

Mi hozhatja meg az áttörést?

Gázhajtás szemben e-mobilitás

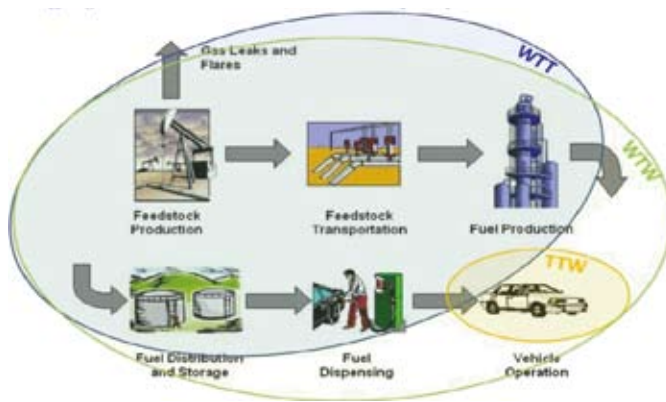
Bevezető fő kérdés: kell-e a közlekedésben energetikai alternatíva, ha igen, mennyire?

- Az alcímbebeli kérdés megalapozására néhány bemelegítő alkérdés:
- A közlekedés költségűkrében 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 uniós közlekedési szektora az import energiára?
 - Milyen mértékben borítja az évtized közepén életbe lépő északi SECA-övezet, majd pedig a további belépő emissziószegény övezetek hajtóanyagigénye 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 kőolajkitermelés és -kereslet egyensúlya?
 - Miként viszonyulunk a környezet- és klímavédelmi kérdésekhez?
 - Finanszírozható az alternatívára való átállás?
 - Ki fizesse a költségeket?

Alternatívára szükség van, de milyenre?

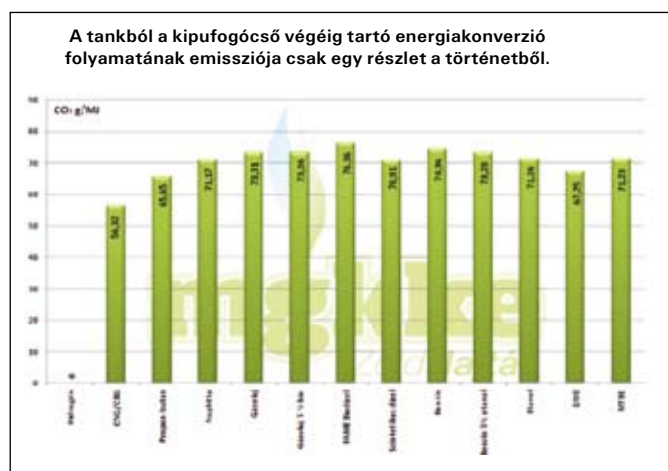
- A gazdaságilag, környezet- és klímavédelmi szempontok alapján a helyes válasz, hogy bármilyen, a helyileg rendelkezésre álló és munkára fogható energiahordozó jó lehet, amennyiben legalábbis nem károsabb, mint a kőolaj!
- A szóba jövő alternatívák sorával könnyvet lehet megtölteni, az elemzésük és értékelésük azonban nagyon sokrétű, de a tudományos megközelítésre feltétlen szükség van, hiszen a marketingdumák, politikai lözongok a legritkább esetben találkoznak a valósággal.
- Két példa:
 1. 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.
 2. Az elektromos hajtás emissziómentes, a legtisztább alternatíva, holott a közlekedést mint emberi cselekményt nem szabad csak ott szemlélni, ahol a mozgás éppen zajlik. A közlekedés egy kétszereplős energiaátalakítási folyamat, melynek egyike az energia, míg a másik az azt átalakító eszköz, vagyis a jármű. Ezek közül egyik sem csak úgy ott van, elő kell őket állítani, rendelkezésre kell bocsátani, hogy végül megtörténhessen a közlekedés.

A tárgyilagos elemzésnek tekintettel kell lennie a teljes folyamatra



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 felhasználása is sokkal jelentősebb környezeti hatással jár, mint a közismert és most már kötelezően ismerttetendő kipufogóemisszió mutatja.

A tankból a kipufogó végéig tartó energiakonverzió folyamatának emissziója csak egy részlet a történetből



A TTW emisszió alapján a hidrogénhajtás – no és persze a kipufogócső nélküli elektromos hajtás – a legígéretesebb módja a közlekedésnek, mivel tiszta, emissziómentes. A molekulaszervezetből adódóan klímavédelmi szempontok alapján a szénhidrogének közül a legkedvezőbb a metán, mintegy 25% CO₂-megtakarítást eredményez a benzin, gázolaj felhasználásához képest.

Azonban globális felmelegedés szempontjából, a légköri CO₂ (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. Emellett azonban gondosabb fenntartásra és a jelenleginél lényegesen rövidebb csereperiódusra is szükség volna.

Az energiahordozó forrásától a tankig

- A hagyományos üzemanyagoknál a MOL CO₂-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 CO₂-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:

1.	EU mix gázcsőből sűrítve CNG-re	8,7 g/MJ, energiaráfordítás 12%;
2.	Orosz import gáz sűrítve CNG-re	22,3 g/MJ, energiaráfordítás 30%;
3.	Cseppfolyós földgáz CNG-re	20,8 g/MJ, energiaráfordítás 26%;
4.	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.

Mit hoznak a megújulók 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 életciklusszámítás figyelembevételénél. 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 szemétkomposztálás nélküli 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-biodízel	45%
Napraforgó-biodízel	58%
Szójabab-biodízel	40%
Pálmaolaj-biodízel (meg nem határozott eljárás)	36%
Pálmaolaj-biodízel (az eljárás során metánmegkötés történik az olajsajtólóban)	62%
Zöldség hulladékból vagy állati eredetű olajokból (*) előállított biodízel	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 olajsajtólóban)	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%
Bioszalma-etanol	87%
Hulladékfa-etanol	80%
Termesztettfa-etanol	76%
Hulladékfa-alapú Fischer-Tropsch-dízel	95%
Termesztettfa-alapú Fischer-Tropsch-dízel	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	mind metanol
Az etil-terc-butiléter (ETBE) megújuló energiaforrásokból előállított része	mind etanol
A tercier-amil-etil-éter (TABE) megújuló energiaforrásokból előállított része	mind etanol

A táblázat kiegészítéseként fel kell sorolni a mezőgazdasági termesztett alapanyagból származó biometánt, mely a CONCAWE WTT Report elemzése szerint, a természeti folyamatot is belevéve az alábbi CO₂-megtakarítást eredményezi:

CBG búzából	-55%, energiaráfordítás 120%
-------------	------------------------------

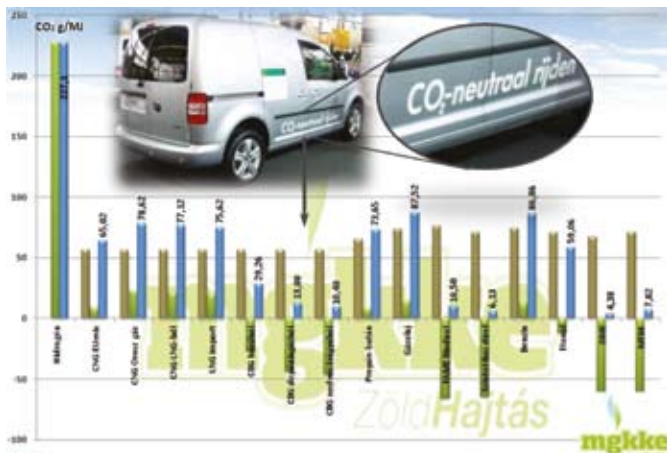
Ehhez az értékhez meg kell jegyezni azt is, hogy a termesztett növények fajtájuk szerint nagyon erősen különböző hozamot nyújthatnak és a biogázüzemek gázkihozatalát is nagymértékben képes befolyásolni az alkalmazott receptúra, az adalékolt szerves anyagok összetétele.

A világ nagy része eltökélt a „tisztá hidrogén” jövőbeli közlekedési szerepvállalásában. Míg a belső égésű 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 elérő hálózatával. A Shell-GM közös elemzése alapján az Egyesült Államok hidrogén-töltőállomás infrastruktúrájának elégséges szintjéhez mintegy 15 milliárd dollár beruházásra lenne szükség. Mindez anélkül, hogy a hidrogén forrásáról szót ejtenénk. Holott mindezek közül ez a tétel a legkritikusabb eleme a hidrogén alapú közlekedésnek.

Különösebben részletes elemzést itt nem folytatva, a H₂ üzemanyag értékeléséhez vegyük példának a ma legolcsóbb és leggyakoribb előállítási változat; a földgáz üzemi reformálás és sűrítés CO₂-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.



Mekkora előnyt hordoz az elektromos hajtás?

- A politikusok számára az elektromos hajtás az emissziómentes közlekedés vízióját nyújtja, azon az alapon, hogy a tisztán elektromos hajtású jármű nem rendelkezik kipufogócsővel
- Rendelkezik azonban valamilyen Li-ion technológiájú, nagy (személyautós méretek között 150–500 kg) tömegű akkumulátorcsomaggal, melynek előállítása önmagában is nem csak rendkívül drága, de az életciklus szerinti környezetterhelése meghaladja egy teljes jármű előállítását. A villanymotor gyár-

tásához használt ritkafémek szintén a hosszú távú gyárthatóság, továbbá a világ Kínán kívül eső részén a versenyképesség kérdését feszegetik.

Nem csak a technológián, az alapanyagon is múlik a siker

- 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 (60Nd) és a lítium iránti igény a jelenlegi mintegy 200-szorosára emelkedik! Kétséges a mágnesek további alapanyag-komponenseként használt diszprózium (66Dy) (melyből a világ jelenlegi 1100 t-s kitermelésének 95%-a Kínában található) és praeodimium (59Pr) jövőbeli fedezete és ára is.

Mi igaz a nulla emisszióból?

- Az EUROSTAT adataiból számolva (2006-ban)

a magyar áram CO ₂ -intenzitása	0,2459 kg/kWh, mely érték
lehetőnyivel 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 eseteket jeleztük):

Erőművi éves kibocsátási adatok (50 MW feletti erőművekre)	Összkibocsátás
CO ₂	12 958 520 t
SO ₂ (1000-13.000 €/t)	8705 t
NO _x (700-9.600 €/t)	12 891 t
CO	3822 t

Mekkora teljesítmény tartozik a „nem elhanyagolható méretű” kibocsátáshoz?

Erőművek villamosenergia-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

A fajlagos emisszió mértékéhez szükséges a rendszer-veszteségeket is figyelembe venni

Erőművek villamosenergia-termelése 50 MW felett	30 969 936 MWh
Erőművek villamosenergia-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 elosztóhálózatba összesen betáplált áram mennyisége	40512458 MWh
Villamosenergia-átviteli hálózat vesztesége	373793 MWh
Elosztóhálózat vesztesége	3426864 MWh
Elosztó- és átviteli hálózat veszteségének hatásfoka	90,62%
Megújulóenergia korrekció	109,10%

Hazai áramtermelés fajlagos emissziója az előbbiekből alapján

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

Mindezen számsorhoz hozzá kell tenni, hogy a MEH kimutatásában nem szerepel a 403,8 PJ primer energiahordozó kitermelésének és az erőművekig juttatásának CO₂-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.

Járműre lefordítva a WTW emisszió az alábbiak szerint állítható párba



	Citroën C-Zero	VW Up! CNG
Átlagfogyasztás	12,5 kWh/100 km	130,79 MJ/100 km
CO ₂	80,99484* g/km	85,04962 g/km
SO ₂	0,97755* g/kWh	0 g/kWh
NO _x	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 korrigálандóak.

Az elektromos hajtás hatásfokvizsgálata

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 áramátalakítókra, a konverter és inverter egységekre, amelyek hő formájában veszítenek a bejuttatott energia mennyiségéből és természetesen az akkumulátorok töltésvétele és kisütési energiája sem tud teljesen azonos lenni, mindennek tetejében pedig a nagyfeszültségű vezetékezés, csatlakozások is emésztnek fel energiát. Ráadásul mindezen fogyasztási pont idővel „éheesebbé” válik. Összességében felállítható egy 85 százalékos hatásfok, amely magában foglalja a hajtásrendszer elemeinek az üzemi hőmérséklet ablakban tartáshoz szükséges hűtési-fűtési energiaigényét.

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 időjárás körülmény ahhoz, hogy a hatótávolságot akár 40 százalékkal is mérsékelje a szabványos fogyasztási ciklus alatt. (Számos európai és amerikai méréssel igazolva.)

A belső égésű motoroknál – a kiegészítő fűtés luxusát leszámítva – a kabinat az a veszteség hő melegíti, amelyet termikus veszteség címén amúgy is a motor hatásfokából levontunk, ezért a fűtés itt jellemzően nem igényel többletenergiát. A hagyományos hajtás-lánc esetén a fogyasztásmérésnél a klímakompresszor kikapcsolt állapota mellett kell lefuttatni a ciklust, ezért ennek energiaigényét az elektrohajtásnál 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.

Erőművi áramtermelés	134 535 TJ
Erőművi hőtermelés	46 030 TJ
Erőművek energiahordozó-felhasználása	403 836 TJ
Erőművi konverziós hatásfok	44,71%
Erőművi kiadott teljesítmény aránya a termelt áramhoz	92,21%
Elosztó és átviteli hálózat veszteségének hatásfoka	90,62%
Hatásfokok összesen	37,36%
Energiatároló rendszer töltés/kisülés összhatásfoka	85,00%
Villanymotor átlagos hatásfoka	90,00%
Véghatásfok	28,58%
Fűtési igény figyelembevételével a hajtásra fordított véghatásfok	26,38%

Alternatív energetikai potenciál, avagy mekkora a tér a kőolaj helyettesítésére?

– A hazai felszíni közlekedés energiafelhasználása (légi nélkül) 2008-ban tetőzött 205,85 PJ szinten (ebből kőolajbázisú 194,5 PJ), majd a gazdasági visszaesés mentén 10 százalékot meghaladó mértékben csökkent (teljes WTW emisszió 17,35 millió tonna CO₂ volt). A jövő-

beli kilátások alapján egy tartós konjunktúra kialakulásával ismételtelen megnövekedő mobilítási igény és a másik oldalon ezzel párhuzamosan a járművek folyamatos határfok-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 kiváltjuk.

- Orosz földgázimportunk 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 csúcspontkor 62,9%, amikor 14,235 milliárd köbmétert használtunk fel. A gázimport-csökkenés összességében mintegy 2,2 milliárd köbméter, jó 75 PJ energiameennyiség. 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 csőprojekt, 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 terhelne.
- 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 energiameennyiség. Előnye a legalacsonyabb gázárbeszerzés lehetősége, hátránya a projektköltség.
- 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, széles körű szemléletformálással egyetemben. Előnye, hogy hosszú távon versenyképes áron, nagy mennyiségű vidéki munkahelyet létesítve, a termőföld értékteremtő 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 szerint:

Forrás	Biogáz Mm3 hozam	metántartalom	bio-metán Mm3 hozam	energia-hozam Pj
Feldolgozóipar	100	60%	60	2,28
Mezőgazdasági állattartás trágya	500	57%	285	10,83
Energiacélú csicsó-katermesztés (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	

- Akár el lehet jutni a kőolaj kiváltásának 75 százalékáig anélkül, hogy bármilyen élelmészeti, takarmányozási gond felmerülhetne
- A biometán 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. Széles körű elterjedéshez Magyarország területi méreteit figyelembe véve mintegy 200 töltési pont kialakítására van szükség, 50 millió Ft beruházás mellett ez összesen 10 mrd. Ft
- 75% gázüzemű járműállomány felára mintegy 1300 Mrd Ft.

Mi a lehetőségünk az elektromos hajtással?

- 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 benzín, gázolaj, LPG összesített energiameennyiségének. 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 járműrészarány elérését célozzuk meg, tekintettel az elektromos jármű belső energiahatékonyaságára, a kiváltandó hagyományos üzemanyag energiataartalmának 38 százalékát kell rendelkezésre bocsátani, ez erőművi oldalról 17 PJ (=4,75 TWh) áramtermeléshez szükséges kapacitás kiépítését kell megcélózni.

Erőmű átlagos beruházási költségek

Fajlagos beruházási költség 2016-ban nyíló, a legkorszerűbb terüv 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
Vízermű	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 mediánértékei.

Mekkora investícióra van szükség?

- Nukleáris erőművel végezve el a szorzásokat, teoretikusan 120 Mrd Ft beruházásra van szükség, a 20 százalékos kapacitás erőművi fedezésére.

- A hálózatfejlesztés, 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 felárat 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 járműdarábszám kismértékű emelkedésével pedig további 100 ezer elektromos autót számolhatunk. A szorzást elvégezve mintegy 2100 Mrd forintot eredményez.

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

Gázhajtás vs. e-mobilitás – a következő évtized végéig

	Gázhajtás	E-mobilitás
Kőolajkiváltás 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

Fiskális szempontok

A szakpolitika képviselőinek nyilvánvalóan fontosak a fenntarthatósági kérdések, de természetesen 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 egységes zöldenergia-adóztatási terve alapján a jövőben az üzemanyagokra egységes energiaalapú adót kellene kivetni, a mostani előterjesztések szerint 2030-ig az infrastruktúra kiépítésének támogatása céljából a gázokra 50 százalék kedvezmény mellett. E terv mentén a gázhajtás nagyarányú 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 busz-közlekedési szolgáltatást nyújtó társaságok hajtóanyag-költségei összességében 30 milliárd forinttal is csökkenthetőek, a támogatás mértéke 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. Összégét 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 fessegetését, mivel a hálózati rendszer fejlesztői az autók akkumulátoraira úgy tekintenek, mint a jövő egyik jelentős méretű árampuffer-tárolóira. A rendszer, amelyben éjszaka az akkumulátorok a dróton lógnak, a fogyasztási völgyidőszakban töltenek, csúcsidekban 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 energiastratégiai, sem pedig környezet-egészségügyi szempontok alapján nem tanácsolhatóak.

Összegzés

A párhuzamos összehasonlítás jó példát szolgáltatott arra, hogy megértsük a primer és a szekunder energiafelhasználás közötti különbséget.

Amint az a fenti adatokból kitűnt, az e-mobilitás egyáltalán nem tiszta, sokkal inkább káros a környezetre! Középtávon van tér a kőolaj árammal való helyettesítésére, de csak kis mértékben. Azonban az összköltség tetemes és a kérdés, hogy kinek kell fizetnie. Nem szabad arról sem megfeledkezni, hogy az e-mobilitás számottevő jövedéki adó bevétel kieséssel jár. Az e-mobilitás életképessé először hosszú távon válik, mialatt az elektrojárművek elvesztik a tömeg négyötödét, vagy a felett és fogyasztásuk a jelenlegi szint tizedére mérséklődik, és nem utolsósorban az áram a jelenleginél több nagyságrenddel kevesebb károsanyag-kibocsátással jár.

Az e-mobilitással szemben, a gázhajtás már ma egy életképes megoldás. Az energiahordozó rendelkezésre áll akár a teljes olajfelhasználás kiváltására. Amennyiben a földgázzal elérhető mintegy 20 százalékos CO₂-emisszió-csökkentésen felül a nulla közelébe kívánjuk redukálni az üvegházhatású gáz kibocsátását, úgy erre a leginkább rendelkezésre álló alternatívának a biogáz út látszik. Jó példa erre Svédország, ahol a gáz közlekedési célú felhasználásának már most is kétharmadát fedezi biometánnal, vagy Németország, ahol nem csak a nyilvános CNG töltőállomások száma teljesen kielégítő, de nagyon rövid idő alatt sikerült a biometán-töltési pontokat megduplázni. Magyarországon a megújuló gáz potenciális forrásai a kőolaj kiváltásának háromnegyedére volnának alkalmasak, számos pozitív mellékhatással, úgymint a vidék értéktéremtő képességének jelentős növelése vagy a zöldipar fellendülése.

Meg kell azonban jegyezni, hogy a járműipar még mindig elégtelen energiát szentel a gázüzemű járművek fejlesztésére. Ameddig nem lesz a benzines és dízel járművekhez mérhetően széles választék, addig a gázhajtású járművek továbbra is marginális szerepet fognak betölteni. Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy még mindig csak a közép és lassú fordulatú nagy motoroknál létezik megfelelő hatékonyság (jobb a dízelnél). A közúti járműveknél azonban ez idáig még senki nem kínál átütő tulajdonságokkal rendelkező motort, csak leginkább konverziók állnak rendelkezésre.

A valóság, miszerint szűken vagyunk a legtöbb természeti forrásunknak és mindenekelőtt az elkölthető pénznek, a politikusoknak fel kell ismerni a tényt, miszerint ma a gázüzemű járművek jelentik az egyetlen előremutató alternatívát és támogatásaik során eszerint is kell cselekedjenek!

DOMANOVSKY HENRIK