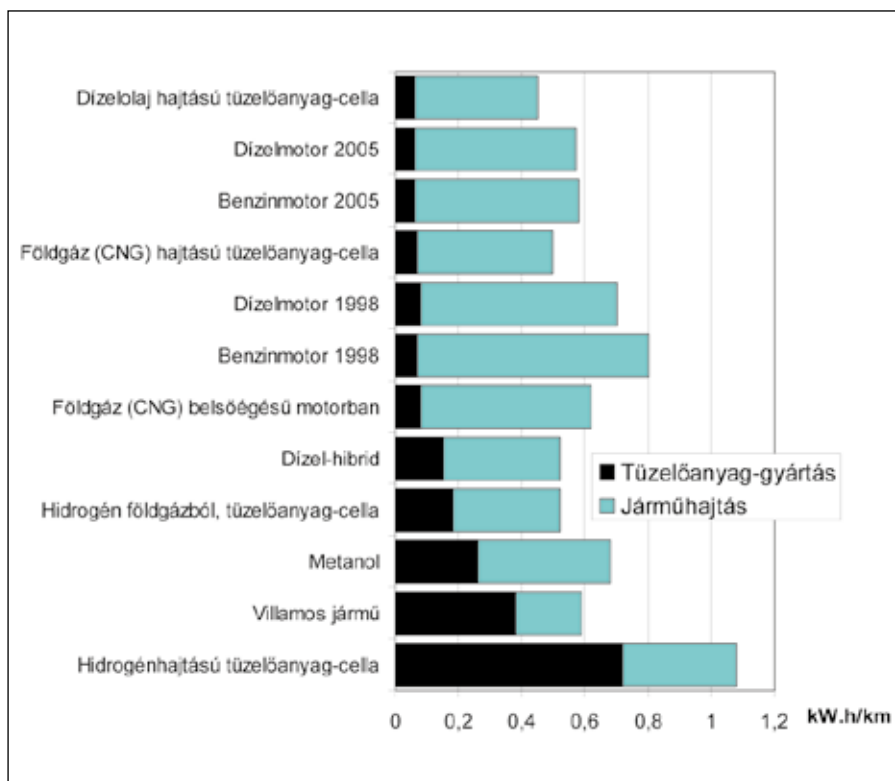
Nincs kipufogógáz, zajtalan, sokkal kisebb fogyasztás, függetlenség a kőolajtól: így lekesedtek a szakemberek és a laikusok tíz évvel ezelőtt (*mára már húsz éve*), amikor a tüzelőanyag-cella előtérbe került. Az automobilizmus legszántabb ellenfelei is lelkesen beszéltek a hidrogén hajtóanyagú tüzelőanyag-cellás járművekről: végre van életképes alternatívája a nehézkes és rövid hatósugarú, villamos hajtású autókknak!

A tüzelőanyag-cella valóban jó hatásfokú energiaátalakításra képes, ez az előny azonban a tüzelőanyag előállításában elvész. Ma még nem áll hidrogén kellő mennyiségben rendelkezésre, infrastruktúrájának kialakítása óriási ráfordításokat igényel, előállításuk rendkívül energiaigényes. Csak atomerőművekben lehetne kellő mennyiségű hidrogén előállításához szükséges villamos energiát többé-kevésbé gazdaságosan előállítani. A környezetbarát nap-, szél- vagy vízenergia felhasználása elvileg nem irreális, de egyelőre sem mennyiség, sem gazdaságosság szempontjából nem reális lehetőség.

Minden magára valamit adó gyártó milliárdokat költött és költ a kísérletekre. A Daimler-Benz 1994-ben mutatta be első tüzelőanyag-cellás tanulmányautóját. Ez egy gépészettel telerakott kisáruszállító (transzporter) volt, zérus hasznos terheléssel és raktérfogattal, elfogadhatatlanul rövid hatósugárral. Ezt követték az újabb és újabb tanulmányautók, egyre kompaktabb kialakítással és – mára – már 300 km hatósugárral. A Honda 2003-ra, a Mercedes 2004-re már a sorozatgyártás beindítását ígérte.



10. ábra: hibrid motorok csoportosítása



11. ábra: személygépkocsi-hajtások energiaszükséglete

Ahogy közeledünk azonban ezekhez az évekhez, úgy tolódik egyre távolabbra a tüzelőanyag-cellás technika bevezetése. Hiába jó hatásfokú a tüzelőanyag-cella energiaátalakítása, ha a hajtóanyag előállítása energiaigényes (11. ábra), és a tüzelőanyag-cella maga is rendkívül drága: ma 1 kW teljesítmény tüzelőanyag-cellából kb. 10 000 €-ba kerül, ugyanennyi teljesítmény belső égésű motorból ennek ezredrészéből – 10...15 €-ból – kihozható [9]. Ennek ellenére továbbra is az a szakemberek többségének a meggyőződése, hogy a jövő a tüzelőanyag-celláé. Az utcakép megváltozása azonban későbbre tolódik annál, amit az első lelkesedők szeretnének: 2003–2004-ben csak néhány próbakocsi kerül az utakra, tömeges elterjedésének kezdete az optimisták szerint 2010-től [5], a pesszimistábbak szerint 2020...25 után várható [7, 8]. És addig az átmeneti időszakban a dugattyús motorok földgázzal, metanollal és szintetikus hajtóanyagokkal üzemelhetnek környezetbarát módon – de nem környezetszennyezés-mentesen – részben önállóan, részben villamos hajtással kombinálva hibrid hajtásként.

DR. EMŐD ISTVÁN

BME GÉPJÁRMŰVEK TANSZÉK

**Igen!** A kopott csapágyak, motorok, váltók és egyéb surlódó alkatrészek üzem közben felújíthatók!

Sérült felület      15 perc után      60 perc után

A **XADO** fémkerámia felületképző adalékokat tartalmazó kenőanyagok forgalmazásához viszonteladókat keresünk.

**FOREX**  
1033 Budapest, Kiscsikós köz 10.  
Tel: 06-1/388-8822 Fax: 06-1/250-1168  
www.forex.hu www.xado.hu

**XADO** 5W-50 SL/CF SYNTHETIC

**IR Ingersoll Rand** Minőségi légszerszámok a HUNTRACO Zrt-től kedvező áron!

**EGY ÚJ IR LÉGSZERSZÁM VÁSÁRLÁSA + Ajándék karbantartás egy meglévő IR légszerszáma!\***

- 285B-6 csavarozógép: 155.925 Ft+Áfa
- 2145 QiMAX ütvecsavarozógép: 135.450 Ft+Áfa
- 231 GXP ütvecsavarozógép: 31.185 Ft+Áfa
- 2135 QiTiMAX ütvecsavarozógép: 81.270 Ft+Áfa
- 307A-EU egyenes turbóköszörű: 12.600 Ft+Áfa
- Csavarokompresszorok: 200 vagy 500 L légtartályra szerelve
- Garázskompresszorok: 64.900 Ft+Áfa-tól
- 2000 L légtartályra szerelve: 730.000 Ft+Áfa-tól

Kihajtás	Cikkszám	Max. nyomaték
1"	285B6	2400 Nm
1/2"	2135QiTiMAX	1057 Nm
3/4"	2145QiMAX	1830 Nm
1/2"	231GXP	610 Nm

Érdeklődni lehet a (+36-23) 504-216-os telefonszámon.

\*Részletekért hívja a 23-504-204-es információs számunkat!

**Garancia, szerviz, alkatrészellátás!**

**HUNTRACO CAT** HUNTRACO Kereskedelmi és Szolgáltató Zrt.  
2040 Budaörs, Kamaraderdei út 3. Tel: (+36-23) 504-200 Fax: (+36-23) 504-300  
Kirendeltségek: Békéscsaba, Kaposújka, Nyíregyháza, Szombathely [www.huntraco.hu](http://www.huntraco.hu)