

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI
DOLGOZAT

Szabó András-Jurecska Attila:

**LNG üzemanyagú teherautók várható
részesedése az európai szállítmányozási piacon
2020-ig**

Konzulens: Kerekes Sándor

2014.03.26.

Rezümé

A nem konvencionális szénhidrogén kitermelések költséghatékonyság javulása következtében megnövekedett a földgáz és vele együtt a cseppfolyósított földgáz piaca.

Vizsgálatunk során a cseppfolyósított földgáz (LNG) alacsonyabb árú elérhetőségének hatását próbáltuk megjósolni az európai szállítmányozási piacra, 2020-ig.

A becslés logikailag két részre tagolható: (1) A földgáz kitermeléstől a cseppfolyósításon keresztül egészen a kútig történő szállításig €/kg árbecslés, (2) a felhasználás szerint a helyettesítő funkciót betöltő dízel teljes költségbecslése, figyelembe véve a technológiai különbségeket.

A kitermelési becslés eredményeképpen 0,25 €/kg LNG kútárat kaptunk. A befektetés szemlélet szerint számolt versenyképes piaci ár nagyjából 1,1 €/kg. Fontos megjegyezni, hogy a nagyban eltérő szállítmányozási karakterisztika és a magas technológiai költség következtében a 0,25 €/kg áron sem lesz a teljes teherszállítmányozásban versenyképes az LNG mint üzemanyag. A magas kihasználtságú, nagy teljesítményű távolsági teherszállítmányozásban viszont már 1,1 €/kg ártól versenyképes az LNG.

Abstract

The unconventional fossil fuel extraction's significant cost efficiency improvement lead to a booming market of natural gas and liquified natural gas.

Within our study we tried to predict the impact of a low cost liquified natural gas (LNG) on the european rad transport market until 2020.

The estimation has two logical parts: (1) €/kg cost estimation for LNG price from extraction, through liquification, until transportation. (2) Substitutional value estimation at the diesel market, considering the technological differences.

The estimated refill station price for LNG is 0,25 €/kg while the substitutional value is around 1,1 €/kg. According to the various types of characteristics of transportation, for some even this huge margin can't repay the initial investmen cost, which occur at one sum, while the energy savings are evenly distibuted along the year. So long-haul transportation, where equipment cost is smaller compered to lifetime energy costs is the major market for LNG

Tartalom

Rezümé.....	2
Abstract	2
I. Bevezetés	4
II. Alapvető ismeretek az LNG-vel és az európai szállítmányozással kapcsolatban	5
1. Az LNG piacot meghatározó tényezők	5
2. Fogalmak tisztázása.....	6
3. Az értékláncok rövid áttekintése	6
4. Közúti szállítmányozás az Európai Unióban.....	7
III. LNG: a kitermeléstől a kutakig	14
1. Kitermelés.....	14
2. Cseppfolyósítás.....	15
3. Szállítás hajón.....	17
4. Szállítás közúton.....	18
5. Összes költség a kitermeléstől a kútig	18
IV. LNG Teherautó mint befektetési döntés	20
V. Környezeti hatás	25
VI. Várható részesedése az LNG üzemű tehergépjárműveknek az európai piacból.....	28
VII. Összegzés.....	29
Mellékletek.....	30
Irodalomjegyzék.....	32

I. Bevezetés

A következő tanulmányban választ adunk arra a kérdésre, hogy a 2013-as megváltozott földgáz alapú gázkínálati struktúra a világban milyen hatással lesz az európai szállítmányozási szektorra 2020-ig.

Az utóbbi idők legnagyobb makrogazdasági változását a gázpiacon a nem konvencionális gázkitermelés hozta. Feltevésünk szerint a mostani árakhoz képest olcsó és nagymennyiségű gázkitermelés, illetve a cseppfolyósított gáz kereskedelmének növekedése új piacot hoz létre, az LNG teherautók piacát.

Az LNG visszagázosítás után a lakossági fűtésrendszerre is táplálható, erőművekben elégehető, illetve fontos alapanyag. Szektor szerint azért szűkítettük a kutatást a teherszállítmányozásra, mert könnyen körülhatárolható, és transzparensőbb iparág, mint a vezetékes gázpiac.

Vizsgálatunk során bemutatjuk a teherszállítmányozás jelenlegi piaci szerkezetét Európában illetve az LNG piacot nagyvonalakban. Az első részben bemutatjuk a témával kapcsolatos legalapvetőbb ismeretekről. Utána az LNG értéklánc jelenlegi költségszerkezetéből becsülünk egy lehetséges európai LNG euró/kg árat, majd dolgozatunk másik felében a kiváltani kívánt dízel technológiával versenyképes dízelárat becsülünk.

A szükséges feltételeket adottnak tekintve megbecsüljük a 2020-as európai szállítmányozási szektor sajátosságait, különös hangsúlyt fektetve az LNG típusú járművek lehetséges részarányára, illetve ezen részarány potenciális optimumára. Sejtésünk szerint az olcsó palagáz Európában is érezhető hatást fejt ki, ami jelentős szénhidrogén fogyasztási szerkezet-változást idéz elő a közúti szállítmányozásban, dolgozatunkban emellett hozunk fel tényeket és érveket.

Dolgozatunk végén tárgyaljuk az LNG hajtású tehergépjárművek környezetre gyakorolt hatását is, ugyanis elterjedésükben – a jelenlegi uniós célkitűzések miatt – ez is jelentős szerepet játszhat.

II. Alapvető ismeretek az LNG-vel és az európai szállítmányozással kapcsolatban

1. Az LNG piacot meghatározó tényezők

Az LNG-vel már évtizedekkel ezelőtt is foglalkozott a tudományos közösség, felértékelődését azonban az utóbbi években számos tényező segítette elő, s így az infrastruktúra kiépülése is az utóbbi évekre tehető. A három legfontosabb tényező:¹

1. Az amerikai „palagáz-forradalomként” elhíresült folyamat, amely a nem-konvencionális készletek felértékelődését hozta. Ekkor vált ugyanis bizonyossá, hogy nem igaz a gazdaságosan kitermelhető készletek csökkenésének szabálya a földgázra, s hogy ekkor következett be egy olyan fordulópont Amerikában, ami után az ország már nem szorult földgát-importra, hanem exportálni kezdett, többek közt LNG cseppfolyósító állomások kiépítésével. (A növekedésre jellemző adat, hogy míg 2007-ben az USA teljes gáztermelésének 42%-át tették ki a nem-konvencionálisok, addig 2020-ra ezt az arányt 65%-ra becsülik.²)

2. A 2011-es fukushimai baleset, mely – azzal, hogy a világ számos országában csökkentette a nukleáris energia iránti igényt – szintén az LNG felértékelődést okozta.³

3. Az LNG technológiában bekövetkezett változások. Erre az egyik legszembetűnőbb példa, hogy az értéklánc egyik eleme, a visszagázosítás (mely, mint látni fogjuk, a költségeknek csak egy csekélyebb részét tette ki) összevonódott egy másikkal, a szállítással (ebben az Excellerate hajón visszagázosító technológiája volt úttörő).⁴

Mindezek megnövelték a földgáz, s azon belül is az alternatív technológiák iránti igényt, különösen az LNG-ét világszinten. Szűkebb vizsgálódási területünk Európa esetében a tényezőkhöz még hozzávehetjük a relatíve magas olajindexált gázárak⁵ és az ellátás biztonsági kérdések (Ukrajna és Oroszország vitái) miatt kialakult forrásdiverzifikációs igényt.

¹ Bellver [2012] alapján

² API.ORG [s.a.]

³ Wallace [2013]

⁴ EXCELLERATE.COM [s.a.]

⁵ Mahapatra [2013]

2. Fogalmak tisztázása

Mindenekelőtt érdemes tisztázni, mit is értünk LNG alatt, miben különbözik a földgáz egyéb fajtáitól.

A hagyományos földgáz nagyrészt metánból (95% körül), és egyéb kísérő gázokból (etán, szén-dioxid, oxigén stb.) áll. Szobahőmérsékleten gáz halmazállapotú, fűtőértéke (összetételtől függ, de nagyjából) 34 MJ/kg.⁶ Sűrűsége szobahőmérsékleten megközelítőleg 0,68 kg/m³. Ettől eltérő az üzemanyagként is egyre inkább elterjedő LPG, ami tulajdonképpen ugyanaz, mint a háztartásokban is helyenként még használt cseppfolyósított propán-bután gáz (PB-gáz).

Az LNG-nél ezzel szemben a cél a földgáz energiasűrűségének a növelése, s ezt úgy érik el, hogy cseppfolyósítják. Mivel a metán forrtpontja légköri nyomáson -161 °C, ezért (nyilván a nyomástól függően) az LNG-t -160-162 °C körüli hőmérsékleten tárolják. Ez a folyadék egyébként a szobahőmérsékletű gáz térfogatának 800-ad része.⁷

3. Az értékláncok rövid áttekintése

A földgázpiac hagyományosan hálózatos iparágnak számít. Hálózatos iparágnak azokat az iparágakat nevezzük melyekre igaz pár különleges tulajdonság. Ezek közül a tulajdonságok közül a kettő legfontosabb a hálózati hatás és a természetes monopólium. A hálózati hatás lényege, hogy egy hálózat értéke és költsége a rá kapcsolódó elemekkel arányos. (Az előbbi az elemek számával nő, ez utóbbi viszont csökken.) A természetes monopólium azt jelenti, hogy a nagy beruházási költség miatt az iparág infrastruktúráját nem éri meg többször kiépíteni, így egy vállalat monopóliuma alakul ki.⁸

Ezek a törvényszerűségek elsősorban a vezetékes ellátásra vonatkoznak, a hajóval való szállítás csak részben sorolható ide. A nagy beruházási költségek (hajók, cseppfolyósító üzemek) miatt itt is elég szűk a szállító hálózat, de azért nem annyira korlátozott, mint az előző esetben.

Az LNG értéklánca hagyományosan a következőképpen néz ki:⁹

⁶ Kaderják [2013]

⁷ Bihari [1998] 51.o.

⁸ Ilyés [2012]

⁹ Cameron et al. [2005] 687.o.



1. ábra: Hagyományos LNG értéklánc, Forrás: saját

A kitermelés tulajdonképpen nem különbözik a hagyományos földgázkitermeléstől. A cseppfolyósítás az egyik legfontosabb eleme az értékláncnak, az egyik legnagyobb költségek tekintetében is. A szállítás nagy tankerhajókon történik, s mint már említettük, ez a folyamat egyes esetekben már egybeesik a visszagázosítással. Amikor nem a hajón történik, akkor a beérkező kikötőben kerül sor a kigázosításra, majd ez kerül a földgázvezetékbe. Az autóiipari felhasználásban azonban a kigázosítás már magában a motorban történik meg így jelen esetben az értékláncunk a következőre módosul:



2. ábra: Módosított LNG értéklánc, Forrás: saját

Létezik egy másik, számunkra kevésbé érdekes értéklánc is, amelynek lényege, hogy az LNG-t helyben (a kútnál) cseppfolyósítják, kisméretű ipari telepen.¹⁰ Ebben az esetben az LNG költségének meghatározása a kútnál jóval egyszerűbb: a mindenkori földgázárhoz kell hozzáadni a cseppfolyósítás költségét.

4. Közúti szállítmányozás az Európai Unióban

Mielőtt részletesebben kifejténénk az értéklánc elemeit, érdemes bemutatni az európai szállítmányozás jelenlegi helyzetét, hogy lássuk, mi az a kiindulási állapot, amihez képest a változás várható.

A közúti szállítmányozás hozzávetőlegesen tízszer nagyobb energiafelhasználású, mint a vasút és körülbelül százszor akkora, mint a vízi közlekedés. Erre leginkább magyarázatot a háztól-házig gyors és rugalmas szállítmányozás ad. Számtalan kezdeményezés irányult az Európai Unióban a közúti közlekedés visszaszorítására, főként a vasút javára, ám egyik sem

¹⁰ Arteconi et al. [2010] 2005.o.

ért el számottevő eredményt, és a belső piacok integrációjának szorosságát továbbra is a közúti forgalom részaránya mutatja legjobban.¹¹

Table 2.4.1: Final energy consumption, by sector (Mtoe)

	Total		Industry		Transport		Residential		Services	
	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011	2001	2011
EU-28	1 150	1 109	330	288	346	366	303	275	128	141

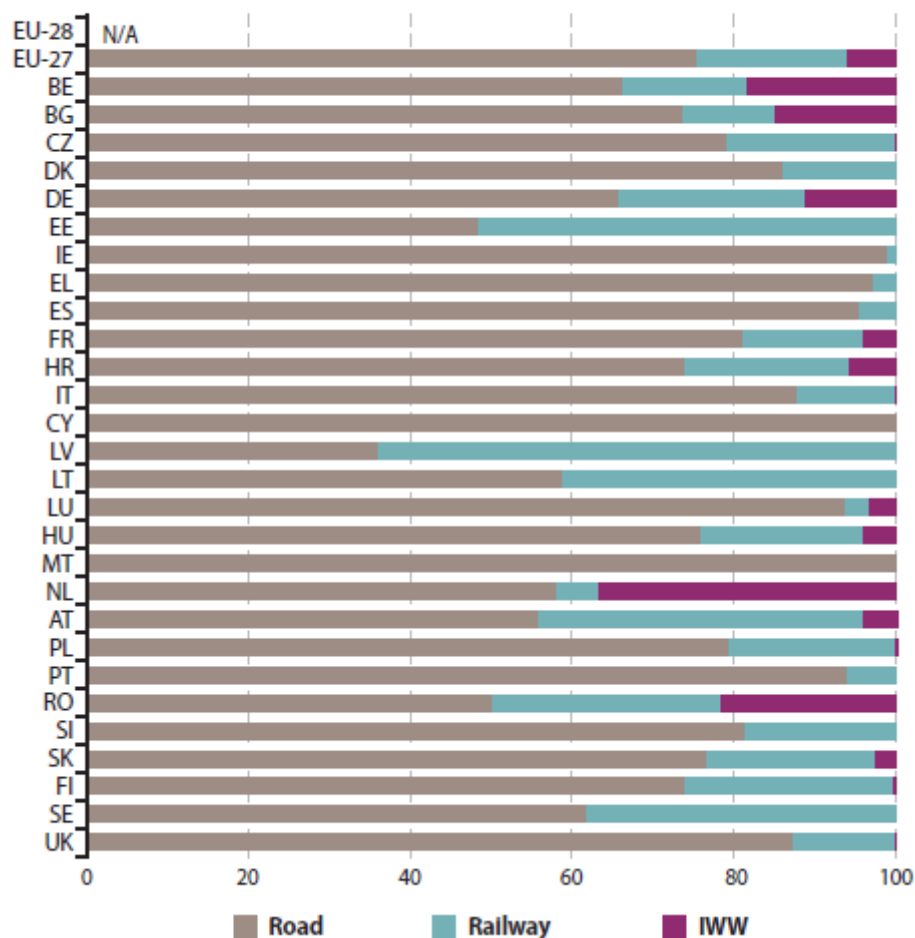
3. ábra: A közlekedés részaránya az energiafogyasztásból az EU 28-ban hozzávetőlegesen egyharmad.
Forrás: Eurostat (2013)

A szállítmányozási szektor energiafogyasztása az EU 28-ban hozzávetőlegesen egyharmada a teljes energiafogyasztásnak. (A fentebbi táblázatból számítva.) Természetesen a szállítmányozás magába foglalja a személyi és teherszállítmányozást, illetve azokon belül a különböző szállítmányozási formákat, úgynevezett modalitásokat.

A közúti közlekedés rendelkezik a legmagasabb energiafogyasztási részaránnyal, az EU-27-ben 78%-kal a közlekedési módok közül. (Lásd a lenti táblázatot.)

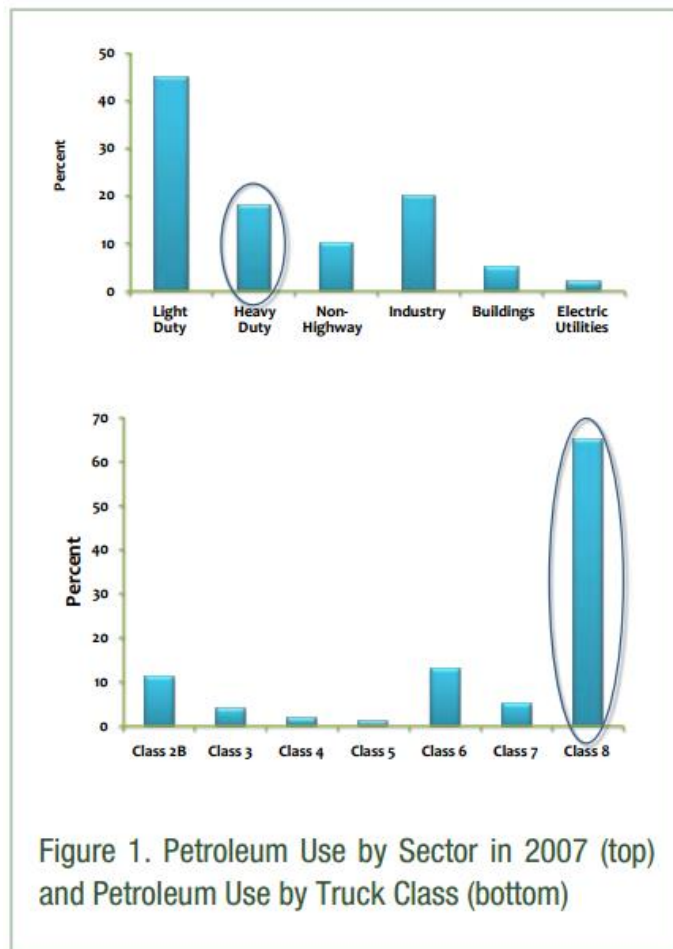
¹¹ Proost-Dender [2010] 17.o.

Figure 3.2.2: Modal split of inland freight transport, 2011 (% of total inland freight tonne-km)



4. ábra: A közúti közlekedés részaránya a közlekedési módok közül
Forrás: Eurostat (2013)

Tömeg szerinti kereskedelmi szállítási arányokat tekintve jelentősen javul a helyzet, azaz nagyjából 77%-ra esik a közúti szállítmányozás aránya a többi móddal szemben.

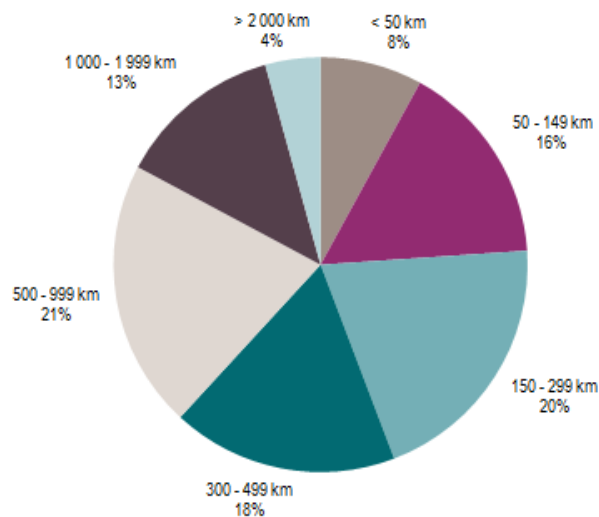


5. ábra: A szállítmányozás részaránya a szénhidrogén alapú energiafogyasztásból az U.S.A.-ban hozzávetőlegesen kétharmad. (Felső ábra, a szállítmányozás arányát a Light Duty és a Heavy Duty. vagyis a kis és a nagy tehergépjárművek arányának összege adja meg.)

Forrás: US Department of Energy, (2007) 1. o.

A fenti adatokból lehet következtetni, hogy a szállítmányozás, mint gazdasági szektor nagyon koncentrált. Relatíve kevés tehergépjármű számra magas energiafogyasztás hárul, és sok esetben útvonal szempontjából is az autópályákra és autóutakra koncentrálódik forgalmuk.

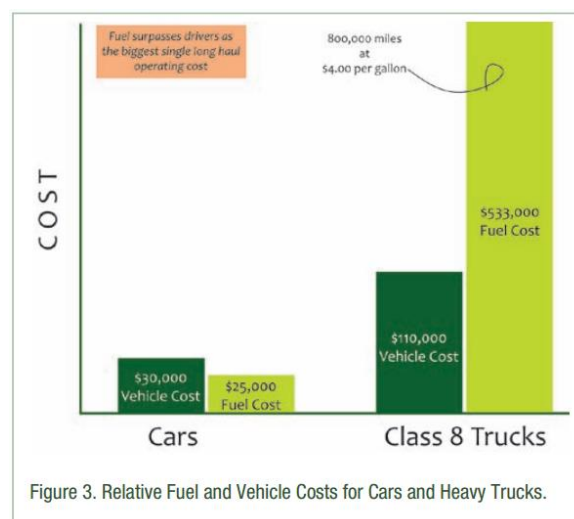
A szállítmányozás koncentráltága teszi lehetővé, hogy az LNG mint új hajtóanyag elterjedjen, hiszen egyetlen beruházónak, akár egyetlen nagy szállítmányozóval megéri szerződni és kúthálózatot létre hozni.



(1) EL and UK: 2010 instead of 2011.

6. ábra: EU 27 szállítmányozási megoszlás, napi átlagos megtett kilométer szerint.
Forrás: Eurostat (2012)

Az európai teherszállítmányozás átlagos megtett út szerinti megoszlása szempontjából rövid és középtávú napi megtett utak vannak túlsúlyban. A fenti statisztika jelentős részét a kis tehergépjárművek teszik ki, azaz 3,5 tonna összsúlyt nem meghaladó járművek, amikkel a tanulmányban nem foglalkozunk, így a fenti megoszlás, csak irányadó a teljes szektor körképéhez.



7. ábra: A hosszú távú szállítmányozásban (Class 8 Trucks) az üzemanyagköltség jóval meghaladja a jármű költségét. Forrás: US Department of Energy, (2007) 1. o.

A fenti két ábra mutatja fogyasztói oldalról, hogy mit is jelent a koncentrált, intenzív használatnak kitett teherautókra beruházni. Magas éves használat mellett, pár év alatt a változó költségek nagy részét kitevő üzemanyagköltség túlszárnyalja, az összes többi fix és proporcionális költséget. Tehát egy teherautó élettartama alatt fellépő kezdeti beruházási költség, motorfelújítás, váltó felújítás, fékek és abroncsok cseréje együttesen sem haladják meg az üzemanyagköltség ötödét.

Beruházási szemléletet követve az újdonságot jelentő LNG technológia kezdeti többletköltsége az olcsóbb LNG üzemanyag költséggel kerül összehasonlításra.

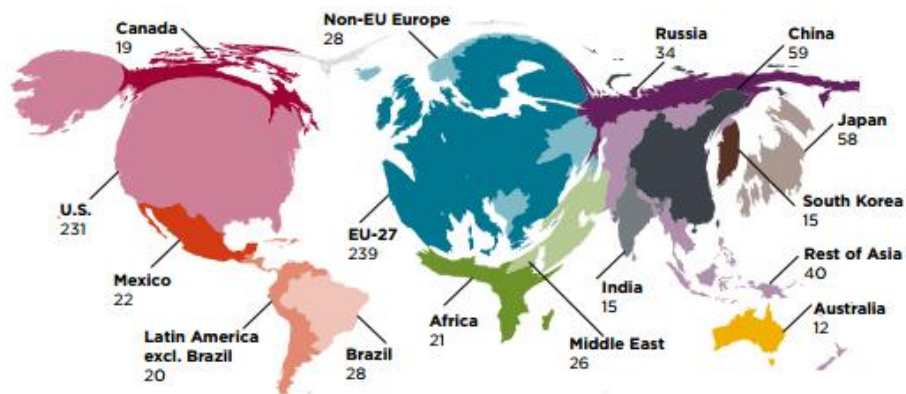
Vizsgálatunk központjában tehát azért az LNG üzemű teherautók állnak, mert a fogyasztók koncentrálttsága, az ellátó infrastruktúra koncentrálttsága, egy-két éven belül lehetővé teszi technológiai váltást a teherszállítmányozás iparági sajátosságait kihasználva, és energiafogyasztást tekintve is magas a részarányuk az iparági energiamixekből.

Mindezen túl Európa várhatóan megőrzi vezető szerepét a nehéz (3,5 tonna összsúlyt meghaladó) tehergépjárművek piacán 2030-ig.

2 NUMBER OF VEHICLES

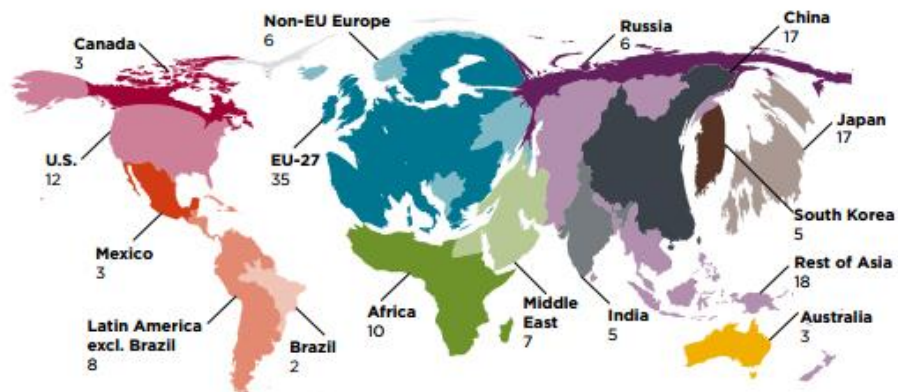
2010

Light-duty vehicle stock (in million vehicles)



2010

Heavy-duty vehicle stock (in million vehicles)



8. ábra: 3,5 tonna összsúlyt meghaladó tehergépjárművek száma. forrás: ICCT(2013) 10.o.

III. LNG: a kitermeléstől a kutakig

A következőkben végigvesszük, melyek a legfontosabb felmerülő költségek az LNG esetében a kitermeléstől egészen a kutakig, hogy ebből a végén megállapíthassunk egy lehetséges árat euró/kg-ban. Az értéklánc egyes elemeinél a legfontosabb költségekre redukáljuk az ismertetést. Mivel még így is nagyon sok különféle paramétertől függ az egyes költségek nagysága, s ehhez ráadásul nagyon korlátozottan álnak rendelkezésre adatok, ezért minden résznél jelöltük azokat a határokat, amin belül a költségek többnyire változni szoktak. Az ismertetésnél két tényezőre helyeztünk nagyobb súlyt, mivel ezek az LNG-értéklánc specifikumai: a cseppfolyósítás és a hajóval való szállítás.

A teljes értékláncra jellemző adatokat (kitermelés, cseppfolyósítás, szállítás, visszagázosítás) a következő táblázat tartalmazza:

Element	Capital cost (\$ billion)	Cost of service (\$/million Btu)
Field development	\$1.3	\$0.8
Liquefaction	\$1.6	\$1.22
Tankers	\$1.6	\$0.98
Regasification	\$0.5	\$0.39
Total	\$5.0	\$3.39

9. ábra: LNG értéklánc referencia adatai, forrás: Bhattacharyya (2011) 371.o.

A továbbiakban ennek a táblázatnak az adatait kezeljük referenciaként, így fogunk rájuk hivatkozni az egyes értéklánc-elemeknél.

A következő lépésekben megnézzük, egyéb, disztíngváltabb forrásokból milyen költségek adódnak az egyes lépésekre.

1. Kitermelés

A kitermelés költsége alatt tulajdonképpen három különböző területen merülnek fel költségek:¹²

¹² Péntek [2013]

- **Kutatás:** az előzetes felmérések tartoznak ide, mint például a szakirodalom átvizsgálása, szeizmikai vizsgálat és a kutatófúrás.
- **Mezőfejlesztés:** a földgáz kitermelésére rengeteg módszer létezik, s ezek árazása is rendkívül sokféleképpen történhet. Árban talán a legnagyobb különbség az, hogy szükség van-e külső energia befektetésére (elsődleges művelés), vagy elegendő az adott földtani „rétegenergia” (javított vagy fokozottan javított művelés). Mindkét alapvető módszeren belül számtalan egyéb eljárás létezik¹³, ezek árazása természetesen rendkívül különböző lehet.¹⁴
- **Termelés:** a folyamatos üzemvitel költségei merülnek fel itt, melynek természetszerűleg részei a rendszeres és a rendkívüli karbantartási költségek is.

A fent felmerülő problémák és különbségek miatt nem néztük meg külön az egyes elemek költségeit, hanem a kitermelés összes költségére vonatkozóan az EIA (U.S. Energy Information Administration) adatait vettük mérvadónak; ezek a következők (a táblázatban az eredetileg barrel-olaj egyenértékre megadott árakat átváltottuk MMBtu-ra)¹⁵.

	Kiemelési költség	Kutatási költség	Teljes kitermelési költség
	USD/MMBtu		
USA	2,195	3,888	6,083
Kanada	2,286	2,175	4,461
Afrika	1,858	6,308	8,166
Közel-Kelet	1,782	1,259	3,041
Közp- és Dél-Afrika	1,119	3,681	4,800

10. ábra: Földgáz kitermelés költsége 2007-2009, forrás: EIA.GOV (2013), saját fordítás

A táblázatban külön kiemeltük a számunkra legfontosabb tényezőt, a szűkebb értelemben vett kitermelési költséget. Jól látható, hogy ez kb. 1-2 USD/MMBtu érték közt ingadozik, ami némileg több mint a korábbi táblázatban szereplő 0,8 USD/MMBtu.

2. Cseppfolyósítás

A földgáz cseppfolyósítására alapvetően két markánsan különböző módszer létezik: a szárazföldön való cseppfolyósítás és a hajón való cseppfolyósítás. Ez utóbbi egy viszonylag új technológia, amelyről kevés információ áll rendelkezésre, éppen ezért az előbbit vettük

¹³ Elsődlegesen belül pl. vízszintes irányú kút kiépítése, réteg repesztése, a külső energia befektetéses eljárásokon belül pl. víz vagy inert gáz besajtolása. Ezeknél nem csak az infrastruktúra nagyobb beruházási költsége, de a segédanyag változó költsége is felszámítandó.

¹⁴ Pápay [2004]

¹⁵ 1 barrel olaj egyenérték (boe) nagyjából 5,55 MMBtu-nak felel meg

figyelembe a kalkuláció során. Érdekes ugyanakkor azt is megjegyezni, hogy mindezen túl 2012 végén már hét különböző technológia létezett világszerte, ami a cseppfolyósítók elterjedését és diverzifikációját jól jelzi.¹⁶

A cseppfolyósítás számos részfolyamatból áll, ezek közül a legfontosabbak:¹⁷

1. Szennyező anyagok eltávolítása és reprocessálás (pl. higany, szén-dioxid, kén, propán, bután, víz elvonása)
2. Hűtés
3. LNG tárolása, és hajóban való feltöltése

Az egyes részfolyamatokhoz nem találtunk konkrét összegeket, de az egész egység beruházási és a cseppfolyósítási költségeire vonatkozóan már vannak adatok.

A beruházási költségről elmondható, hogy az utóbbi években egyre nőttek, s a világ egyes részein elég különbözőek lehetnek (400-1300 USD/tonnáig terjed a skála).¹⁸ A mi szempontunkból sokkal lényegesebb a cseppfolyósítás költsége, ezt az Energydynamics egyik régebbi kiadványa a következőképpen határozta meg:

<i>tőkeköltés</i>	0,774	USD/MMBtu
<i>üzemanyag költsége</i>	0,086	USD/MMBtu
<i>adók</i>	0,161	USD/MMBtu
<i>üzemeltetési költség</i>	0,215	USD/MMBtu
Összesen	1,236	USD/MMBtu

11. ábra: Cseppfolyósítás költsége, forrás: Energydynamics (s.a.) 27.o.

A táblázat kapcsán érdemes kitérni az átváltásokra, ugyanis beszámolónk során többször is kellett sok lépésből álló átváltásokat végezni. Ezek két okból fontosak: egyrészt hibaforrás lehet, hogy sokszor kerekítésekkel számoltunk, másrészt nagyon is jellemző az iparágra. A jelenlegi táblázat adatait USD/Mcf-ről kellett átváltani. Az Mcf a cubic feet, vagyis „köbláb” ezerszerese, tehát térfogategység az általunk referenciaként kezelt MMBtu pedig energiaegység. Az átváltás során azonban nem a földgáznál sokkal nagyobb energiasűrűségű LNG fűtőértékét, hanem a földgázét vettük alapul (feltételezve, hogy az Mcf a még cseppfolyósítatlan földgázra vonatkozott)¹⁹.

¹⁶ IGU [2013] 19.o.

¹⁷ Energydynamics [s.a.] 23.o.

¹⁸ IGU [2013] 20.o.

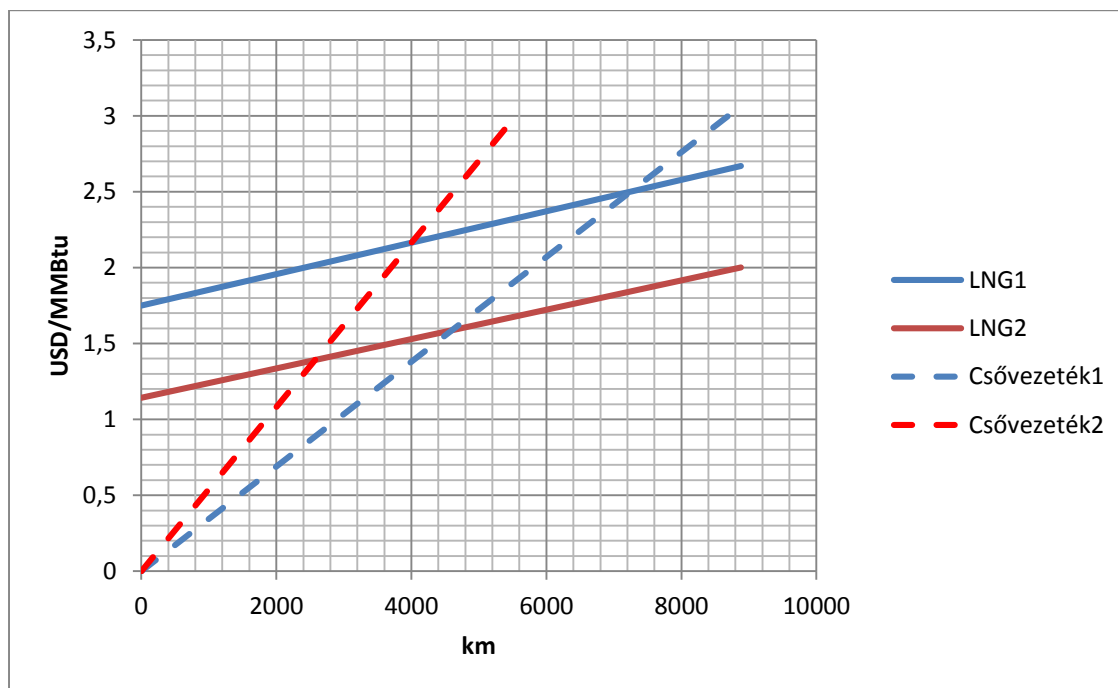
¹⁹ Így a

Az eljárásunk helyességét igazolja az is, hogy a végeredmény az első tizedes jegyig megegyezik a referencia táblázatban szereplővel, így a továbbiakban a cseppfolyósítás költségét 1,2 USD/MMBtu-nak fogjuk venni.

3. Szállítás hajón

Az LNG szállítására kialakított hajók legalább annyira diverzek, mint a kitermelő kutak. Alapvetően két típust szokás megkülönböztetni: a „hagyományost”, ebbe a csoportba tartozik pl. a Moss cég hajója (négy gömb alakú tartályban tárolják a földgázt), és a „nem-hagyományost”, ide soroljuk pl. a jóval nagyobb méretű Q-szériát. A különbségtétel oka a méreten túl az, hogy a második csoportba tartozó hajókon többnyire már visszagázosítás is zajlik, ez pedig megváltoztatja az értékláncot.²⁰

Az LNG-szállítás költségeinek felbecslésénél két tanulmányt vettünk alapul, ezeket az egyszerűség 1-es és 2-es számmal különböztettük meg egymástól.²¹ A tanulmányokban különböző távolságokra (tengeri mérföld, mérföld) adták meg az adatokat, ezeket km-be váltottuk át, és a két eredményt egy diagramon ábrázoltuk. Fontos megjegyezni, hogy az eredeti diagramokhoz nem voltak megadva adatsorok, és az értékeket csak közelítve lehetett leolvasni; azonban, mivel az egész számítás közelítéseken alapul, ez az újabb közelítés nem jelent különösebb problémát.



²⁰ IGU [2013] 30-31. o.

²¹ 1-es index: Cornot-Gandolphe [2003] 13.o., 2-es index: Bhattacharyya [2011] 372.o.

Látható, hogy a két becslés esetén két markánsan különböző megoldást ad arra a kérdésre, hány km felett éri meg inkább LNG-hajóval, mint csővezetéken szállítani a földgázt. Az 1-es esetben kb. 2500 km-nél van a két egyenes metszéspontja, míg a 2-es esetben 7000 km felett. A két szélsőséges érték közt jó kompromisszum lehet a kurzuson is említett 4000 km,²² különösen, mivel a 2-es eset egy frissebb felmérésen alapul.

Az is nagyon jól látszik a diagramból, hogy a költségek 1-2,5 USD/MMBtu közt változnak a távolság függvényében, ami szintén meghaladja a referencia táblázatban jelzett 0,98 USD/MMBtu-t.

4. Szállítás közúton

A hajóval a kikötőbe megérkező LNG-t még el kell juttatni a kutakhoz. Habár léteznek már az LNG közúti szállításával foglalkozó cégek, ezek szállítási költségeiről nem sikerült adatot találnunk, s mivel a referenciatáblázat a hagyományos LNG értéklánccal foglalkozik, amelyben a tengeri szállítás utána visszagázosítás következik, így ott sincsen adat. Ezen a ponton tehát egy elméleti közelítéssel kellett élnünk. A következőből indultunk ki: mivel az LNG közúti szállítmányozása létezik, ezért versenyképesnek kell lennie a másik szárazföldi szállítási móddal, a vezetékes szállítással. Tehát nem tévedünk nagyot, ha ennek a költségét vesszük alapul, s az erre vonatkozó adatokat a 11. ábráról olvassuk le. Európa méreteiből kiindulva szállítási út maximumaként 3000 km-t vettünk: így csővezeték1 esetében az ár 0-1 USD/MMBtu, csővezeték2 esetében 0-1,6 USD/MMBtu közt van.

5. Összes költség a kitermeléstől a kútig

Most már az eddigiek alapján meghatározható egy sáv, amin belül a költségek mozognak. Az értéklánc egyes elemeinek a költségeit összeadva 3,22-6 USD/MMBtu adódik. Mint láttuk, azok a részek, amelyek a referenciaszámításban is szerepeltek, az általunk kalkuláltaknál minden esetben alacsonyabbak voltak, így elmondható, hogy a számításban a biztonság felé tértünk el.

A továbbiakban azonban nem dollárban és nem MMBtu-ban lesz szükség a költség adatokra, így a kapott összeget még át kell váltani euro/kg-ra. A dollár-euró árfolyamot 0,73

²² Kaderják [2013]

EUR/USD-n számolva,²³ és az LNG energiasűrűségét 50 MJ/kg-nak véve²⁴ tehát 0,11-0,20 euró/kg adódik. Legrosszabb lehetőséggel számolva, s az esetlegesen kihagyott egyéb tényezőket (pl. termeléstől cseppfolyósításig tartó szállítás költsége) figyelembe véve 0,25 euró/kg ár tűnik reális becslésnek.

²³ XE.COM [s.a.] (2013.12.08. 08:00 UTC szerinti árfolyam)

²⁴ Arteconi-Polonara [2013] 504.o.

IV. LNG Teherautó mint befektetési döntés

Azok a vállalatok, akik teherautót vásárolnak, pontos funkció, (hűtött áruszállítás, túlméretes áruszállítás, állat szállítás vagy épp konvencionális szállítmányozás), pontos várható terhelés (tonna), pontos útvonal karakterisztika (lokális disztribúció, hosszú távú szállítmányozás) tudatában befektetési döntést hoznak.

A befektetési döntés fókuszában két standard funkcióspecifikációnak megfelelő jármű áll, amely a hasznos terhet, a menetkarakterisztikának megfelelően, a lehető legolcsóbban képes célba juttatni.

Vizsgálatunk során, hogy megállapítsuk az LNG teherautóhoz tartozó versenyképes LNG kilogramm árat, összehasonlítást végeztünk két tipikus dízel hajtáslánc kiváltására. A tipikus hajtásláncokat szembeállítottuk a többletköltséggel rendelkező LNG technológiát, annak minden előnyével és hátrányával. A két tipikus hajtáslánc, amely a közúti teherszállítmányozás kétharmadát lefedi: a hosszú távú szállítmányozásra jellemző nagyteljesítményű hajtáslánc, és a lokális disztribúcióban használt közepes teljesítményű hajtáslánc.

A fenti két szállítmányozási archetípust több különböző MAN típusú motor karakterisztikáján keresztül vizsgáltuk, az alábbiakban viszont csak két típust jelenítünk meg az érthetőség kedvéért. Első lépésben a szokványos dízel üzemű hajtáslánc adataiból kiindulva (kék terület a számításban) dízel fogyasztási adatokat számoltunk g/óra 85%-os névleges teljesítményből l/óra 85% névleges teljesítményre.

Karakterisztika	Mértékegység	MAN D0834	MAN D2676
Motor típus		LFL68	LF25
Névleges teljesítmény	kW	162	353
Minimális üzemanyag fogyasztás	g/kWh	199	186
Motor hatékonyság	[g/1kWh]/[g/kWh]	0,42	0,45
Üzemanyag fogyasztás	l / h 85% névleges teljesítmény	32,94	67,08
LNG Motor hatékonyság		0,46	0,50
LNG üzemanyag egyenértékes	kg / h 85% névleges teljesítmény	21,65	44,09
1 kg LNG dízel értéke	l diesel	1,52	1,52
1 kg LNG maximális alternatív értéke	€ / kg	1,74	1,76

12. ábra: MAN hajtásláncok LNG fogyasztás és érték egyenértékese.

Források: MAN Engines (s.a.b), U.S. Department of Transportation (2007), GREEN CAR CONGRESS (2012), COYLE, DR. MICHAEL (2007), GROOM, NICHOLA (2013), saját elemzés

A dízel fogyasztási adatoknak az LNG egyenértékesítést képeztük az LNG motor magasabb energiahatékonyságát figyelembe véve. (körülbelül 10-20%-kal hatékonyabb a gázüzemű égés, jelen esetben 10%-kal jobb hatékonyságot vettünk alapul) Majd átváltási arányt adtunk 1 kg LNG és 1 liter dízel között. (1,52) Ez a szám azt mutatja meg, hogy a dízel hajtáslánc 85%-os névleges teljesítmény melletti energiaszükségletét, ha LNG-vel próbálnánk meg pótolni, akkor 1 kg LNG hány liter dízel olajat váltana ki. (A táblázatban az általunk számított, becsült adatok zöldek, a lényeges sarokszámok pedig narancssárgák, vagy pirosak.) Egy kilogramm LNG maximális alternatív értéke az átváltási arány és a dízelár szorzataként kapható meg. Önmagában a jobb hatásfokú égés a motorban jobb helyettesítési árat ad, de egy kg LNG energiatartalma is magasabb mint egy liter dízel olajé, ami szintén növeli az átváltási arányt és vele az alternatív értéket is. Az alternatív érték képezi a számítás alapját, mert 1 kg LNG üzemanyag + technológiai költség fajlagosítva ennél csak alacsonyabb lehet, ha a dízel üzemű hajtásláncot ki akarja váltani.

Karakterisztika	Mértékegység	MAN D0834	MAN D2676
Motor típus		LFL68	LF25
Élettartam alatt megtett kilométer	km	567000	1235500
Élettartam LNG helyettes fogyasztás	kg	141195,6	484960,90
Élettartam üzemanyag költség 85% névleges teljesítményen	€	236015	700214,73
Belső égésű hajtásrendszer költsége	€	81000	176500
Plusz költség LNG hajtásrendszeren	€	32400	70600
LNG hajtásrendszer költsége	€	113400	247100
LNG karbantartás költség	€	239557,5	521998,75
Belső égésű hajtásrendszer karbantartás költség	€	145293,75	316596,88
Karbantartás megtakarítás LNG rendszeren	€	-94263,75	-205401,9
Össz. LNG hajtásrendszer többlet költség	€	126663,75	276008,1
LNG hajtásrendszer többletköltsége 1 kg LNG-n.	€ / kg	0,9	0,54

13. ábra: MAN hajtásláncok LNG technológiai többletköltsége fajlagosítva 1 kg LNG-re.

Források: MAN Engines (s.a.b), U.S. Department of Transportation (2007), GREEN CAR CONGRESS (2012), COYLE, DR. MICHAEL (2007), GROOM, NICHOLA (2013), saját elemzés

A következő számítási feladat az LNG üzemű hajtáslánc és a dízel üzemű hajtáslánc beruházási költségeinek összehasonlítása volt, mert az LNG üzem többletköltségét az LNG kilogramm árára akartuk visszaterhelni. A számítás során a két jármű teljes élettartam alatt futott kilométeréből számított karbantartási költség és beruházási költség került fajlagosan 1 kg LNG fogyasztásra visszaosztva. Az LNG hajtáslánc magasabb beruházási és fenntartási

költséget igényel, mint a Dízel, ezért mind kisebb, mind nagyobb motorteljesítmény esetében rá kellett terhelni az LNG kilogramm árára.

Karakterisztika	Mértékegység		
		MAN D0834	MAN D2676
Motor típus		LFL68	LF25
LNG hajtásrendszer többletköltsége 1 kg LNG-n.	€ / kg	0,90	0,54
1 kg LNG maximális alternatív értéke – 1kg LNG hajtásrendszer többletköltsége (1kg LNG-re rendelkezésre álló keret)	€ / kg	0,77	1,13

14. ábra: MAN hajtásláncok esetén lehetséges maximális 1 kg LNG üzemanyag ár.

Források: MAN Engines (s.a.b), U.S. Department of Transportation (2007), GREEN CAR CONGRESS (2012), COYLE, DR. MICHAEL (2007), GROOM, NICHOLA (2013), saját elemzés

Az első táblázatban kiszámított fajlagos €1,74-1,76-ból levonva a technológia többletköltségét, egy olyan költségkeretet kapunk, amit az LNG kitermelésére, cseppfolyósítására és szállítására költhetünk.

Karakterisztika	Mértékegység		
Engine Model		LFL68	LF25
1 kg LNG becsült kútár	€ / kg	0,25	0,25
Maximális nyereség	€ / kg	0,52	0,88

15. ábra: MAN hajtásláncok lehetséges maximális nyeresége LNG kilogrammonként.

Források: MAN Engines (s.a.b), U.S. Department of Transportation (2007), GREEN CAR CONGRESS (2012), COYLE, DR. MICHAEL (2007), GROOM, NICHOLA (2013), saját elemzés

A rendelkezésre álló, LNG üzemanyagra elkölthető összegből levonjuk a tanulmány elején becsült €0,25-s árat és az így kapott összeg, a maximális elérhető nyereség az LNG üzemű teherautóra való átálláskor.

Azonban hibázunk, ha a fenti számítás alsó sorát tekintjük vezérelvnek a befektetői döntés meghozatalakor. A belső változókból, a szállítmányozók pontos igényéből kiderül, hogy a hosszú távú használat mellett a többletköltségek többsége a beruházás pillanatában jelentkezik, míg a megtakarítás a teljes élettartam évei alatt realizálódik.

Pontosabb közelítés végett a költségek nettó jelen értékét számoltuk ki eltérő km használat mellett, arányosítva a motorteljesítményhez, illetve eltérő élettartamot figyelembe véve. (10 és 20 év) A 10-20 év azért jó közelítés, mert 4-6 év használat után keletkezik maradvány értéke a járműveknek és egy tulajdonosnál akár 10-12 évet is lehet egy jármű.)²⁵

²⁵ U.S. Department of Transportation [2007] 16. o.

	É. 1.	É. 2.	É. 3.	É. 4.	É. 5.	É. 6.	É. 7.	É. 8.	É. 9.	É. 10.	É. 11		É. 20.
Lokális disztribúció													
Hajtásrendszer költség	81000,00												
Karbantartási költség/év	14529,375	14529	14529	14529	14529	14529	14529	14529	14529	14529	14529		
Üzemanyag költség/év	23601,60099	23602	23602	23602	23602	23602	23602	23602	23602	23602	23602		
NPV fajlagos karbantartási költség €/km	0,179979277												
NPV fajlagos üzemanyag költség €/km	0,292359381												
NPV fajlagos költség €/km	0,615195801												
Hosszútávú szállítványozás													
Hajtásrendszer költség	176500,00												
Karbantartási költség/év	15829,84375	42250	42250	42250	42250	42250	42250	42250	42250	42250	42250		42250
Üzemanyag költség/év	42848,98531	42849	42849	42849	42849	42849	42849	42849	42849	42849	42849		42849
NPV fajlagos karbantartási költség €/km	0,342294915												
NPV fajlagos üzemanyag költség €/km	0,367416237												
NPV fajlagos költség €/km	0,852568294												
Diszkont ráta	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07		0,07

16. ábra: Számítások Dízel üzemű hajtáslánc €/km árára
Forrás: Saját számítás

	É. 1.	É. 2.	É. 3.	É. 4.	É. 5.	É. 6.	É. 7.	É. 8.	É. 9.	É. 10.		É. 20.
Lokális disztribúció												
Hajtásrendszer költség	113400,00											
Karbantartási költség/év	23955,75	33800	33800	33800	33800	33800	33800	33800	33800	33800	33800	
Üzemanyag költség/év	3989,09542	3989	3989	3989	3989	3989	3989	3989	3989	3989	3989	
NPV fajlagos karbantartási költség €/km	0,402463532											
NPV fajlagos üzemanyag költség €/km	0,049413998											
NPV fajlagos költség €/km	0,65187753											
Hosszútávú szállítványozás												
Hajtásrendszer költség	247100,00											
Karbantartási költség/év	26099,9375	26100	26100	26100	26100	26100	26100	26100	26100	26100		26100
Üzemanyag költség/év	6408,532345	6409	6409	6409	6409	6409	6409	6409	6409	6409		6409
NPV fajlagos karbantartási költség €/km	0,223798551											
NPV fajlagos üzemanyag költség €/km	0,054951099											
NPV fajlagos költség €/km	0,47874965											
Diszkont ráta	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07		0,07

17. ábra: Számítások LNG üzemű hajtáslánc €/km árára
Forrás: Saját számítás

A nettó költség per kilométer számolás során a dízel tábla konzisztens, hiszen a felmerülő beruházási költség, éves karbantartási költség és az üzemanyag fogyasztás szorozva a dízel árral jelenti a pénzáramokat. A diszkontált pénzáramok a nulladik pontban leosztásra kerülnek az élettartam alatt megtett kilométerrel és így kapunk egy kilométerenkénti költséggrátát.

Az LNG hajtáslánc esetében €0,25 / kg becsült árral számoltunk.

Tekintve, hogy az újszerű technológia az LNG hajtásláncú teherautókban jelentősen megnöveli a karbantartási költséget a dízelhez képest, csak olcsóbb üzemanyag fogyasztással lehet költséghatékonyabb befektetésre szert tenni. Szerencsére az LNG üzemű hajtáslánc jobb energiakonverziója 1 kg LNG felhasználását hatékonyabbá teszi, így a megtakarítás is nagyobb, egy egységgel csökkentett LNG kg ár mellett.

A vizsgálat során az első esetben a 10 éves élettartam alatt, éves 56.700 km-en a dízel üzemű teherautó nettó €/km költsége 0,61, míg LNG üzemű teherautó esetén 0,65 €/km. Bár a különbség alacsony, mégsem indokolja az átállást, a kár a környezeti pozitív externáliák mellett sem.

Az első kategória alacsony, 3,5-18 tonnás terhelése, alacsony futott kilométer száma, és jármű költséghez képest magas technológiai költsége eredményezte, hogy 1 kg LNG €0,25-s áron nem versenyképes.

A további két kapott eredmény az elvárásoknak megfelelő volt mind a két megtett út kategóriában. Az éves szinten 123.550 km-t megtevő LNG üzemű nagyteljesítményű jármű 0,47 €/km ára jelentősen kedvezőbbnek bizonyult, mint a 0,85 €/km költségű dízel üzemű járműé.

A 123.550 km/év-es tulajdonság mellett 30-40 tonna hasznos teher mozgatása sokkal nagyobb energiafogyasztást igényel, így break-even ár is dinamikusabban konvergált a €0,25-s LNG kútárhoz.

Fontos megjegyezni, hogy példátlanul a lokális disztribúcióban valószínűleg versenyképes a CNG üzemű tehergépjármű, amelynek plusz technológiai költsége töredéke az LNG üzeműének.

A fentiek értelmében a hosszú távú teherszállítmányozás jól szervezett útvonalain megéri az áttérés LNG üzemű járművekre, amennyiben az LNG kg ára kevesebb, mint a fajlagos egyenértékes technológia pluszköltségektől megtisztított, rendelkezésre álló része.

V. Környezeti hatás

Az Európai Unió kitűzött célja, hogy csökkentse az üvegházhatású gázok kibocsátását. Mivel a közlekedési szektor jelentős részét teszi ki a kibocsátásnak (2006-ban az összes kibocsátás ötöde származott ebből a szektorból), ezért erre kiemelt figyelem fordult.²⁶ A „20-20-20-as” célok szerint 2020-ra az 1990-es szinthez képest 20%-kal kell csökkenteni az Unióban az üvegházhatású gázok kibocsátását.²⁷ A *„Zöld könyv: európai stratégia az energiaellátás fenntarthatóságáért, versenyképességéért és biztonságáért”* ezen túl azt is előre irányozza, hogy 2020-ig a hagyományos üzemanyag-fogyasztás 20%-át fel kell váltani alternatív megoldásokkal.²⁸

A fentebbi két célnak az LNG-hajtás tökéletesen megfelel, hiszen egyértelműen alternatív megoldásnak számít és az üvegházhatású gáz-kibocsátása is alacsonyabb, amint az a következőkben ismertetésre kerül.

Az üvegházhatású gázok csökkentése általában a CO₂ csökkentését jelenti, ezért is alakult ki világszerte a CO₂ kvóta-rendszer. (Annak ellenére, hogy a metán sokkal veszélyesebb üvegházhatással rendelkezik.) A földgáz égése – bármilyen formában (LPG, LNG, CNG) kerüljön is felhasználásra – önmagában kevesebb CO₂-kibocsátást eredményez, mint az olaj vagy a szén égése,²⁹ azonban az összetettebb CO₂ elemzéseknél érdemes életciklus-elemzést is végezni, mely az egész értéklánchoz köthető kibocsátásokat is figyelembe veszi.

Arteconi és társai egy részletes összehasonlító elemzést³⁰ végeztek a dízel- és LNG-hajtású tehergépjárművekre vonatkozóan. Három scenáriót néztek végig, három különböző értékláncot: (1) dízel, (2) az általunk is vizsgált LNG (LNG-TER), valamint (3) a helyben cseppfolyósított LNG (LNG-SSL). Az üvegházhatású gázok kibocsátásának mennyiségét a szakirodalomban használatos széndioxid-egyenértékben adták meg, ezt viszonyították az egyes teherautók által megtett km-hez. Eredményeiket a következő diagram foglalja össze:

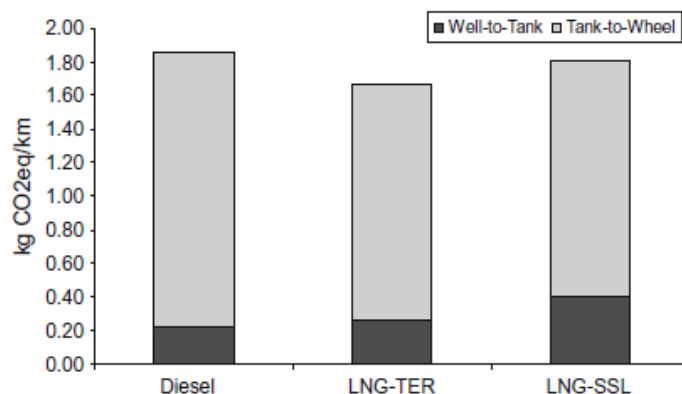
²⁶ Arteconi et al. [2010] 2005.o.

²⁷ EC.EUROPA.EU [s.a.]

²⁸ Arteconi et al. [2010] 2005.o.

²⁹ Kumar et al. [2011] 4265.o.

³⁰ Arteconi et al.[2010]



18 .ábra: egyes hajtások üvegházhatású gáz kibocsátása, forrás: Arteconi et al. [2010] 2011.o.

A diagramon jól látható, hogy az általunk vizsgált értékláncon alapuló LNG hajtású szállítmányozás valamivel kevesebb kibocsátást eredményez, mint a dízelhajtású, így az európai céloknak jobban megfelel. Az is látszik, hogy az üzemanyag tankig tartó ciklusban LNG-nél nagyobb a CO₂ kibocsátás, ezt azonban a második ciklus (a tulajdonképpeni üzemanyagként való felhasználás) ellensúlyozni tudja.

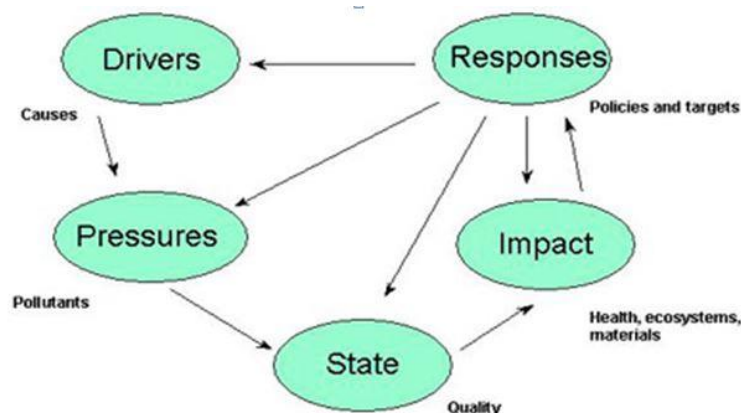
Az üvegházhatású gázokon túl számos egyéb, környezetre és emberre káros anyag kerül kibocsátásra egy üzemanyag esetében. Ezek közül kiemelendők a NO_x és SO_x gázok. Ezek aránya az olajban relatíve igen magas (NO_x: 448 ppb, SO₂ 1112 ppb, ahol a ppb jelentése parts per billion, vagyis 10⁻⁷-en százalék), ezzel szemben az LNG-re ugyanezek az értékek ugyanabban a sorrendben 99 és 1 ppb

A különbség már a NO_x esetén is egy nagyságrendet jelent, SO₂ esetén pedig három nagyságrendről van szó, ami nagyon jelentősnek tekinthető. Mivel az SO₂ felelős elsősorban a savas esőért, ezért ebből a szempontból az LNG megint csak előnyt élvez az olajjal szemben.

Végezetül jegyezzük meg, hogy egyetlen egy gáz esetében az LNG kibocsátás számszerűleg nagyobb, mint olaj esetén. Ez a gáz az üzemanyag nem tökéletes égéséből (az oxigén- vagyis levegőhiányos égésből) kialakuló CO. Kőolaj esetén ez, LNG esetén pedig. Az eltérés azonban olyan alacsony, hogy gyakorlatilag teljes mértékben figyelmen kívül hagyható.³¹

³¹ Kumar et al. [2011] 4270.-71. o.

Az LNG-hajtás környezeti előnyeit meg lehet közelíteni egészen más módszertan alapján is.³² A DSPIR-módszer (Drivers, Pressures, State, Impact, Responses) a fentebbi változók egymásra hatását vizsgálja az 19. ábrán látható módon.



19. ábra: DSPIR-módszer, forrás: Kerekes [s.a.] 16.dia

Mivel esetünkben a közlekedés (sőt, még ennél is szűkebb értelemben a szállítmányozás) került tüzetesebb vizsgálat alá, elegendő ezt az egy szektort tekinteni hajtóerőnek. A terhelésekről már az előbbieken volt szó, ezek a különböző kibocsátások., amelyek károsítják a fent álló levegőállapotot, s ezzel széleskörű negatív hatásokat váltanak ki.

A probléma mérséklésére, mint a 20. ábrán látható számtalan lehetőség adódik, ezek közül mi természetesen az alternatív tüzelőanyagokra való áttérést emeljük ki, mely egy konceptuális változtatást jelent, s a gazdasági előnyök miatt valószínűleg jóval hatásosabb, mint számos egyéb intézkedés (pl. irányelvek, szabályozások).



20. ábra: DSPIR-módszer, forrás: saját ábra Kerekes [s.a.] 17. dia alapján

VI. Várható részesedése az LNG üzemű tehergépjárműveknek az európai piacból

Számításainkkal összhangban az LNG várható szerepe a hosszú távú teherszállítmányozásban lesz. A hosszú távú szállítmányozást kiszolgáló utak főként autópályák és autótutak mentén létesülnek 2020-ig.

Tekintve, hogy a szállítmányozásnak ezen formája nagy földrajzi távolságokat fed le, a kúthálózatnak kell egy robosztusság, ami szükséges feltétele az LNG üzemű járművek maradéktalan használatának.

Az LNG nagy valószínűséggel csak a legnagyobb tehergépjármű kategóriában lesz versenyképes, így az LNG piacának becslését jó közelítéssel tesszük, ha csak ezt az egy kategória LNG elérhetőségét szűkítjük.

A teljes üzemanyag fogyasztás 20%-át kitevő teherszállítmányozás, 60-70%-át a legnagyobb kategóriába eső tehergépjárművek teszik ki³³ Üzemanyag fogyasztás terén 12-14% a maximális piaci potenciál.

A várható piaci részesedés tovább szűkül az új technológiából fakadó kiforratlan, tesztelés alatt álló megoldások kockázata miatt. A kockázat leginkább nehezebb szervizelhetőség (drágább), vagy lassabb szervizelhetőségben rejlik. Beárazva a technológiai kockázatot, magasabb dízel-LNG ár mellett lesznek hajlandók a szállítmányozók áttérni, esetünkben csökkenjen a várható piaci részesedés 20%-kal. Így 9,6-11,2%-ra módosul az üzemanyag piaci részesedés, amit az LNG megszerezhet.

Nagy hatékonyságbeli eltérés van a jól szervezett szállítmányozó vállalatok és a kis, és rugalmas helyi igényeket kielégítő szállítmányozók között. Valószínűleg a kis szállítmányozók rugalmasságának értéke tovább növekszik, ha nem váltanak LNG-re, így egy rés piacon megerősödhetnek, stabilizálva jelenlegi piaci pozíciójukat.

A fentiek szerint, a nagy szállítmányozók részesedéséből kiindulva tovább kell szűkíteni a piacot 2/3-ára, 6,4-7,5% üzemanyag piaci részesedésre.³⁴

³³US Department of Energy [2007] 1. o.

³⁴ Foster-Armstrong [2013]

VII. Összegzés

A dolgozatunkban a szállítmányozási szektor rövid bemutatása, és az LNG értéklánc ismertetése után, 0,25 €/kg becsült európai LNG kútárat kaptuk. Az 1 kg LNG értékét a szállítmányozásban, a dízel helyettesítővel szembeállítva 1,1 €/kg-os küszöb árat kaptunk. Ez alapján 1,1 €/kg alatt megéri a hosszú távú szállítmányozásban áttérni az LNG üzemű tehergépjárművekre. A diverz szállítmányozási karakterisztika és a magas technológiai költség következtében a 0,25 €/kg –os ár sem versenyképes a közúti szállítmányozás többi fajtájában.

A kiforratlan technológiára váltás és kúthálózat korlátai miatt, a teljes európai üzemanyag piacból 6,4-7,5%-os piaci részesedést jósunk az LNG hajtású teherautóknak.

Lehetséges további kutatási kérdés a CNG üzemű tehergépjárművek versenyhelyezete az LNG járművekkel.



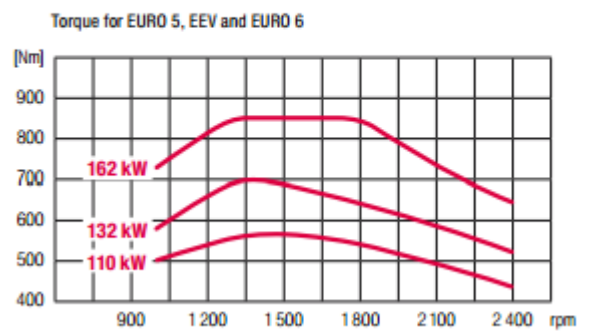
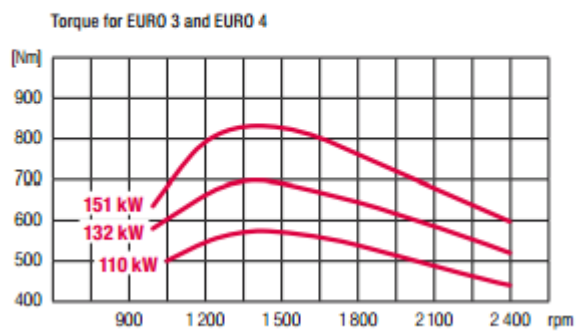
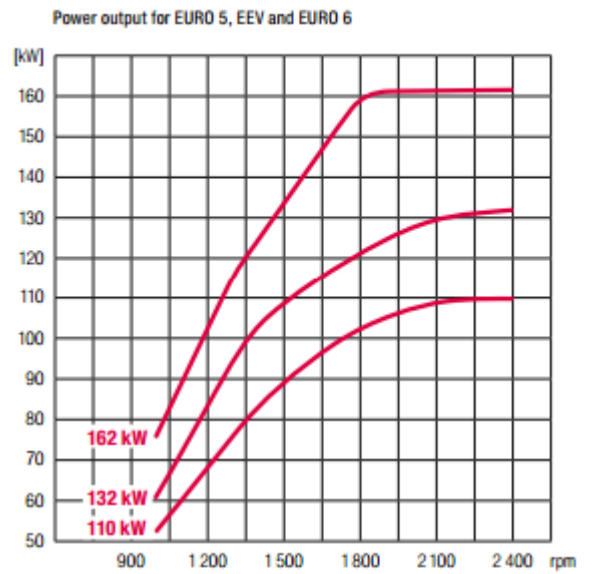
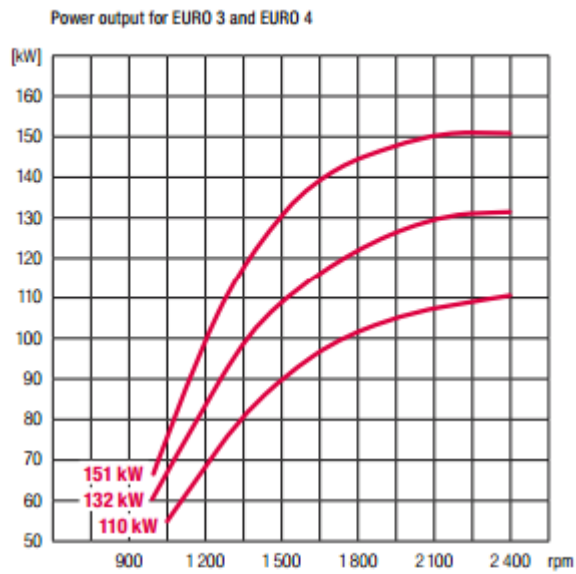
21. ábra: Tipikus lokális disztribúcióban használt közepes méretű tehergépjármű (bal), és hosszú távú szállítmányozásban használt tehergépjármű (jobb)

Forrás: Volvo [2013]

Mellékletek

Konstans		
Karakterisztika	Mértékegység	
Dízel ár (ÁFA nélkül)	€/ l	1,16
Átlagos elektromos áram ár	€/ kWh	0,035
Dízel Energia sűrűség	g / 1 kWh	84
Egy l dízel súlya (átlagos)	t	0,000832
LNG Energia hatékonysága (vs. Dízel)	-	1,3
LNG Enregia sűrűség	kWh / kg	13,7
Karbantartás költsége Dízel	€/ km	0,25625
Karbantartás költsége LNG	€/ km	0,4225

1. melléklet: Számítások során használt konstansok.
 Források: h2data.de (s.a.), energy.eu (s.a.), Gasum.com (s.a.)



2. melléklet: Számítások során használt Man motorkarakterisztikák
 Forrás: MAN Engines (s. a.a) 10.o.

Irodalomjegyzék

- API.ORG [s.a.]: *Facts About Shale Gas*, letöltés helye: http://www.api.org/policy-and-issues/policy-items/exploration/facts_about_shale_gas, letöltés ideje: 2013.12.07.
- ARTECONI, A.- BRANDONI, -EVANGELISTA, D. – POLONARA, F. [2010]: *Life-cycle greenhouse gas analysis of LNG as a heavy vehicle fuel in Europe*, in: *Applied Energy* 87., 2005-2008.o.
- BAKER, H. - CORNWELL, RICHARD- K., ENRICO- PATTERSON, J. [2009]: *Review of Low Carbon Technologies for Heavy Goods Vehicles – Annex 1*, letöltés helye: <http://www.lowcvp.org.uk/assets/reports/090715%20Review%20of%20low%20carbon%20technologies%20for%20heavy%20goods%20vehicles.pdf>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- BELLVER, A. [2012]: *The History of LNG*, in: *Stream LNG Papers*, letöltés helye: <http://www.streamlng.com/servlet/ficheros/1297114316513/430%5C348%5CTheHistoryofLNG20120327.pdf>, letöltés ideje: 2012.12.07.
- BHATTACHARYYA, S. C. [2011]: *Energy Economics – Concepts, Issues, Markets and Governance*, Springer-Verlag, London
- BIHARI PÉTER [1998]: *Energetika II.*, kézirat, letöltés helye: <ftp://www.energia.bme.hu/pub/energ/energetika2.pdf>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- CAMERON, D.- WITH, H. M. - SKJERVEN, Ø. – HYLLSETH, M. AND KER, P. MANNSA [2005]: *Integrated Distributed Dynamics Simulation of The LNG Value Chain*, in: *Chemical Engineering Research and Design*, június
- CORNOT-G., SYLVIE – APPERT, O.– DICKE, RALF – CHABRELIE, M.-F.– ROJE, A. Y [2003]: *The Challenges for Further Cost Reductions for New Supply Options (Pipeline, LNG, GTL)*, 22nd World Gas Conference, 1-5 Jun, Tokyo, letöltés helye: http://www.cedigaz.org/Fichiers/pdf_papers/challenge%20of%20further.pdf, letöltés ideje: 2013.12.07.
- COYLE, DR. M. [2007]: *Effects of Payload On The Fuel Consumption of Trucks*, Department for Transport, letöltés helye: <https://www.google.hu/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.freightbestpractice.org.uk%2Fdownload.aspx%3Fpid%3D2995%26action%3Dsave&ei=xEejUvDLIKmCyQO4l4D4Bg&usg=AFQjCNE9Jq-osxSrNaL2NvxcNmhsaRlMGw&sig2=SiemdwTsKTwnubYeqpE8QQ>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- EC.EUROPE.EU [2013]: *The EU Climate and Energy Package*, letöltés helye: <http://ec.europa.eu/clima/policies/package/>, letöltés ideje: 2013.12.08.

- EIA.GOV [2012]: *How much does it cost to produce crude oil and natural gas?*, letöltés helye: <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=367&t=5>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- ENERGY.EU [s.a.]: *Fuel Prices*, letöltés helye: <http://www.energy.eu/fuelprices/> letöltés ideje: 2013.12.07.
- ENERGYDYNAMICS [s.a.]: *Understanding Today's Global Energy Business*, letöltés helye: <http://www.energdynamics.com/Gas-Industry/Understanding-Todays-Global-LNG-Business-Book.asp>, letöltés ideje: 2013.12.08.
- EUROSTAT [2013]: *Energy, Transport and Environment Indicators*, European Commission, letöltés helye: <http://ec.europa.eu/eurostat>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- EUROSTAT [2012]: *Road freight transport statistics*, European Commission, letöltés helye: <http://ec.europa.eu/eurostat>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- EXCELERATE.COM [s.a.]: *Excelerate's FSRU's/SRVs*, letöltés helye: <http://www.excelerateenergy.com/excelerates-fsrussrvs>, letöltés ideje: 2014.01.26.
- FOSTER, T. A. ÉS ARMSTRONG, R. [2013]: *Top 25 Third-Party Logistics Providers Extend Their Global Reach*, in: *Supply Chain Brain*, letöltés helye: <http://www.supplychainbrain.com/content/sponsored-channels/kenco-logistic-services-third-party-logistics/single-article-page/article/top-25-third-party-logistics-providers-extend-their-global-reach/>, letöltés ideje: 2013.07.08.
- GASUM.COM [s. a.]: *LNG Reduces Emissions and Burns More Efficiently in Engines*, letöltés helye: <http://www.gasum.com/products/lng/Pages/Properties.aspx>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- GREEN CAR CONGRESS [2012]: *Volvo launching 13-liter heavy-duty LNG engine with Westport HPDI injection in 2014; CNG and DME potential* 18 May 2012, letöltés helye: <http://www.greencarcongress.com/2012/05/volvo-20120518.html>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- GROOM, N. [2013]: *Analysis: Thrifty truckers wary of pricey natural gas vehicles*. Los Angeles, Fri. Mar. 22, 2013 10:16am EDT, letöltés helye: <http://www.reuters.com/article/2013/03/22/us-trucks-natural-gas-idUSBRE92L07620130322>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- H2DATA.DE [s.a.]: *Hydrogen Data*, letöltés helye: <http://www.h2data.de/>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- IGU [2013]: *World LNG Report 2013*, letöltés helye: http://www.igu.org/gas-knowhow/publications/igu-publications/IGU_world_LNG_report_2013.pdf, letöltés ideje: 2013.12.08.
- ILYÉS MÁRTON [2012]: *Hálózatos iparágak elméleti megközelítése*, szóbeli közlés, Rajk László Szakkollégium, Hálózatos iparágak kurzus

- KADERJÁK PÉTER [2013]: *A földgáz egyes jellemzői; gázipari értéklánc*
A globális gázpiac főbb trendjei , szóbeli közlés, Rajk László Szakkollégium, Új gázpiaci modell kurzus
- KEREKES SÁNDOR [S.A.]: *Anyagok körforgása és hatásuk az emberre*, egyetemi előadás, Budapesti Corvinus Egyetem
- KUMAR, SATISH, HYOUK-TAE KWON, KWANG-HO CHOI, WONSUB LIM, JAE HYUN CHO, KYUNGJAE TAK, IL MOON [2011]: *LNG: An eco-friendly cryogenic fuel for sustainable development*, Applied Energy 88.
- MAHAPATRA, L. [2013]: *Gas Prices At The Pump: Europeans Pay Almost Twice As Much As US Residents*, letöltés helye: <http://www.ibtimes.com/gas-prices-pump-europeans-pay-almost-twice-much-us-residents-1322727>, letöltés ideje: 2014.01.26.
- MAN ENGINES [s. a.a]: *On-Road: Diesel engines, axles and transfer cases for trucks*, letöltés helye: http://www.man-engines.com/media/content_medien/doc/OnRoad_Lkw_EN_131112_screen.pdf, letöltés ideje: 2013.12.07.
- MAN ENGINES [s. a.b]: *On-Road: Truck Product Range*, letöltés helye: http://www.man-engines.com/media/content_medien/doc/OnRoad_Lkw_PR_130802_web.pdf, letöltés ideje: 2013.12.07.
- PÁPAY JÓZSEF [2004]: *Kőolaj- és földgáztelepek kitermelési eljárásai és azok hatékonysága*, MTA székfoglaló előadás, letöltés helye: <http://mta.hu/fileadmin/szekfoglalok/000583.pdf>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- PÉNTEK ANDRÁS [2013]: *Földgáz a lelőhelyektől a piacokig*, prezentáció, letöltés helye: <http://prezi.com/yghq4hlwsvxa/rajk-kurzus-2013-nov-7/>, letöltés ideje: 2013.12.07.
- PROOST, S. ÉS DENDER, K. VAN [2010]: *What Sustainable Road Transport Future?: Trends and Policy Options*, OECD/ITF Joint Transport Research Centre Discussion Papers, No. 2010/14, OECD, letöltés helye: http://www.oecd-ilibrary.org/transport/what-sustainable-road-transport-future_5km4q8jnn7q4-en, letöltés ideje: 2013.12.07.
- THE INTERNATIONAL COUNCIL ON CLEAN TRANSPORTATION [2009]: *European Vehicle Market Statistics, Pocketbook 2013*, letöltés helye: http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/EU_vehiclemarket_pocketbook_2013_Web.pdf, letöltés ideje: 2014.03.07.
- U.S. DEPARTMENT OF ENERGY [2009]: *Research and Development Opportunities for Heavy Trucks*, letöltés helye: http://www1.eere.energy.gov/vehiclesandfuels/pdfs/truck_efficiency_paper_v2.pdf, letöltés ideje: 2013.12.07.

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION [2007]: *Useful Life of Transit Buses and Vans, Federal Transit Administration*, letöltés helye: http://www.fta.dot.gov/documents/Useful_Life_of_Buses_Final_Report_4-26-07_rv1.pdf, letöltés ideje: 2013.12.07.

VOLVO [2013]: *The Epic Split*, letöltés helye: <http://www.volvotrucks.com/trucks/global/en-gb/pages/home.aspx>, letöltés ideje: 2013.12.08.

WALLACE, R. [2013]: *Fukushima Fallout Fuels LNG Demand*, letöltés helye: <http://www.theaustralian.com.au/news/features/fukushima-fallout-fuels-lng-demand/story-e6frgabx-1226759922652>, letöltés ideje: 2014.01.26.

XE.COM [s.a.] *Currency converter*, letöltés helye: <http://www.xe.com/currencyconverter/convert/?From=USD&To=EUR>, letöltés ideje: 2013.12.08.