

# A gáz, mint alternatív motorhajtóanyag

Dr. Bártfai Zoltán<sup>1</sup>, Blahunka Zoltán<sup>1</sup>, Domanovszky Henrik<sup>2</sup>, Dr. Faust Dezső<sup>1</sup>, Nagy Balázs<sup>3</sup>, Szalkai István<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Szent István Egyetem Gépészmérnöki Kar; <sup>2</sup> Pannon Fuel Kft.; <sup>3</sup> Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar

## Bevezetés

Az intenzív urbanizációs folyamatok hatásaként a járműhasználat és az ehhez kapcsolódó energiafelhasználás mértéke folyamatosan növekszik mind a közlekedés, mind a gépi munkavégzés területén. Az energiaigényes területek jellemzésére számos statisztikai adat áll rendelkezésre. Az Európai Bizottság becslése szerint 2050-re a személyszállítás várhatóan több mint 50%-kal, míg a teherszállítás 80%-kal fog növekedni a 2013. évi szinthez képest. Ebből következően az energiahordozók iránti igény a termék- és szolgáltatás-előállítás területén is prognosztizálhatóan folyamatosan növekedni fog.

A fentiekkel párhuzamosan az európai dekarbonizációs útiterve szerint 2030-ra az EU-nak az 1990-es kibocsátási szinthez képest 40%-kal kell mérsékelnie az üvegházhatású gázok kibocsátását. Ehhez a célhoz vezető úton az Európai Uniónak előtérbe kell helyeznie minden alacsony karbonintenzitású és költségkímélő fejlesztést, illetve megvalósítást mindazon szektorokban, melyek felelősek Európa emissziójáért.

Ebből következően az energiatermelés és -felhasználás rendszerszemléletű megközelítése szükséges, amely figyelembe veszi mindazon lehetőségeket, amelyek hatékonyan és fenntartható módon járulnak hozzá a karbonsemleges modell kialakításához.

Hazai viszonylatban is érezhetően a nemzetközi trendek alakítják az egyes gazdasági szektorok energiaigényét (1. ábra).

A világ fosszilis energiakészleteinek rendelkezésre állása megbízható forrásokra alapozott előrejelzések mentén a 2. ábra szerinti alakulást mutatják.

Az ezredfordulót követő évtized végén a közlekedés energiaforrása még mindig jellemzően konvencionálisnak tekinthető, bár az új energiaforrások megjelenése fokozatosan tapasztalható.

**Vízi közlekedés:**

– bunker gázolaj, forrása: kőolaj

**Vasúti közlekedés:**

– elektromos áram, forrása: összetett

– gázolaj, forrása: kőolaj

**Légi közlekedés:**

– könnyű benzin, forrása: kőolaj

– elektromos áram, forrása: összetett

**Közúti közlekedés:**

– benzin és gázolaj, forrása: kőolaj

– propán-bután, forrása: kőolaj

– metángáz, forrása: földgáz, bio és szintetikus eredet

– etanol, forrása: mező- és erdőgazdaság

– elektromos áram, forrása: összetett

Az alternatív energiaforrások iránti igény a fosszilis energiák rendelkezésre állásának prognosztizálható csökkenésével arányosan növekszik, hiszen a jelenleg hagyományosnak tekinthető energiaátalakítási elveknek funkcionálisan megfelelő energiaforrások mind képesek biztosítani a hasznos munkavégzéshez szükséges energianyertést. Új energiák és azok hasznosítási lehetősége egyben technológiaváltást is generál.

A mezőgazdasági eredetű alternatív energiaforrások energiasűrűségének rangsorolásához az 3. ábra nyújt segítséget.

Az energiahordozók felhasználásának racionalizálása szempontjából kiemelt cél a kőolaj felhasználásának csökkentése mellett a közlekedés, a személy- és áruszállítás jövőbe-

li biztosítása, a fenntarthatóság érvényesítése. Ennek lehetséges eszközei:

- Alternatív primer energiaforrások alkalmazása, ezen belül a megújuló források kiaknázása
- Bioenergia felhasználása
- Karbonmentes megújuló elektromos áramforrások (nap-, szél-, vízenergia) kihasználása
- A közlekedés által használt szekunder energiahordozók diverzifikációjának növelése
- Bioüzemanyag változatok felhasználása
- Metángáz-felhasználás
- Hidrogén-felhasználás
- Energiahatékonyság javítása
- Közlekedési mód optimalizálása: módválasztás (Modal split)
- Közlekedési eszköz optimális megválasztása: méret, üzemmód, üzemanyag
- Közlekedési eszköz optimalizálás: jármű és hajtásláncának hatékonyság javítása

Napjainkra az olaj után a földgáz is globális jelentőségű energiahordozóvá vált. A vele való zökkenőmentes kereskedés világgazdasági jelentőségű. Miközben a fosszilis energiahordozók közül a szén és az olaj várható felhasználása csökkenő tendenciát mutat, a földgáz felhasználás folyamatosan növekszik.

Az elsődleges energiahordozók területén 2017-ben a fogyasztás növekedése globálisan 2,2% volt, jelentősen meghaladva a 2016-os 1,2%-os értéket, és egyben a legintenzívebb mértéket érve el 2013 óta. A szén és a hidro-elektromos energia kivételével minden más energiaforrás átlag feletti növekedést mutatott. A legjelentősebb növekedés a földgázfogyasztás területén volt mérhető 83 mtoe (olajegyenérték) volumenben, amelyet a megújuló energiák felhasználásának növekedése követett 69 mtoe értékben, majd a kőolaj következik 65 mtoe növekedési értékkel.

A jelen időszakban a közlekedési szektorban, éppen az energiaforrások tekintetében bontakozik ki egy távlatilag nagyon jelentős verseny. A kőolaj energiahordozó legjelentősebb hányadát benzin és gázolaj formájában a közlekedés használja fel. A felhasználás egy fejlett ipari országban elérheti vagy meghaladhatja a 60%-ot. Ezt példázza az USA statisztikai adata, ahol ez az arány 2014-ben 69,8% volt.

## Az alternatív hajtóanyagok és hajtások rendszerezése

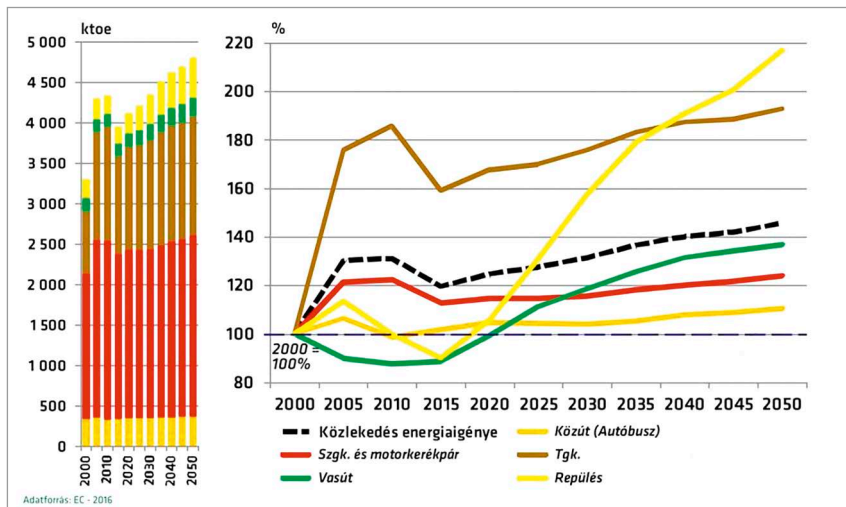
Az alternatív hajtóanyagok és hajtások területén az alábbi rendszerezés ad áttekintést.

### Alternatív hajtóanyagok

Fosszilis:

– CNG, LNG = földgáz

1. ábra A magyar közlekedési szektor energiaigényének alakulása (Forrás: KTI)



- hidrogén földgázból v. hálózati áramból vízbontással
- autógáz (LPG) = propán-bután gáz

**Megújuló (1. generációs bioüzemanyagok):**

- termény alapú etanol
- repce és napraforgó alapú biodízel és FAME
- biogáz

**Fejlett bioüzemanyag (2. generáció):**

- NExBTL
- biometán syngas-ból
- etanol syngasból
- hidrogén syngasból
- Fischer-Tropsch gázolaj, Sundiesel, benzin, könnyűbenzin, kerozin
- DME
- olajfák magvaiból nyert növényi olaj
- algaolaj
- Bio n-butanol
- Metiltetrahidrofurán = MTHF

**Alternatív hajtások**

**Erőforrás:**

- szikragyújtású gázmotor (Bi-fuel)
- kompressziógyújtású gázmotor (Dual-fuel)
- változó keverési arányú etanolképes szikragyújtású motor (flexfuel, v. E85)
- tiszta alkoholmotor (E100)
- kompressziógyújtású etanolmotor (ED95)
- biodízelképes motor (E22-E100)
- szikragyújtású hidrogénmotor (szívócső és kísérleti darab közvetlen befecskendezéssel)

**Hajtás elektromos rásegítéssel (hibrid):**

- párhuzamos hibrid
- teljesítménymegosztó hibrid
- soros hibrid

**Tisztán elektromos hajtás:**

- tisztán akkumulátoros (EV)
- növelt hatótávú elektromos (PHEV, REV)
- tüzelőanyag-cella (FC)

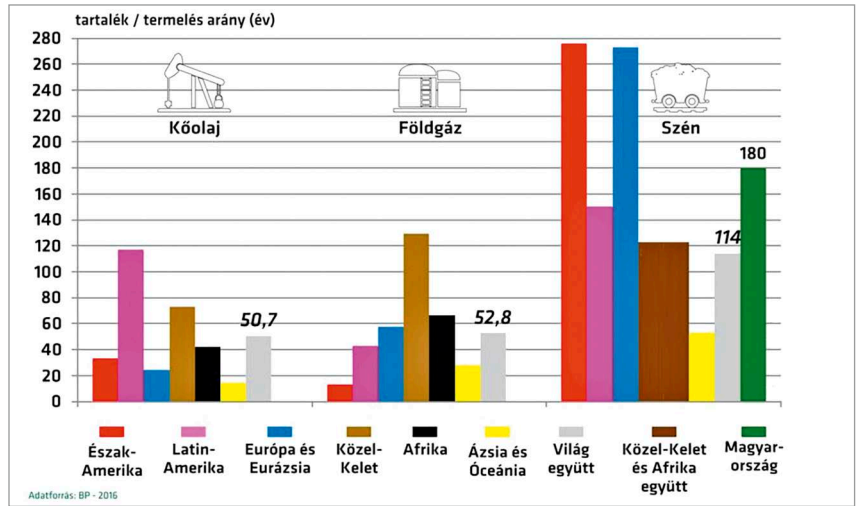
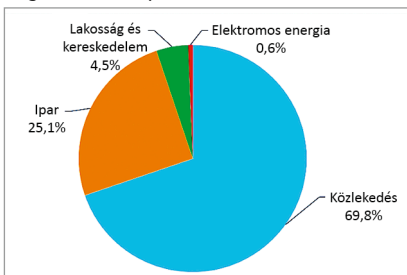
**Az alternatív hajtóanyagoktól elvárt hatások**

- Kőolajfüggőség csökkenése, ezzel együtt
- Energiabiztonság növelése
- Energiafelhasználás csökkenése
- Károsanyag-emisszió csökkenése
- Üvegházhatású gáz kibocsátás csökkenése

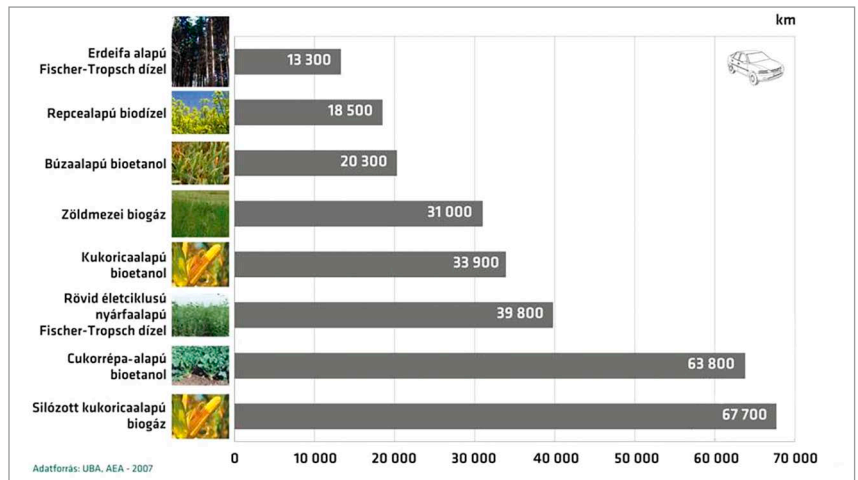
**Egy tágabb aspektusban a lehetséges járulékos hatások**

- Zajterhelés csökkenése
- Foglalkoztatás növekedése

**4. ábra Az olajfelhasználás szektoronkénti %-os megoszlása az USA gazdaságában** (Forrás: U.S. Department of Energy, „Total Energy: Monthly Energy Review.” August 4, 2014.)



**2. ábra A világ bizonyított kőolaj-, földgáz- és szénkészletei 2015 végén** (Forrás: KTI)



**3. ábra Személygépkocsi egy hektár vetésterületből kinyerhető hatótávolsága különböző növényi eredetű hajtóanyagokra** (Forrás: KTI)

- Helyi gazdaságok jövedelemtermelő képességének emelkedése

**A gáz, mint járműhajtóanyag jelentősége**

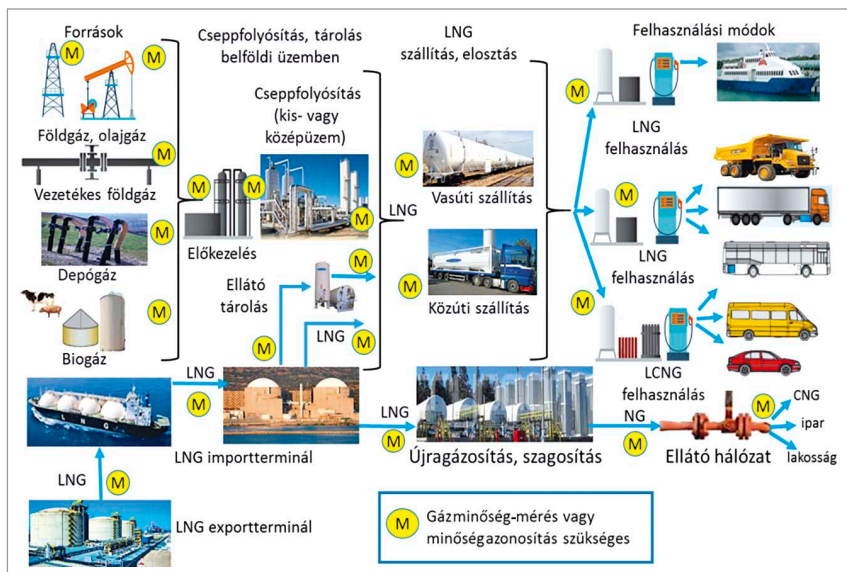
A közlekedési szektor az elmúlt időszakban csak igen kis felhasználóként volt jelen a földgázpiacon. A földgáz egyre jelentősebbé váló fosszilis energiahordozó, ami a közlekedésben is egyre növekvő szerepet kap. Az USA 2013. évi statisztikai adatai szerint az országos földgázfelhasználásnak csupán 0,1%-a esett az egyébként nagy energiafogyasztónak számító közlekedési szektorra [9].

Számos érv szól a gáz, mint alternatív hajtóanyag alkalmazása mellett. A nehézgépjárművek számára a földgáz kipróbált és bevált alternatívaként már most is kínál 15% feletti üvegházhatású gáz kibocsátás csökkenést. A megújuló forrásból származó gáz részarányának növelésével azonban teljesen klímasegélyes szállítás érhető el. Ezen túlmenően, az elmúlt években több projekt igazolta valós körülmények között, hogy a CNG és az LNG üzemű nehézgépjárművek hatékonyan csökkentik a NO<sub>x</sub>-kibocsátást.

Szükséges figyelembe venni, hogy a nehézgépjárművek mozgatásához nagy energiakoncentrációra van szükség, melyre az akkumulátortechnológia előreláthatóan még sokáig nem nyújt valós alternatívát, mivel 100 liter gázolajnak megfelelő Li-Ion akkumulátor-csomag megközelítőleg 5 tonnát nyom. Az LNG járművek ezzel szemben – nem utolsó sorban az egyszerű katalizátor rendszerüknek köszönhetően – könnyebbé váltak a velük azonos képességeket felmutató dízel járműveknél. Ez pedig nem az egyedüli üzemeltetői haszon. Az LNG üzemanyagból legalább 10, de missziótól függően akár 15%-kal is kevesebbet fogyasztanak a járművek (kg-ban számolva a gázt, literben a gázolajat) és ehhez még Európa-szerte kedvezőbb üzemanyagár is párosul.

A földgázellátás és -felhasználás komplex rendszerét az 5. ábra szemlélteti.

Felismerve a gázfelhasználás ökológiai lábnyomra gyakorolt kedvező hatását, az európai országok többsége jelentős ösztönző lépéseket tett a minél gyorsabb elterjedés előmozdítása érdekében. Ezek között legtöbbször kedvező vagy sok esetben nulla jövedékiadó-tétel



5. ábra A földgázellátás és -felhasználás komplex rendszere a minőségmérés vagy -azonosítás pontjainak megjelölésével (Forrás: Pannon LNG Projekt)

szerepel, amely mellett megjelentek a 12 vagy akár 20 ezer eurós járműbeszerzés támogató csomagok, amely által pl. az LNG üzemű járművek dízzel szembeni felára minimálisra apad. Országoként eltérően egyéb támogatási formák is fellelhetők, így pl. jelentős hatása van a gázüzemű nehézgépjárművek piacára a német autópályadíj elengedésének is.

**A gáz, mint hajtóanyag**

A földgázt homokkő vagy mészkő formában megjelenő üledékes kőzetek tárolják. A tárolókőzetek jellemzői a porozitás és az átteresztőképesség (permeabilitás). A kitermelésnél a kútfejnél megjelenő gáz az úgynevezett nyers földgáz. Az olajkitermeléssel együtt megjelenő gázok az olajkísérő gázok. A kőzetekből magában kinyert gázt száraz földgáznak nevezzük.

A gázok alkalmazásában lényeges szempont a felcserélhetőség, csereszabotosság (interchangeability). Egy éghető gáznak azon jellemzői, illetve minőségi tulajdonságai, amelyek lehetővé teszik, hogy adott égéstechnikai alkalmazásban helyettesíteni tud egy másik energiatárolóként használt gázt, miközben az üzemeltetés biztonsága, a hatásfok és teljesítmény, valamint az emissziós jellemzők változatlanok

maradnak. Mindenképpen maradó az a megállapítás, hogy a gázok csereszabotosságát három tényező együttes figyelembevételével kell meghatározni. Ezek a következők:

1. A földgázt energiaforrásként használó területek által alkalmazott hő és égéstechnikai eszközök és azok jellemzői. A számba vett területek között a belső égésű motorok is szerepelnek.
2. A gáz égéstechnikai tulajdonságai.
3. A földgáz emissziós jellemzői.

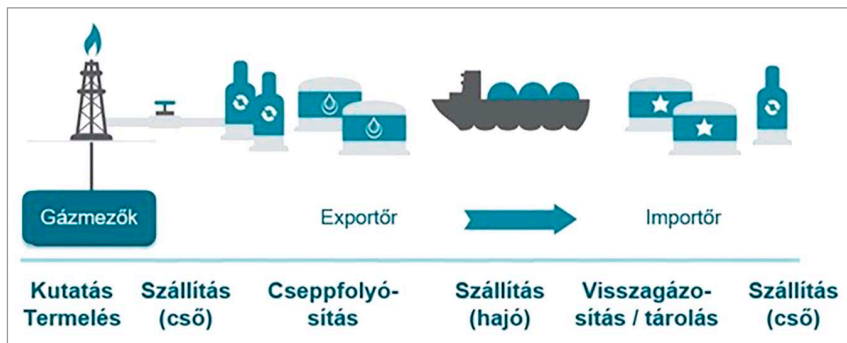
**A földgáz fontosabb égéstechnikai tulajdonságai, jelenségei**

- Öngyulladás (más néven „kopogás” a motoroknál, Auto Ignition),
- Égési dinamika (nyomásingadozás és rezgés),
- Utóégés; (Flashback),
- Emelés; (Lifting),
- Kialvás; (Blowout),
- A tökéletlen égés; (szén-monoxid-termelés), (Incomplete combustion),
- Sárga lerakódás; (Yellow tipping)

**A kibocsátás fontosabb káros anyagai**

- Szén-dioxid,
- Nitrogén-oxidok,
- El nem égett szénhidrogének

6. ábra A gáztermelés és -szállítás folyamata (Forrás: alternativenenergia.hu)



Járműtechnikai felhasználásokban különös jelentőséggel bír az LNG (Liquefied Natural Gas, azaz cseppfolyósított földgáz). Cikkünk további részében ezzel foglalkozunk részletesen.

Az LNG -163 °C-on cseppfolyósított földgáz, szintelen, szagtalan, nem korrozív és nem mérgező, kriogén folyadék. Belélegzés esetén szédülést, nehézlégzést vagy eszméletvesztést okoz. Az LNG a bőrfelületen fagyási sérülést idéz elő. A hűtés során térfogata 600-ad részére csökken. Ez a logisztikai műveletek (tárolás, szállítás) szempontjából nagyon előnyös tulajdonság. Így tehát 600 m<sup>3</sup> normálállapotú földgáz megfelelő hűtési technológiával kezelve 1 m<sup>3</sup> térfogatra zsugorítható, így csak 1 köbméter gázt kell eltárolnunk és szállítanunk a felhasználási helyre folyadék formájában.

**Az LNG felhasználás szempontjából legfontosabb fizikai jellemzői**

- Atmoszférikus nyomáson az LNG hőmérséklete -162 °C,
- Atmoszférikus nyomáson az LNG forráspontja 160-163 °C,
- 1 liter LNG = 0,64 Nm<sup>3</sup>
- A LNG sűrűsége az összetevőktől függően: 458-463 kg/m<sup>3</sup>
- 1 m<sup>3</sup> LNG atmoszférikus nyomáson 600 Sm<sup>3</sup> (standard köbméter)
- Az LNG gyulladási határa 5-15%-os levegő keveredésnél

Az éghető gázoknál, illetve gázkeverékek-nél, amely csoportba a földgáz, az LNG, a CNG, a biogáz is beletartozik, az energetikai, tüzeléstechnikai jellemzők kiemelkedően fontos szerepet játszanak. Energiaforrásként is ezeknek a jellemzőknek a felhasználásával végezzük a szóban forgó gázok értékelését, minősítését.

A gáztörvények az ideális gázállapot jellemzői, azaz a gáz abszolút hőmérséklete (T), nyomása (p) és térfogata (V) között határoznak meg matematikai összefüggéseket. Több gáztörvény (Boyle–Mariotte-törvény, Gay-Lussac-törvény, Charles-törvény) összevonásával született meg az **egyesített ideális gáztörvény**, amelyet a következő összefüggés ír le:

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

Az Avogadro-törvényt felhasználásával a tökéletes viselkedésű gázokra érvényes **egyetemes**, vagy **általános gáztörvény** fogalmazható meg matematikai formában a következők szerint:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

- ahol:
- p – nyomás [Pa]
  - V – térfogat [m<sup>3</sup>]
  - n – a gáz kémiai anyagmennyisége [mol]
  - R – egyetemes gázállandó (8,314 J/mol K)
  - T – abszolút hőmérséklet [K]

A gáziparban döntő mértékben nem ideális gázkeverékek fordulnak elő. Ennek ellené-

re az az alapvető gáztörvény, amely szerint azonos állapot esetén a moláris térfogat az anyagi minőségtől független itt is érvényes. Tehát a gázkeverékek összetételének jellemzésére az összetevők mol térfogat százalékban történő megadása az egyik korrekt megoldás. Ugyanannak a gázmennyiségnek a térfogata a nyomás és a hőmérséklet függvényében jelentősen változik, ezért az egyértelműség és az adatok összehasonlíthatósága érdekében a gázok térfogatát az úgynevezett normálállapotra vonatkoztatva célszerű megadni. A gázok **normál állapotát** a **normál hőmérséklet**, és a **normál nyomás** jellemzi.

$$t_n = 0 \text{ } ^\circ\text{C}; T_0 = 273,15 \text{ K}; p_n = 101,325 \text{ kPa}$$

A műszaki gyakorlatban fontos a szabványos megoldásokat alkalmazni. Ez az SI mérőrendszerben a gázok térfogatának megadásánál a normál köbméter (Nm<sup>3</sup>), illetve a standard köbméter (Sm<sup>3</sup>) mértékegységek használatát jelenti.

**Normál köbméter:** 1 Nm<sup>3</sup>=1 köbméter gáz térfogata 15 Celsius-fokon, 1,01325 bar légköri nyomáson

**Standard köbméter:** 1 Sm<sup>3</sup>=1 köbméter gáz térfogata 0 Celsius-fokon, 1,01325 bar légköri nyomáson

A gázok energetikai vizsgálatában, az elégetéssel, és az így előállítható hasznos munka megítélésével kapcsolatos fontos tényező a hőmérséklettől függő anyagjellemző, a fajhő, ami az anyag egységnyi tömegének 1K hőmérséklet-változtatásához szükséges hőenergia. Jele: c; mértékegysége: J/kg K.

**Gázkeverékek fajhője** az alkotók fajhőinek és az alkotók tömeg szerinti viszonyszámának ismeretében számolható ki:

$$c_{kev} = \sum_{i=1}^n s_i \cdot c_i$$

ahol

$c_i$  – a gázkeverék alkotóinak fajhője

$s_i$  – az alkotók tömeg szerinti viszonyszáma

A gáztechnikában meg kell különböztetnünk állandó nyomáson ( $c_p$ ), illetve állandó térfogaton mért fajhőt ( $c_v$ ).

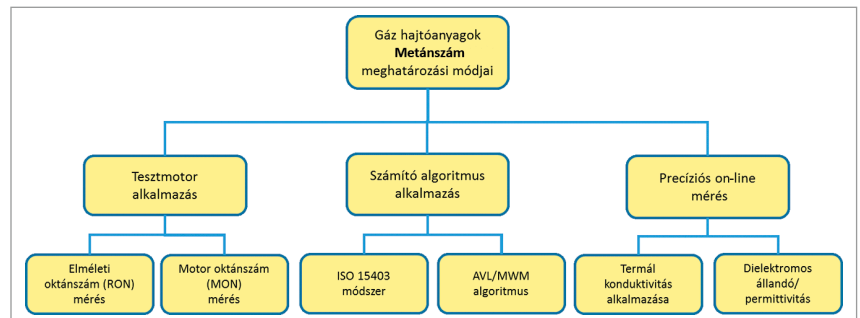
**A gázok fontosabb energetikai, tüzeléstechnikai jellemzői a következők**

- gázösszetétel,
- relatív sűrűség,
- égéshő vagy felső fűtőérték,
- fűtőérték vagy alsó fűtőérték,
- Wobbe-index,
- gyulladási, öngyulladási hőmérséklet.

A gáz alkotóinak energetikai, tüzeléstechnikai jellemzői jelentősen eltérnek vagy eltérhetnek. Ezért a gáz összetétele egyik meghatározó jellemzőnek kell tekinteni. Meghatározása az adott, szennyező anyagoktól mentes gázkeverék, kémiaiilag egynemű alkotóinak térfogat



7. ábra A gázok minőségi jellemzőinek széleskörű mérési rendszere (Forrás: Panon-LNG Projekt Tanulmány)



8. ábra A metánszám-mérés módszerei (Forrás: Panon-LNG Projekt Tanulmány)

aránya vagy térfogatszázaléka alapján történik. Mértékegysége: t%, m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Az összetevők részarányát mérés útján lehet meghatározni.

A gázminőség, a gázösszetétel meghatározására a gáz kromatográfok igen széles választéka áll rendelkezésre, amint azt a 7. ábra példaként szemlélteti. A mérőkészülékek választékában megtalálhatók laboratóriumi, ipari, szolgáltatási, stabil vagy hordozható kialakítások. Az újabb megoldások a számítógéphez, illetve a mérőhálózathoz kapcsolás lehetőségét is biztosítják.

A belső égésű motorok működése szempontjából a földgáz hajtóanyag tulajdonságai közül az egyik kiemelkedően fontos jellemző a **metánszám (MN)**. A metánszám a motor kopogásos működésének jelenségével függ össze. A mértékét a kopogás létrejöttének megakadályozása határozza meg.

A földgáz hajtóanyagok metánszám jellemzője a benzinüzemű motoroknál ismert, oktánszámhoz hasonlítható. A kopogás jelenségét mindenképpen el kell kerülni, mert teljesítményvesztéssel jár, és jelentős szerkezeti károsodást is okozhat. Az oktánszám meghatározásához hasonlóan, a metánszám esetén is két határérték összetevőt választottak. Ezek a hidrogén (MN=0) és a metán (MN=100).

A metánszám, a gázoknak nem hőtechnikai jellemzője, hanem az összetevők minősége és mennyisége révén, az égési folyamatot befolyásoló jellemző. Meghatározására többféle mérési és számítási alapuló módszer szolgál. Ezeket foglalja össze a 8. ábra.

A földgáz hajtóanyag tulajdonságai közül a másik kiemelten fontos tényező Goffredo Wobbe olasz fizikushoz kötődik, aki kutatásai eredményeként 1927-ben az alábbi megállapításokat tette:

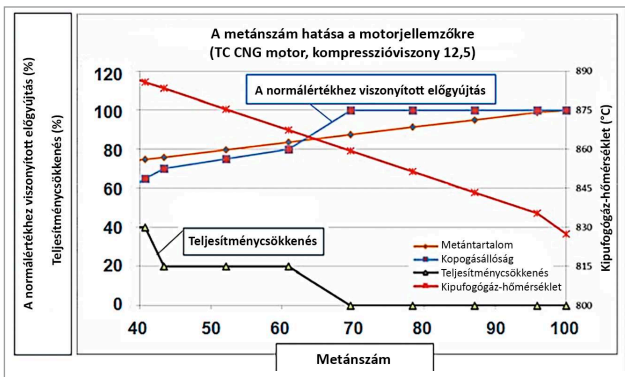
- A gázégők hőteljesítménye adott állandó nyomás és állandó nyílásmérete esetén arányos az időegység alatt égésterbe beáramlott keverék térfogatával;
- Egy adott nyílás méret és állandó nyomás mellett az áramlási sebesség arányos a gáz relatív sűrűségével;
- A gáz fűtőértéke arányos a gázkeverék relatív sűrűségével.

A földgáz iparban a gázok minőségének, illetve a csereszabotosságuk, felcserélhetőségük meghatározásában a **Wobbe-indexnek** kitüntetett szerepe van. A gázellátásban, a gázkereskedelemben fontos minőségi indikátorként használják. Segítségével a különböző összetételű gázok elégetésével megvalósuló energiatermelés összehasonlítható.

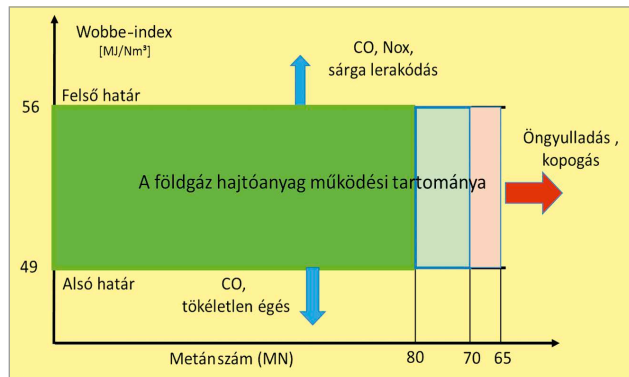
A Wobbe-index ( $W_i$ ) az adott felületen és nyomáson az égetőeszközbe beáramló gázkeverék által termelt fajlagos hőmennyiség mértéke. Mértékegysége: kJ/Nm<sup>3</sup>; kJ/kg; kJ/mol.

Értékét – a megadott referencia körülmények mellett – a felső fűtőérték és a relatív sűrűség négyzetgyökének hányadosa adja az alábbiak szerint:

$$W_i = \frac{H_s}{\sqrt{d}}$$



9. ábra A metánszám hatása a motorjellemzőkre (Forrás: Panon-LNG Projekt Tanulmány)



10. ábra A földgáz hajtóanyag működési tartománya belső égésű motoroknál (Forrás: Panon-LNG Projekt Tanulmány)

**A gáz, mint hajtóanyag előállításának, elosztásának alapjai**

Az LNG technológia egyik lényegi jellemzőjét adják a célszerűen létrehozott halmazállapot-váltások. A kitermelt, előállított és megtisztított gáz, az előnyös szállítás és tárolás okán, először cseppfolyósításra kerül. A felhasználás fázisában ismét halmazállapot-váltás következik be. Az újragázosítás helye és folyamata a felhasználás módjának függvénye.

Az újragázosított LNG gázvezetékbe pumpálása, általában az import termináloknál, nagyüzemi létesítményekben zajlik. Itt minőségi változtatás is történik, elsősorban az adott vezetékes gázrendszer szállítási és minőségi követelményeihez való igazodás érdekében. Ezen a ponton történik meg a szagosítás, illetve egyéb összetevők, például nitrogén vagy oxigén hozzáadása a gázkeverékhez.

Az LNG hajtóanyagként történő felhasználásakor az újragázosítás vagy a CNG töltőállomáson, vagy a jármű hajtóanyagellátó rendszerében történik meg. Elvileg itt egyik esetben sem változik a gáz minősége, csak a fizikai jellemzők, a nyomás és a hőmérséklet változhat.

A 10. ábra L-CNG töltőrendszert mutat be. Az L-CNG olyan töltőrendszer, amely mélyhű-

tött metángázt fogad, vagy a metán forrásánál előállít, azt kiszolgálja az LNG járművekbe, de ezen felül a hőntartás energia bevitelét helyett lassan, de folyamatosan gázt von el, amit CNG formában szolgál ki más, CNG üzemű járművek számára. Ezzel mindkét metángáz rendszerű jármű kiszolgálható.

Cikksorozatunk következő részében a gáz, mint alternatív jármű hajtóanyag előállításának, logisztikájának komplex technológiai vonatkozásait tárgyaljuk.

**Összefoglalás**

Cikkünkben áttekintettük a gáz, mint alternatív hajtóanyag jelentőségét a hazai és nemzetközi energiafogyasztási tények és prognózisok aspektusából. Az input források, és a rendelkezésre álló előállítási, logisztikai technológiák alapján kijelenthető, hogy van létjogosultsága a belső égésű motorra, mint erőgépre alapozott energia átalakítási folyamatokban figyelemre méltó, ígéretes alternatív energiaforrásként. Hatékony, a környezeti elvárásokhoz illeszkedő komplex technológiai rendszerben történő alkalmazása hozzájárulhat a fenntarthatóság elveivel egyező korszerű gépi munkavégzési folyamatok magvalósításához.

**Summary**

*Our study summarises the importance of natural gas –whatever form it can be found or produced- as an important alternative energy source for operating internal combustion engines. The importance of new energy resources can be more accepted if we analyse the world energy consumption and the needs based on facts and forecast. Gas-be it natural, produced from natural materials or any other way- seems to be a promising energy source, fuel of internal combustion engines using on the field of vehicle technology. Up-to-date, effective production and logistic technologies, suitable economic environment could help the wide spread utilisation. These questions will be discussed in the next part of the article.*

Lektorálta: Dr. Tóth László prof. emeritus

**Források**

- [1] Bártfai Z. at al (2015): Az LNG lehetséges hazai előállításához rendelkezésre álló technológiák, Pannon-LNG Projekt tanulmány, 1.9 Fejezet, [http://www.panlng.eu/wp-content/uploads/2016/08/1\\_9\\_PAN-LNG\\_gepeszet.pdf](http://www.panlng.eu/wp-content/uploads/2016/08/1_9_PAN-LNG_gepeszet.pdf)
- [2] Cerbe G. (2007): A gáztechnika alapjai, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs
- [3] Domanovszky H. szerk: (2015): Pannon-LNG Projekt Tanulmány, <http://www.panlng.eu/tanulmany/>
- [4] Vida M. szerk. (1991): Gáztechnikai kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- [5] <http://www.kti.hu/trendek/trendek-2050-ig-magyar-kozlekedes-energiaigenye/>
- [6] [http://www.kti.hu/trendek/ a-vilagbizonyított-koolaj-foldgaz-es-szen-keszletei-2015-ev-vegen/](http://www.kti.hu/trendek/a-vilagbizonyított-koolaj-foldgaz-es-szen-keszletei-2015-ev-vegen/)
- [7] <http://www.kti.hu/trendek/szemelygepkocsi-egy-hektar-vetesi-teruletbol-kinyert-energiaval-elertelo-hatotavolsaga/>
- [8] <https://safety4sea.com/bp-statistics-of-world-energy-2017-two-steps-forward-one-step-back/>
- [9] <https://www.c2es.org/content/natural-gas/>
- [10] <https://www.alternativenergia.hu/lng-a-gazellatas-jovoje/82247>

11. ábra L-CNG töltőállomás (Forrás: Vanzetti)

