

## Mi hozhatja meg az áttörést? Gázhajtás, vs. e-mobilitás

Domanovszky Henrik

*\*Magyar Gázüzemű Közlekedés Klaszter Egyesület,  
H (Tel: 70-396-7502; e-mail: domanovszky@gmail.com).*

---

Kell-e a közlekedésben alternatíva, és ha igen mennyire? A közlekedés jelenlegi, csaknem kizárólagos energia hordozójának, a kőolajnak kiváltására szolgáló az Európai Unió 2050-felé tartó utat leíró Fehér Könyvében szereplő két megvalósítandó alternatíva esélyeit, lehetőségeit és költségeit méri össze a publikáció. Leleplezésre kerül a mai marketing és politikai dogmák szerinti zéró emisszió igazságtartalma, az életciklus elemzés alapú megközelítés elterjesztésének szüksége.

---

### 1. ELŐSZÓKÉNT ÁLLJON NÉHÁNY ALKÉRDÉS

- A közlekedés költségükében mekkora tétel az energiahordozó?
  - Az ipar és a mezőgazdaság milyen mértékben mutat érzékenységet a szállítási költségek változására?
  - Az EU közlekedésének mekkora részét mozgatja kőolaj?
  - Milyen arányban szorul rá az Unió közlekedési szektora az import energiára?
  - Milyen mértékben borítja az évtized közepén életbe lépő északi SECA- övezet, majd pedig a további belépő emissziószegény övezetek hajtóanyag igénye a kifeszített finomítói kapacitások kereslet-kínálat viszonyait és beruházási igényeit?
  - Milyen árváltozási és ármozgás jövőképet látunk a következő évtizedre és évtizedekre?
  - Hány évig látjuk még megfizethetőnek, kitermelhetőnek a kőolaj alapú üzemanyagok árát és mikor okoz már jelentős gazdasági károkat?
  - Milyen iparok használják még a kőolajat, mint alapvetően fontos nyersanyagot?
  - Miként alakul a kőolaj kitermelés és kereslet egyensúlya?
  - Miként viszonyulunk a környezet- és klímavédelmi kérdésekhez?
- A gazdaságilag, környezet- és klímavédelmi szempontok alapján a helyes válasz, hogy bármilyen, a helyileg rendelkezésre álló és munkára fogható energiahordozó jó lehet, amennyiben legalábbis nem károsabb, mint a kőolaj!
  - A szóba jövő alternatívák sorával könyvet lehet megtölteni, az elemzésük és értékelésük azonban nagyon sokrétű, de a tudományos megközelítésre feltétlen szükség van, hiszen a marketing dumák, politikai lözöngök a legritkább esetben találkoznak a valósággal.
  - Két példa:
    - a. A bioetanolt lassan károsnak ítélik a földhasználat változás és az élelmiszer ellátási problémák miatt, holott kis hazánkban is 1 millió hektár áll műveletlenül, az e feletti 4,5 millió hektár művelt területen pedig gabonát, kukoricát termelnek jelentős arányban exportra, melynek átvételi ára (ha a Duna alacsony vízállása miatt nem marad a tárolókban) jelentősen elmarad attól, mintha energiahordozóként itthon hasznosítanánk.
    - b. Az elektromos hajtás emisszió-mentes, a legtisztább alternatíva, holott a közlekedést, mint emberi cselekményt nem szabad csak ott szemlélni, ahol a mozgás éppen zajlik. A közlekedés egy kétszereplős energia átalakítási folyamat, melynek egyike az energia, míg a másik az azt átalakító

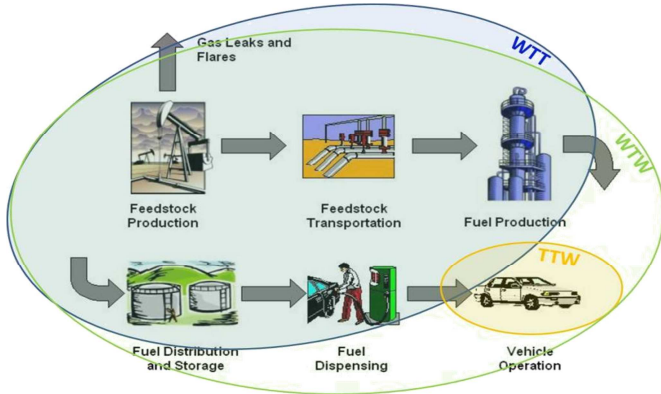
#### 1.1 Alternatívára szükség van, de milyenre?

eszköz, vagyis a jármű. Ezek közül egyik sem csak úgy ott van, elő kell őket állítani, rendelkezésre kell bocsátani, hogy végül megtörténhessen a közlekedés.

## 2. A TÁRGYILAGOS ELEMZÉSNEK TEKINTETTEL KELL LENNIE A TELJES FOLYAMATRA

### 2.1 WTW vizsgálat a TTW helyett

Paradox módon éppen a megújuló energiaforrások értékelése során vált egyre inkább szükségessé az ún. „Életciklus” értékelés, annak ellenére, hogy a fosszilis primer és szekunder energia felhasználásával is sokkal jelentősebb környezeti hatással jár, mint a közismert és most már kötelezően ismertető kipufogó emisszió mutatja.



### 2.2 A tankból a kipufogócső végéig tartó energia konverzió csak egy része az emisszióknak

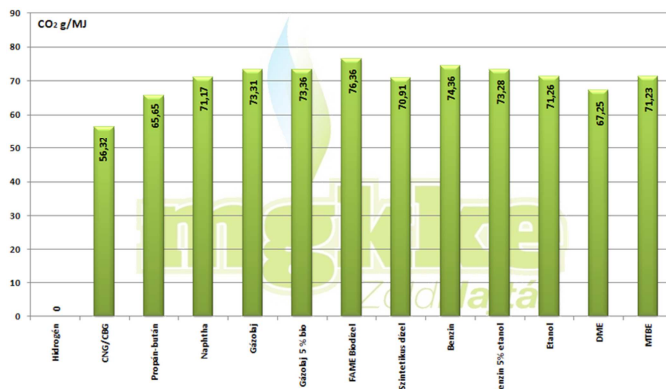


fig1: TTW emisszió a molekula képletből eredően kvázi tökéletes égési körülmények esetén

A TTW emisszió alapján a hidrogénhajtás – no és persze a kipufogócső nélküli elektromos hajtás – a legígéretesebb módja a közlekedésnek, mivel tiszta, emisszió-mentes. A molekula szerkezetéből adódóan klímavédelmi szempontok alapján a szénhidrogének közül a legkedvezőbb a metán, mintegy 25 % CO<sub>2</sub> megtakarítást eredményez a benzin, gázolaj felhasználásához képest.

Azonban globális felmelegedés szempontjából, a légköri CO<sub>2</sub> (és más felmelegedést okozó, a légkörbe jutó gázok) koncentrációjának tekintetében az „új szén” légkörbe jutása, vagy annak elkerülése, illetve a légköri szén megkötése az igazából mérvadó.

Természetesen továbbra sem lehet legyinteni arra a problémára, hogy a jelen járműveink károsanyag kibocsátása jelentős egészségkárosító potenciállal rendelkezik, elegendő csak kimenni Budapest utcáira a bizonyíték érdekében. Az emissziós határértékek drasztikus szigorításával csak azt lehet biztosítani, hogy a járművek a jelentős technológiai fejlesztésnek köszönhetően új korokban kedvezőbbek, mint korábban. Azonban a technológiai eredmények mellett a fenntartás és a jelenleginél lényegesen rövidebb csereperiódusra is szükség volna.

### 2.3 Az energiahordozó forrásától a tankig

- A hagyományos üzemanyagoknál a MOL CO<sub>2</sub> ráfordítási adataiból 17-18 % többlet számítható, de csak a határon belüli tevékenységre vonatkozóan, tehát kitermelés és nemzetközi szállítási ráfordítás nélkül. Az európai CONCAWE projekt Well-to-Tank Report (2008) adatai szerint a CO<sub>2</sub> ráfordítás átlagosan

benzinnél	12,5 g/MJ, energiaráfordítás 14%;
gázolajnál	14,2 g/MJ, energiaráfordítás 16%, (megfelel 16,8, ill. 19,4 % ÜHG ráfordításnak),
LPG	8 g/MJ, energiaráfordítás 12%.

- Földgáz, mint hajtóanyag esetén a WTT Report elemzése szerint:

- EU mix gázcsőből sűrítve CNG-re  
8,7 g/MJ, energiaráfordítás 12%;
- Orosz import gáz sűrítve CNG-re  
22,3 g/MJ, energiaráfordítás 30%;
- Cseppfolyós földgáz CNG-re  
20,8 g/MJ, energiaráfordítás 26%;
- Cseppfolyós földgáz LNG-ként  
19,3 g/MJ, energiaráfordítás 23%;

Megjegyzendő, hogy a WTT Reportban szereplő alapadatokat tekintve, a cseppfolyósítási ráfordítás és az LNG-to-CNG ráfordítása számottevően meghaladja a mai technológia nyújtotta, a piaci szereplők által dokumentált lehetőségeket.

## 2.4 Megújuló a WTT számításban

A táblázatban az Európai Unió 2009/28 EK Direktívájának mellékletében meghatározott üvegházhatású gázkibocsátás csökkenés szorzószámai találhatóak, melyek iránymutatásként szerepelnek egy-egy alternatíva, a megfelelő fosszilis üzemanyag emissziójához mért szintjéhez képest, az életciklus számítás figyelembe vétele után. A táblázat alkalmazásakor lehetőség van eltérő eredmény bizonyítására, mint ahogy a földhasználat változásából eredő szénmegkötés esetlegesen eltérő mértékét is figyelembe kell venni.

Ennek értelmében a depóniagáz biometán célú hasznosításának megtakarítási eredménye is nagyban függ a kiinduló állapotoktól. A személtlerakó közömbösítés-mentes depóniagáz kibocsátása más eredményt nyújt, mintha egy összegyűjtött és elfáklázott állapotot veszünk kiindulási alapul.

cukorrépa-etanol	61 %
búza-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag megelőzése nélkül)	32 %
búza-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag lignit kogenerációs erőműben)	32 %
búza-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag földgáz hagyományos kazánban)	45 %
búza-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag földgáz kogenerációs erőműben)	53 %
búza-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag szalma kogenerációs erőműben)	69 %
a közösségben előállított kukorica-etanol (a feldolgozáshoz használt üzemanyag földgáz kogenerációs erőműben)	56 %
cukornád-etanol	71 %
repce-biodizel	45 %
Napraforgó-biodizel	58 %
szójabab-biodizel	40 %
pálmaolaj-biodizel (meg nem határozott eljárás)	36 %
pálmaolaj-biodizel (az eljárás során metánmegkötés történik az olajsajtolóban)	62 %
zöldszéghulladékból vagy állati eredetű olajokból (*)előállított biodizel	88 %
hidrogénnel kezelt növényi olaj repceből	51 %
hidrogénnel kezelt növényi olaj napraforgóból	65 %

hidrogénnel kezelt növényi olaj pálmaolajból (meg nem határozott eljárás)	40 %
hidrogénnel kezelt növényi olaj pálmaolajból (az eljárás során metánmegkötés történik az olajsajtolóban)	68 %
tiszta növényi olaj repceből	58 %
biogáz organikus háztartási hulladékból sűrített földgázként	80 %
biogáz nedves trágyából sűrített földgázként	84 %
biogáz száraz trágyából sűrített földgázként	86 %
búzaszalma-etanol	87 %
Hulladékfa-etanol	80 %
termesztettfa-etanol	76 %
Hulladékfa alapú Fischer-Tropsch-dizel	95 %
termesztettfa alapú Fischer-Tropsch-dizel	93 %
Hulladékfa-dimetil-éter (DME)	95 %
termesztettfa-dimetil-éter (DME)	92 %
Hulladékfa-metanol	94 %
termesztettfa-metanol	91 %
a metil-terc-butiléter (MTBE) megújuló energiaforrásokból előállított része	mint metanol
az etil-terc-butiléter (ETBE) megújuló energiaforrásokból előállított része	mint etanol
a tercier-amil-etil-éter (TAE) megújuló energiaforrásokból előállított része	mint etanol

fig2: 2009/28/EC Directive Annexis

A táblázat kiegészítéseként fel kell sorolni a mezőgazdasági természetű alapanyagból származó biometánt, mely a CONCAWE WTT Report elemzése szerint, a természeti folyamatot is belevéve az alábbi CO<sub>2</sub> megtakarítás eredményezi:

CBG búzából -55%, energia ráfordítás 120%

Ehhez az értékhez meg kell jegyezni azt is, hogy a természetű növények fajtájuk szerint nagyon erősen különböző hozamot nyújthatnak és a biogáz üzemek gázkihozatalát is nagymértékben képes befolyásolni az alkalmazott receptúra, az adalékolt szervesanyagok összetétele.

A világ nagy része eltökélt a „tiszta hidrogén” jövőbeli közlekedési szerepvállalásában. Míg a belsőégésű motorokkal folytatott, ígéretesnek tűnő fejlesztések – legalábbis időlegesen – megszakadtak technológiai problémák miatt, a fedélzeti áramgenerálás, azaz a tüzelőanyag-cella technológiai fejlesztése tovább halad. A járműipari fejlesztés fő motívuma ma már nem az alkalmazhatóság elérése, semmint az előállítási ár két nagyságrendbeli csökkentése. Az elterjedéshez azonban a kis hatótávolsághoz méretezett sűrű töltőinfrastruktúra hálózatra volna szükség, amelyet azonban még a komoly investíciók utáni Kalifornia állam sem nevezhet elégségesnek a 40

darabot sem el érő hálózatával. A Shell-GM közös elemzése alapján az Egyesült Államok hidrogén töltőállomás infrastruktúrájának elégséges szintjéhez mintegy 15 milliárd dollár beruházására lenne szükség. Mindez anélkül, hogy a hidrogén forrásáról szót ejtenénk. Holott mindezek közül ez a tétel a legkritikusabb eleme a hidrogén alapú közlekedésnek.

Különöbben részletes elemzést itt nem folytatva, a H<sub>2</sub> üzemanyag értékeléséhez vegyük példának a ma legolcsóbb és leggyakoribb előállítási változat; a földgáz üzemi reformálás és sűrítés CO<sub>2</sub> ráfordítását

Hidrogén földgázból 227,1 g/MJ, energiaráfordítás 272%.

Ebből világosan látható, hogy a hidrogén ezen útvonal mentén nem nyújt fenntartható alternatívát. A kijelentést természetesen lehet árnyalni lényegesen drágább előállítási technológiák által nyújtott kedvező eredményekkel, azonban mindezen drágább eljárások piaci alapon történő megvalósulása elképzelhetetlennek látszik.

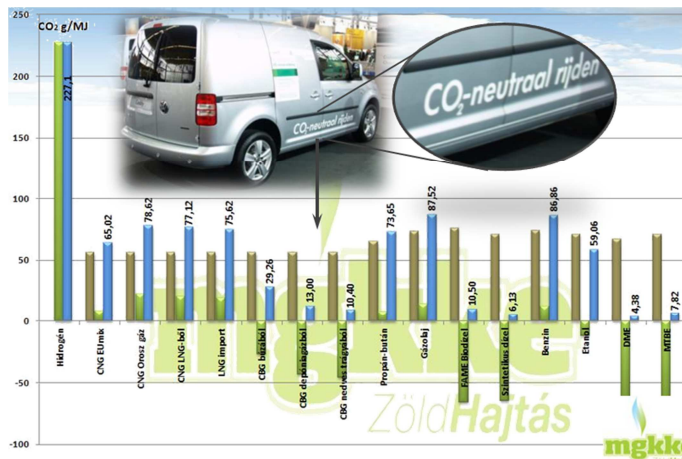


fig3: A TTW (barna),WTT (zöld) és WTW (kék) emissziós értékek a különböző hajtóanyagok esetén

### 3. AZ ELEKTROMOS HAJTÁS ÉRTÉKELÉSE

#### 3.1 Mekkora előnyt rejt az elektromos hajtás?

- A politikusok számára az elektromos hajtás az emisszió-mentes közlekedés vízióját nyújtja, azon az alapon, hogy a tisztán elektromos hajtású jármű nem rendelkezik kipufogó csővel
- Rendelkezik azonban valamilyen Li-ion technológiájú, nagy (személyautós méretek között 150-500 kg) tömegű akkumulátor csomaggal, melynek előállítása önmagában is nem csak rendkívül drága, de az életciklus szerinti

környezetterhelése meghaladja egy teljes jármű előállítását. A villanymotor gyártásához használt ritkafémek szintén a hosszú távú gyárthatóság, továbbá a világ a Kínán kívül eső részén a versenyképesség kérdését feszegetik.

#### 3.2 Nem csak a technológián, hanem az alapanyagokon is múlik

Amennyiben 2020-30 évtizedben a hibrid és tisztán elektromos járművek sok elemzői várakozásnak megfelelően elérik, esetleg meghaladják a 20 %-os piaci részesedést, úgy a réz, neodimium (<sup>60</sup>Nd) és a lítium iránti igény a jelenlegi mintegy 200-szorosára emelkedik! Kétséges a mágnesek további alapanyag komponenseként használt diszprózium (<sup>66</sup>Dy) (melyből a világ jelenlegi 1100 t-ás kitermelésének 95%-a Kínában található) és praeodimium (<sup>59</sup>Pr) jövőbeli fedezete és ára is.

#### 3.3 Mi igaz a nulla emisszióból?

- Az EUROSTAT adataiból számolva (2006-ban) a magyar áram CO<sub>2</sub> intenzitása 0,2459 kg/kWh, mely érték leheletnyivel kedvezőbb az EU-27 0,2563 kg/kWh átlagánál.

Jó eredménynek tűnik, de vajon igaz-e?

- A legfrissebb MEH Statisztikai Évkönyv 151 oldalán található adatsorokkal ellenőrizhető és számolható egy – statisztikailag – valós emisszió (minden további táblázati adatsor is innen származik és a legutolsó elérhető évre, 2010-re vonatkozik, ettől eltérő esetek pedig jelezve vannak): TÁBLÁZAT 1.

#### 3.3 Mekkora teljesítmény tartozik a nagyon jelentős kibocsátási értékekhez?

A MEH Statisztikai Évkönyvében szereplő adatok szerint számolható: TÁBLÁZAT 2.

#### 3.4 Fajlagos emisszió

A rendszer veszteségek figyelembe vétele elkerülhetetlen a fajlagos emisszió megállapításához: TÁBLÁZAT 3.

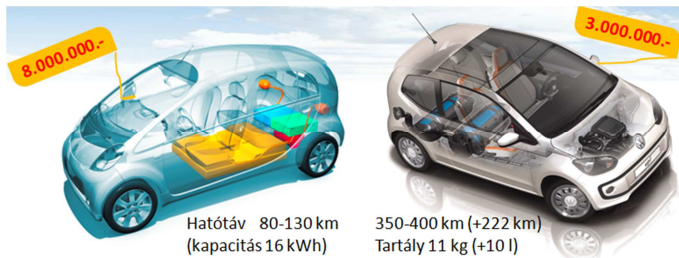
Hazai áramtermelés fajlagos emissziója: TÁBLÁZAT 4.

Mindezen számsorhoz hozzá kell tenni, hogy a MEH kimutatásában nem szerepel a 403,8 PJ primer energiahordozó kitermelésének és az erőművekig juttatásának CO<sub>2</sub> ráfordítása. Ennek a ráfordításnak értéke az alkalmazott CONCAWE tanulmány szerint gáznál 22 százalék (kWh/kWh energiamennyiség), de mivel az elhasznált energiahordozók között számos fajta szerepel, annak

arányában szükséges súlyozni, amely arányban és származási helyről azok az erőművekhez érkeznek. E kérdés további szerteágazó részletes vizsgálatától eltekintve, a végeredményként szerepeltetendő jármű emissziójának számítása során egy átlag közelinek tekinthető 1,2-es faktort használunk.

### 3.5 Járműre osztott fajlagos emisszió

Elektromos hajtású városi kisautó és azonos méretű CNG üzemű autó emissziós értékeinek párba állításával az elektromos hajtás rendszer nem mutat értékelhető előnyt, csak hátrányt: TÁBLÁZAT 5.



### 3.6 Elektromos hajtás rendszerének hatásfok vizsgálata

Az elektromos-hajtás mellett érvelve a zérus emisszió túl a kiváló elektromotor hatásfokokat méltatjuk. Itt úgyszintén részgazságot favorizálunk. A modern elektromotorok felépítési típus és a kialakítás tökéletessége mentén akár 97 százalékos csúcshatásfokkal is működhetnek, az üzemi tartomány egészére vonatkozóan jellemzően a 85 és 97 % közötti érték valósul meg, amely természetesen kiváló eredmény. A közlekedés egészére vonatkozóan ez 90 százalékos átlagnak vehető. Azonban a járműben végbemenő folyamat itt nem zárul le, hiszen nagyon komoly szerep hárul az áram átalakítókra, a konverter és inverter egységekre, amelyek hő formájában veszítenek a bejuttatott energia mennyiségéből és természetesen az akkumulátorok töltés felvétele és kisütési energiája sem tud teljesen azonos lenni, mindennek tetejében pedig a nagyfeszültségű vezetékezés, csatlakozások is emésztenek fel energiát. Ráadásul mindezen fogyasztási pont idővel „éhesebbé” válik. Összességében felállítható egy 85 százalékos hatásfok, amely magában foglalja a hajtásrendszer elemeinek az üzemi hőmérséklet ablakban tartáshoz szükséges hűtési-fűtési energia igényét.

A valóságban az elektromos járművek energiafelhasználásához jelentős mértékben hozzájárul a kabin temperálásának hőenergia igénye is. A valós körülmények között télen-nyáron fogyasztóvá előlépő villanyfűtő és elektromos klímakompresszor energiaigényének nem kell extrém időjárási körülmény ahhoz, hogy a hatótávolságot akár 40 százalékkal is mérsékelje a szabványos fogyasztási ciklus alatt. (Számos európai és amerikai méréssel igazolva.)

A belsőégésű motoroknál – a kiegészítő fűtés luxusát leszámítva – a kabin az a veszteség hő melegíti, amelyet termikus veszteség címen amúgy is a motor hatásfokából levontunk, ezért a fűtés itt jellemzően nem igényel többletenergiát. A hagyományos hajtáslánc esetén a fogyasztásmérésnél a klímakompresszor kikapcsolt állapota mellett kell lefuttatni a ciklust, ezért ennek energiaigényét az elektro-hajtásnál sem vesszük figyelembe.

A fűtésre 5 hónapot és átlagosan 20 százalék energiaigényt számítva, 8,33 százalék energiafelhasználási többletet kell figyelembe venni a valós körülmények szimulálásához.

### TÁBLÁZAT 6.

## 4. ALTERNATÍV ENERGETIKAI POTENCIÁL, AVAGY MEKKORA A TÉR A KŐOLAJ KIVÁLTÁSÁRA?

### 4.1 Hazai közlekedésünk energiafelhasználása

A hazai felszíni közlekedés energiafelhasználása (légi nélkül) 2008-ban tetőzött 205,85 PJ szinten (ebből kőolaj bázisú 194,5 PJ), majd a gazdasági visszaesés mentén 10 százalékot meghaladó mértékben csökkent (teljes WTW emisszió 17,35 millió tonna CO<sub>2</sub> volt). A jövőbeli kilátások alapján egy tartós konjunktúra kialakulásával ismételtelen megnövekedő mobilitási igény és a másik oldalon ezzel párhuzamosan a járművek folyamatos hatásfok növekedésének köszönhetően a majdani energiafelhasználást a 200-215 PJ közötti sávban érdemes elvárni, tehát egy évtized és azon túli időhorizonton 200 PJ alternatív energiát kell a közlekedésbe vinni, hogy a kőolaj 100 %-át kiváltsuk.

### 4.2 Alternatív energiahordozó ellátás, a többlet gáz beszerzésének lehetőségei

- Orosz földgáz importunk 2011-ben a teljes gázfelhasználás 59 százalékára esett vissza a 2008-as 70,7 százalékról. Ebben az évben a 12,383 milliárd köbméter azonban az orosz import arányában magasabb, mint a 2005-ben tapasztalt csúcs fogyasztáskori 62,9%, amikor 14,235 milliárd köbmétert használtunk fel. A gázimport csökkenés összességében mintegy 2,2 milliárd köbméter, jó 75 PJ energiamennyiség. Ez a kapacitás rendelkezésre áll, jó közelítéssel hálózati befektetés és ellátási zavar nélkül. Hátránya a viszonylag magas ár.
- A jelen orosz gázellátás alternatívája, illetve kiegészítése egy másik orosz cső, a Déli Áramlat, melyből további 6 milliárd köbméter gázunk származhat, azaz tisztán 200 PJ. Hátránya továbbra is a magas, javarészt vagy teljesen kőolajhoz indexált ár, ezért a jövőre nézve a függőség kiépítése stratégiailag teljesen elhibázott döntést jelent.

- Az orosz csővezeték alternatívája egy másik cső projekt, az európai Nabucco-West, amelynek elvben lekötött 10 milliárd köbméterből mi körülbelül 1 milliárddal részesülhetnénk, hozzávetőleg 35 PJ volna bevonható. Előnye az alacsonyabb ár, hátránya a Nabucco-West beruházás költségvetésének hatoda, mely Magyarországot terhelné.
- Szintén 1 milliárd köbméter körüli gázt lehetne elérni a tervezett Krk-szigeti LNG terminál és Magyarország határának csővezeték kiépítésével, amely 2018-ra látszik megvalósíthatónak, így innen is elvárható egy 35 PJ energiamennyiség. Előnye a legalacsonyabb gáz ár beszerzés lehetősége, hátránya a projekt költség.
- A földgáz alternatíva egy ma rendelkezésre álló, a kőolaj kiváltását teljes mértékben fedezni képes lehetőség, azonban a klímavédelem érdekében a dekarbonizációs folyamat valós beindítására a megújuló eredetű metángáz sokkal fontosabb alternatíva. Kezdeti hátránya, hogy a sok kisméretű, azonban viszonylagosan alacsony költségű technológiai fejlesztés mellett egy teljes gazdasági, azaz biomassza előállítói láncot kell kialakítani, széleskörű szemléletformálással egyetemben. Előnye, hogy hosszútávon versenyképes áron, nagy mennyiségű vidéki munkahelyet létesítve, a termőföld értéktérmető képességét növelve, valamint sok esetben a megsemmisítési kötelezettségnek ökológiai szempontok alapján a leghasznosabb módon, import energiát kiváltva állítható elő. Hazai biometán potenciálunk az egyik megvalósítható szimulációnk (LNG szállítási és felhasználási projekt) szerint: TÁBLÁZAT 7

Akár el lehet jutni a kőolaj kiváltásának 75 százalékáig anélkül, hogy bármilyen élelmezési, takarmányozási gond felmerülhetne

#### 4.3 Alternatív energiahordozó ellátás, többlet áramforrás lehetőségei

- Az erőművi nettó áramtermelés összesen (2010) 34,613 TWh=124,6 PJ, a hálózati és elosztói veszteségeket is figyelembe véve ez az érték 112,9 PJ-ra zsugorodik, ami mindössze 56,4 százaléka a kiváltandó benzin, gázolaj, LPG összesített energiamennyiségének. Ebből adódóan jelentősebb villanyautó részarány eléréséhez is erőművi kapacitásbővítésre és természetesen elosztói hálózatbővítésre, áramtároló rendszer kiépítésére és tízezerrel a töltőpontok kialakítására van szükség. Ha a következő évtizedben 20 százalék jármű részarány elérését célozzuk meg, tekintettel az elektromos jármű

belső energiahatékonyságára, a kiváltandó hagyományos üzemanyag energiatartalmának 38 százalékát kell rendelkezésre bocsátani, ez erőművi oldalról 17 PJ (=4,75 TWh) áramtermeléshez szükséges kapacitás bővítése szükséges.

#### 4.4 Erőművi kapacitásépítés költségei

Az áram termeléshez ma számos technológia nyújt korszerű módot, amely technológiák között jelentős költségeltérés mutatkozik. Egy frissen közzétett összeállítás szerint az eltérő technológiájú erőművi költségek a mai legkorszerűbb tervek alapján, 2016-os üzembeállítási céldátummal: TÁBLÁZAT 8

## 5. AZ ALTERNATÍV HAJTÁSMÓDOK ELTERJEDÉSÉHEZ SZÜKSÉGES BERUHÁZÁS NAGYSÁGA

### 5.1 Hagyományos energiahordozó 20 százalékának kiváltása áramra

- Nukleáris erőművel végezve el a szorzásokat, teoretikusan 120 mrd Ft beruházásra van szükség, a 20 százalékos kapacitás erőművi fedezésére.
- A hálózat fejlesztés, kapacitásbővítés beruházási igényét számításon kívül hagyva, azt a töltési pontok kialakítása során részben figyelembe véve, átlagosan 150 mrd. Ft fejlesztést kell számolni.
- Természetesen egy jármű felárát is kell számolni a megvalósuláshoz, amely a jelen (min.) 5 millió forintos felár jövőbeli csökkenését 40 %-ra becsülve, a járműpark 20 százalékos részarányának eléréséhez 600 ezer, az ezer főre jutó jármű darabszám kismértékű emelkedésével pedig további 100 ezer elektromos autót számolhatunk. A szorzást elvégezve mintegy 2100 mrd. forintot eredményez.

A járműpark 20 százalékának elektromos hajtásra váltása összesen tehát 2370 milliárd Ft investícióját igényli a mai ismeretek alapján.

### 5.2 Hagyományos energiahordozó 75 százalékának kiváltása biometánra

- A biometánt előállító technológia beruházási költsége a szimuláció szerint jó közelítéssel 10 Ft/MJ, azaz 1550 milliárd Ft
- Természetesen a közlekedési célú felhasználáshoz szükség van a töltőhálózat elterjesztésére is. Széleskörű

elaterjedéshez Magyarország területi méreteit figyelembe véve mintegy 200 töltési pont kialakítására van szükség, a 50 millió Ft beruházás mellett ez összesen 10 mrd. Ft

- 75 % gázüzemű járműállomány felára mintegy 1300 mrd. Ft

Gázhajtás vs. e-mobilitás összehasonlítása: TÁBLÁZAT 9.

## 6 FISKÁLIS SZEMPONTOK, ADÓZTATHATÓSÁG KÉRDÉSEI

A szakpolitika képviselőinek nyilvánvalóan fontosak a fenntarthatósági kérdések, de természetszerűleg a költségvetés egyensúlya, az adóbevételek biztosítása áll a középpontban. Magyarországon a két összehasonlított alternatív hajtóanyag lehetőség egyaránt mentes a jövedéki adó megfizetése alól. A gáz esetében az Európai Unió üzemes zöld energia adóztatási terve alapján a jövőben az üzemanyagokra egységes energia alapú adót kellene kivetni, a mostani előterjesztések szerint 2030-ig az infrastruktúra kiépítésének támogatása céljából a gázokra 50 százalékos kedvezmény mellett. E terv mentén a gázhajtás nagyrányú elterjedése a jövedéki adó soron az 500-600 milliárd forintos bevételből eredményez – átmenetileg, 2018-2030 közötti időszakban – adóbevétel csökkenést, 2,5-3 milliárd forintot, évente és kiváltott hagyományos üzemanyag százalékonként. Fontos mérlegelni azonban azt a tényt, hogy a gázhajtás legelőbb a közösségi közlekedés területén terjed el, ahol a központi költségvetés szerepvállalása elkerülhetetlen, a szükséges támogatás mértéke ennél jóval nagyobb. A gázhajtás elterjedésével a buszközlekedési szolgáltatást nyújtó társaságok hajtóanyag költségei összességében 30 milliárd forinttal is csökkenthetőek, a támogatás mértékének csökkentésének lehetősége tehát a jövedéki adó bevétel várható csökkenését meghaladja.

Szemben a gázhajtás adóztatási rendszerével, teljességgel kidolgozatlan azonban az autókba töltött áram jövedéki adóztatásának módszere, még elvi szinten sincs rá megoldás. Összegét tekintve, a kiváltott konvencionális üzemanyag százalékonként 5-6 milliárd forint kiesést okoz, tehát a következő évtizedre megcélzott 20 százalékos részarányt tekintve, 100-120 milliárd forintot jelent az államháztartásnak.

Annál is inkább kerülnek a szakemberek ennek a kérdésnek a feszegetését, mivel a hálózati rendszer fejlesztői az autók akkumulátoraira úgy tekintenek, mint a jövő egyik jelentős méretű áram puffer tárolóira. A rendszer, amelyben éjszaka az akkumulátorok a dróton lógnak, a fogyasztási völgyidőszakban töltenek, csúcsidőszakban merítenek (ha a jármű csatlakoztatva maradt). Ezáltal kétirányúvá válik a kapcsolat, tovább lehetetlenítve a jövedéki adóztatás feladatát.

Természetesen megvalósítható egy vételárhoz csatolt egyösszegű, vagy havi átalányadóztatás is, kijelenthető azonban, hogy ez a megoldás egyértelműen az elterjedés gátjaként lép fel, így sem energiasztratégiai, sem pedig környezetegészségügyi szempontok alapján nem tanácsolhatóak.

### REFERENCIÁK:

*EUROSTAT Energy and Transport Figures, 2009*

*EUROSTAT Energy Transport Indicators, 2009*

*MEH Statisztikai Évkönyve, 2011*

*CONCAWE project WTT Report, 2008*

*KTSZ – Domanovszky Henrik; Megújuló energiafajták a magyarországi közlekedési hajtóanyagok között 2020-ig*

*Domanovszky Henrik – Szalkai István; Út a jövő BIO-üzemanyagai felé*

*LNG szállítási és elosztási lánc előkészítő projekt biogáz kilátásások*

*North European LNG Infrastructure Project*

*European Gas Conference, 2012 Vienna*

*NGVA Conference, 2012 Bologna*

*VDI Fahrzeugantriebe Konferenz, 2010 Dresden*

TÁBLÁZAT 1:

Erőművi éves kibocsátási adatok (50 MW feletti erőművekre)	összkibocsátás	
CO <sub>2</sub>	12 958 520	t
SO <sub>2</sub> (1000-13.000 €/t)	8 705	t
NO <sub>x</sub> (700-9.600 €/t)	12 891	t
CO	3 822	t

TÁBLÁZAT 2:

Erőművek villamos energia termelése	37 370 818	MWh
Ebből 50 MW felett	30 969 936	MWh
Ebből kiserőművek	6 400 882	MWh
Ebből megújuló	3 402 450	MWh
Import-export szaldo	5 195 163	MWh

TÁBLÁZAT 3:

Erőművek villamos energia termelése 50 MW felett	30 969 936	MWh
Erőművek villamos energia értékesítése 50 MW felett	28 556 856	MWh
Erőművi önfogyasztás 50 MW (számított)	2 413 080	MWh
Erőművi nettó termelés aránya az össztermeléshez 50 MW	92,21%	
Az erőművekből kilépő áram hálózati veszteségének egyszerűsített számításához az alábbi adatok szolgálnak:		
Az elosztó hálózatba összesen betáplált áram mennyisége	40 512 458	MWh
Villamos energia átviteli hálózat vesztesége	373 793	MWh
Elosztó hálózat vesztesége	3 426 864	MWh
Elosztó és átviteli hálózat veszteségének határfoka	90,62%	
Megújuló energia korrekció	109,10%	

TÁBLÁZAT 4:

	összkibocsátás		fajlagos kibocsátás nettó energiatermelésre és megújuló korrekcióval		fajlagos kibocsátás nettó energiatermelésre és megújuló + hálózati veszteség korrekcióval	
CO <sub>2</sub>	12 958 520	t	0,41591	kg/kWh	0,45897	kg/kWh
SO <sub>2</sub>	8 705	t	0,27939	g/kWh	0,30832	g/kWh
NO <sub>x</sub>	12 891	t	0,41375	g/kWh	0,45658	g/kWh
CO	3 822	t	0,12267	g/kWh	0,13537	g/kWh



TÁBLÁZAT 5:

	Citroën C-Zero		VW Up! CNG	
Átlagfogyasztás	12,5	kWh/100 km	130,79	MJ/100 km
CO2	80,99484*	g/km	85,04962	g/km
SO2	0,97755*	g/kWh	0	g/kWh
NOx	1,44763*	g/kWh	<0,01	g/kWh
CO	0,42920*	g/kWh	<<1	g/kWh

\*Későbbiekben részletezett fűtési igény fedezésére további 9,09 százalék emissziót kell számítani, azaz 85,36 g/km a valós CO2 érték, természetesen a károsanyag kibocsátás fajlagos mértékei korrigálandóak.

TÁBLÁZAT 6:

Erőművi áram termelés	134 535	TJ
Erőművi hőtermelés	46 030	TJ
Erőművek energiahordozó felhasználása	403 836	TJ
Erőművi konverziós hatások	44,71%	
Erőművi kiadott teljesítmény aránya a termelt áramhoz	92,21%	
Elosztó és átviteli hálózat veszteségének hatások	90,62%	
Hatásokok összesen	37,36%	
Energiatároló rendszer töltés/kisülés összhatások	85,00%	
Villanymotor átlagos hatások	90,00%	
<b>Véghatások</b>	<b>28,58%</b>	
Fűtési igény figyelembe vételével a hajtásra fordított véghatások	26,38%	

TÁBLÁZAT 7:

forrás	biogáz Mm3 hozam	metán tartalom	biometán Mm3 hozam	energia hozam PJ
Feldolgozó ipar	100	60%	60	2,28
Mezőgazdasági állattartás trágya	500	57%	285	10,83
Energia célú csicsókatermesztés (0,875 Mha.)	5930	60%	3558	135,20
Kommunális hulladék (4,5 Mt*29% szervesstart.)	326	60%	196	7,44
Összesen			4098,75	155,75

TÁBLÁZAT 8:

Fajlagos beruházási költség 2016-ban nyíló, a legkorszerűbb tervű erőműre, \$/MWh	
Napkollektor	312
Offshore szélgenerátor	243
Napcella	211
Szénerőmű CCS technológiával	136
Nukleáris erőmű	114
Biomassza tüzelésű erőmű	112
Onshore szélgenerátor	97
Szénerőmű	95
Gázerőmű CCS technológiával	89
Vízerőmű	86
Kombinált ciklusú gázerőmű	63

A U.S. Energy Information Administration által, az Annual Energy Outlook 2011-ben közzétett, az Institute of Energy Research által összeállított adatok medián értékei.

TÁBLÁZAT 9:

	Gázhajtás	E-mobilitás	
Kőolaj kiváltás lehetséges mértéke	100	20	%
Megújuló részarány lehetséges mértéke	<75	20-30	%
Karbonszegény energiahordozóval a kőolaj kiváltásának fajlagos költsége	38,13*	118,5**	mrd Ft/1 %

\*Biogáz-CNG útvonal 1% kőolaj kiváltásának költsége

\*\*Hasadóanyag-elektromos áram útvonal 1% kőolaj kiváltásának költsége