

UNDER THE CONNECTING EUROPE FACILITY (CEF) - TRANSPORT SECTOR

AGREEMENT No. INEA/CEF/TRAN/M2014/1036265

PANNON LNG Projekt

ACTION 1. – TANULMÁNY

1.3. Fejezet

A gázüzemű közlekedés elterjedésének externális és más kedvező hatásai

2. Munkaváltozat (Bírálat után javított változat)

PAN-LNG Project is supported by the European Commission under the CEF. The sole responsibility for the content of this document lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the CEF nor the European Commission is responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Tanulmány készítésének kezdete	2015.10.08.
Tanulmány státusza	2. Munkaváltozat
Kiadás dátuma	2016. 04.18.
Nyilvánossá kerülés dátuma	
Tanulmányfejezet készítői	Dr. Somogyi Andrea, Ph.D
	Dr. Kocsis Tamás, Ph.D
	Lipcsei Gábor, Ph.D hallgató
	Csonka Attila, MSc, MBA
Tanulmányt készítő csoport vezetője	Csonka Attila
Tanulmányt lektorálta	

FEJEZET ÖSSZEFOGLALÓ BEMUTATÁSA

Jelen fejezetben Magyarország energia kitétségét, a földgázban rejlő infrastruktúrális lehetőséget, a CNG/LNG Well to tank, Well to wheel mátrixát vizsgáltuk, majd pénzben kifejeztük a gázüzemű közlekedés hatásait.

Az áttekintett szakirodalom alapján megállapítható, hogy világszerte ismert a közlekedésből eredő kibocsátás káros hatása a környezetre (pl. üvegházhatású gázok), azonban a humán-egészségügyi kérdések, az epidemiológiai vizsgálatok jellemzően hiányoznak a hatásvizsgálatokból, mivel a közlekedési kibocsátás népegészségügyre gyakorolt hatásának monetarizálása szinte lehetetlen vállalkozás. A fejlett egészségügyi ellátó rendszerrel rendelkező országok sem tudják a közvetett hatások (zaj, NO_x, SO₂, PM₁₀ és PM_{2,5}, üvegházhatású gázok) ellátásának költségeit egyértelműen meghatározni, jellemzően csak becsülni lehet ezeket az összegeket. Ugyanakkor viszont az általánosan elfogadott kárköltségek, valamint a gázüzemű közlekedés penetrációjával kiváltott benzin és gázolaj mennyiségének csökkenése alapján és a különböző elterjedési scenáriók alapján előre megtudtuk becsülni a nemzetgazdasági megtakarítás nagyságrendjét.

Az ország energia kitétségével kapcsolatos vizsgálataink alapján látható, hogy hazánk a 61,1%-os energiatüggőségével az EU-os átlag fölött helyezkedik el. Az előrejelzések alapján a földgáz ára tartósan alatta fog maradni a kőolaj árának. Ezért a gázüzemű közlekedés lehetőségeinek elemzésekor becsüljük a megtakarított kőolaj árát is, ami 6,14 €/hordó megtakarítást jelent a nemzetgazdaságnak, amit –érzékeltesként – ha a 2013-as ~41 millió hordós országos felhasználás felére tekintünk, akkor ~125,87 M€-s megtakarítást jelent. Jelen fejezet abból indul ki, hogy a gázüzemű közlekedés terjedésével csökken(het) kőolajimportunk. Amennyiben ezzel a hatással számolunk, a földgázzal történő helyettesítés esetén a földgázhálózat kihasználtsága nőni fog. Megállapítható, hogy jelenleg a földgázhálózatunk jelentős többlet kapacitásokkal rendelkezik, a közlekedés egy részének gázos átállása nem okozna infrastruktúrális problémát.

Fejezetünkben vizsgáltuk az Európai Unió által elfogadott WTT/WTW számításokat Magyarország szemszögéből. Megállapítottuk, hogy az általunk vizsgált lehetőségek közül a hazai konvencionális gáztermelésre alapozó cseppfolyósító üzem adja a legalacsonyabb fajlagos energiaigényt. A szintézisgázos útvonalak nagyobb energiaigény értékeket mutatnak

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

a részfolyamatok nagy energiaintenzitása miatt (elektrolízis és a CO₂ leválasztás miatt), illetve atomerőmű esetén az egyezményes 33%-os hatásfok miatt, ami a megújulóknál 100%-os egyezményes hatásfoka esetén nem jelentkezik. A hazai depónia-gáz hasznosítás is egyértelműen jobb mutatókat eredményez, mint az import forrás.

Összességében elmondható, hogy a depónia-gáz-hasznosítás adja a legkedvezőbb eredményeket nettó CO₂-nyelő volta és kedvező energiafelhasználása miatt.

Az ÜHG kibocsátás szempontjából is igen kedvező eredményt adnak a szintézisgázos útvonalak, amit azonban árnyal a folyamataik nagy energiaintenzitása.

A tehergépjárművel történő LNG szállítás energiafelhasználás és ÜHG kibocsátás szempontjából is összemérhető a hagyományos csővezetéken történő földgázszállítással. A legkedvezőbb azonban a konvencionális földgázhasznosítás esetén, ha a hazai források kerülnek kihasználásra.

A tanulmány fejezet harmadik nagy része a gázüzemű közlekedés hatásait és externáliáit vizsgálja. Az externália számítás nem önmagában szolgáltat eredményt, hanem valamihez képest: azaz arra adunk a továbbiakban becslést, hogy milyen externális pénzüsszegek megtakarítása várható a CNG-LNG meghajtások várt terjedése során. E számítás pedig érzékeny arra, hogy milyen meghajtást váltanak ki ezek a járművek.

Externália számításaink eredményei:

A számítások kiinduló alapja a magyarországi járműállomány becsült értéke 2020, 2025 és 2030 évekre, illetve, hogy a kérdéses CNG-LNG meghajtású járműveknek azon belül milyen mértékű elterjedése várható. Az adatokat hét járműkategóriára és háromféle elterjedésre vázolt scenárió (alacsony, közepes, magas) formájában kaptuk meg a Közlekedéstudományi Intézettől.

Összegezve a három helyi típusú szennyezőanyag megtakarításokat (VOC, NO_x, PM) valamennyi járműkategóriára a legpesszimistább CNG-LNG elterjedési forgatókönyv esetében is minimum 44,5 millió EUR, míg a magas elterjedési forgatókönyv esetében mintegy 268 millió EUR externália-csökkenés lesz várható 2030-ban.

Megállapítható az is, hogy a gázüzemű közlekedés terjedésével a CO₂ kibocsátás területén jelentős előnyök, a CH₄ kibocsátás területén pedig mérsékelt hátrányok várhatók a legjobb dízelmeghajtáshoz képest.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Végezetül bemutatunk egy reális mérésen alapuló vizsgálati eredményt, amely a miksolci CNG autóbusz flotta közlekedés során mért eredményeit hasonlítja össze az általa kiváltott EURO IV minősítésű dízel buszok kibocsátási eredményeivel.

A valós körülmények között végzett mérések vizsgálatával kapcsolatosan kijelenthető, hogy a gázüzemű penetrációnak köszönhető amúgy sem csekély externália megtakarításoknál is nagyobb hasznokat várhatunk a gázüzem terjedése során a valóságban, ha mért adatokra és a ténylegesen kiváltott motorokra (azaz nem mind EURO VI-os dízel) alapozzuk a számításokat.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

TARTALOM JEGYZÉK

FEJEZET ÖSSZEFOGLALÓ BEMUTATÁSA	2
FEJEZET ÖSSZEFOGLALÓ BEMUTATÁSA	2
TARTALOM JEGYZÉK	5
TARTALOM JEGYZÉK	5
1.3.1. Szakirodalom áttekintése és kivonata	6
1.3.1.1. A gázüzemű gépjárművekkel kapcsolatos externáliák	6
1.3.1.2. Közgazdasági vonatkozású szakirodalom:	8
1.3.1.3. Légszennyezettséggel összefüggő szakirodalom:	10
1.3.1.4. Népegészségügyi vonatkozású szakirodalom:	32
1.3.1.5. A közlekedés epidemiológiai következményei	32
1.3.1.6. Budapest	45
1.3.2. Kőolajimport kiváltásával járó nemzetgazdasági hatások elemzése és értékelése	50
1.3.2.1. Magyarország energiafelhasználása	50
1.3.2.2. Import	51
1.3.2.3. Árak alakulása	54
1.3.2.4. Infrastruktúra	57
1.3.3. Magyarországra szabott WTT számítások és konklúziói	60
1.3.3.1. Földgáz üzemanyagok hazánkra érvényes WTT számításról	60
1.3.3.2. A vizsgált útvonalak és jelölések	60
1.3.3.3. Összefoglalás és konklúzió	75
1.3.4. Az elterjedéssel járó externáliák vizsgálata szcenárió elemzés keretében	82
1.3.4.1. Magyarországi externália-forgatókönyvek a CNG-LNG meghajtású járművek terjedésére, 2020, 2025 és 2030-ra vonatkozóan	82
1.3.4.2. Módszertan	84
1.3.4.3. Helyi légszennyezés területén elérhető externália-megtakarítás számítása (tank to wheel)	85
1.3.4.4. Globális légszennyezés területén elérhető externália-megtakarítás számítása (tank to wheel)	89
1.3.5 A városi buszközlekedésre vonatkozó konkrét externália számítás eredményei a Miskolcon 2016-ban mért adatok alapján	93
RÖVIDÍTÉSEK ÉS FOGALMAK MAGYARÁZATA	94
DIAGRAM JEGYZÉK	94
ÁBRA JEGYZÉK	94
TÁBLÁZAT JEGYZÉK	94

1.3.1. Szakirodalom áttekintése és kivonata

1.3.1.1. A gázüzemű gépjárművekkel kapcsolatos externáliák

Az externália mint tipikus közgazdasági fogalom annyiban több a környezeti hatások természettudományos vizsgálatánál, hogy a feltárt hatásokat az elemzés végén pénzürtékben számszerűsíti. Ennek számos előnye, hátránya ismert. A különféle hatások közérthető, közös nevezőjeként mindenképp fontos szerepet tölt be ez az eljárás; miközben a hatások pénzürtékre konvertálása gyakran számos elvi-gyakorlati nehézséget is felvet. A hatások pénzben való kifejezése (monetizálás) sokféle feltevés mellett történhet meg, s a kapott pénzürtékek rendkívül érzékenyek e feltevésekre. Éppen ezért a különféle szakirodalmi externália-bebecslések is sokszor csak nagyon korlátozottan összehasonlíthatók.

Az áttekintett szakirodalom alapján megállapítható, hogy világszerte ismert a közlekedésből eredő kibocsátás káros hatása a környezetre (pl. üvegházhatású gázok), azonban a humán-egészségügyi kérdések, az epidemiológiai vizsgálatok jellemzően hiányoznak a hatásvizsgálatokból, mivel a közlekedési kibocsátás népegészségügyre gyakorolt hatásának monetarizálása szinte lehetetlen vállalkozás. A fejlett egészségügyi ellátó rendszerrel rendelkező országok sem tudják a közvetett hatások (zaj, NO_x, SO₂, PM₁₀ és PM_{2,5}, üvegházhatású gázok) ellátásának költségeit egyértelműen meghatározni, jellemzően csak becsülni lehet ezeket az összegeket.

A közlekedési kibocsátásból eredő főbb légszennyező anyagok lehetséges egészségügyi hatásait:

- a nitrogén-dioxid, mely a legnagyobb mennyiségben a gépjárművek kipufogógázaiból származik, a földgáz-tüzelés mellett, csökkenti a tüdő ellenálló képességét a fertőzésekkel szemben, súlyosbítja az asztmás betegségeket, gyakori légúti megbetegedéshez vezethet. A magas koncentráció veszélyt jelent a kisgyermek, asztmás betegek (a gyerekek különösen), a vérkeringési rendszer és a légzőszervek

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

betegségeiben szenvedőkre. Megnövekedett koncentráció esetében kerülendő a szellőztetés, a szabadban való tartózkodás, különösen a jelentős gépjárműforgalom által érintett tereken, útszakaszokon.

- a szálló por a levegőben szuszpendált szilárd és/vagy folyékony részecskék elegye. A szálló port két nagy csoportra lehet bontani szemcseméret alapján. Az egyik csoport a 10 µm átmérőjű szemcsék, amelyeket PM10-nek nevezik, ezek a szemcsék lejutnak az alsó légutakba. A másik típus a 2,5 µm-nél kisebb átmérőjű szemcsék, azaz PM2,5. Ezek a „finom” porszemcsék alkotják a belélegezhető frakciót, amelyek lejutnak a tüdő léghólyagocskába. A PM2,5 porfrakció másodlagosan keletkezett aeroszolokból, égési termékekből és kondenzálódott szerves vagy fém részecskékből áll, és a szálló por mutagén hatásáért, valamint savasságáért felelős. A PM10 frakció a talaj eróziójából, valamint az utak kopásából és ipari tevékenységből származó részecskéket tartalmaz. A PM10/PM2,5 arány függ az egyes területeken az ipari tevékenység típusától, a fűtőanyagtól, a földrajzi és időjárási viszonyoktól. Európában a szulfát és a szerves anyag a két fő szálló por komponens, ami végül is meghatározza az évi átlagos PM10 és PM2,5 tömegkoncentrációját. Az egészségkárosító hatásokkal kapcsolatos emisszió források a kipufogógáz és a széntüzelés. A szél fújta inert por – nagyobb szemcsemérete miatt – kevésbé károsítja az egészséget. A szálló por koncentráció rövidtávú emelkedése izgatja a szem kötőhártyáját, a felső légutak nyálkahártyáját, köhögést és nehézlégzést válthat ki, majd a tüdőben felszívódva gyulladásos folyamatot indíthat el. Növekszik az asztma és a krónikus légcsőhurut miatti orvoshoz fordulás, illetve a szív-érrendszeri megbetegedések száma. A por belégzése a légzőszervi betegek állapotát súlyosbítja (különösen asztma, hörghurut esetében), csökkenti a tüdő ellenálló képességét a fertőzésekkel, toxikus anyagokkal szemben. Veszélyezteteti a légúti és keringési betegségben szenvedőket, csecsemőket, gyermekeket és időskorúakat, az aktív és passzív dohányosokat.
- az Ózon (O₃) erősen mérgező az állatvilágra és az emberi egészségre, izgatja a szemet és a légzőszervek nyálkahártyáját, köhögést és fejfájást okoz, súlyosbítja a krónikus betegségeket, elsősorban a hörghurutot és az asztmát. A magas ózonkoncentráció a légzőszervek gyulladását is kiválthatja, a pollenallergiás betegek tüneteit jelentősen

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

súlyosbíthatja. Veszélyt jelent elsősorban az idősekre és gyermekekre, a légúti betegségben szenvedőkre (különösen az asztmások, tüdőbetegek) és szívbetegre, továbbá azon személyekre, akik gyakran végeznek fizikai munkát szabadban (WHO, 2005)

Közlekedés ÜHG és PM kibocsátásával összefüggésbe hozható betegségek:

- rosszindulatú daganatos megbetegedés (légcső, hörgő, tüdő)
- keringési megbetegedések (szív és érrendszer)
- légrendszeri megbetegedések (asztma)

1.3.1.2. Közgazdasági vonatkozású szakirodalom:

1. [101] Piecyk, A. – McKinnon, A. C. (2007): Internalizing the External Costs of Road Freight Transport in the UK

Az anyag a brit teherfuvarozás externális költségeit elemzi. Ez annyiban lehet hasznos a számunkra, hogy az itteni költségeket alapul véve, valamilyen arányszám segítségével (ez lesz itt a feltételezés) a brit pénzüsségeket átemelhetjük a magyar helyzetre (ez a cost transfer). Ekkor lesz egy-egy értékünk a magyar status quo-ra. Utána, ha látjuk, hogy mennyivel csökkenne a zaj (B1), a globális légszennyezés (B2), a helyi légszennyezés (B3) és a balesetek (következményei) (B5) az LNG terjedésével /ezeket az adatokat más kutatócsoportok szállítják?/, akkor – szintén valamilyen arányosítással, talán a linearitás feltételezése a legegyszerűbb – pénzüsszegebeli becslést adhatunk arra, hogy Magyarországon feltehetően mennyivel csökkenne az externális költség. Nyilván az idődimenziót is mellé kell rendelni, s akkor látható, hogy az idő függvényében a jövőben hogy csökkennek ezek a költségek az LNG terjedésével. (Vagy egy végső, ideálisnak tartott állapotot veszünk alapul, s akkor a jelent hasonlítjuk össze ezzel az ideális állapottal. Ez egyszerűbb volna.) A cikk a zsúfoltság externáliájával is sokat foglalkozik, szerintem ezzel nekünk nincs dolgunk, föltételezhetjük, hogy ebben nem lesz egyértelmű változás az LNG terjedésével. Az a része a tanulmánynak szintén kevésbé fontos a számunkra, hogy ezeket az externáliákat miként és mennyire internalizálják különféle intézkedésekkel (pl. adó).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

2. [114] Bihari P. (2007): Energetikai eredetű levegőkörnyezet-terhelés értékelése és tervezése; doktori értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest

A 2.2.3-as fejezet világosan leírja az externália-számítás ELMÉLETÉT. Az egészségügyi hatásokat illetően leírja, hogy lehet alkalmazni a „statisztikai életérték” logikáját a magyar helyzetre.

Az 5.1-es fejezet a társadalmi optimum fogalmát, ELMÉLETÉT írja le externália jelenlétében. Ezt a témát én is érintettem, némiképp más jelölésekkel. Az 5.1.1 és 5.1.2 alfejezetek a károk pénzben kifejezésének technikáját írja le.

A függelékben a 8.7-es fejezet táblázata lehet a legértékesebb számunkra, ahol konkrét egészségügyi károkra konkrét EUR értékek szerepelnek. Ha megvan, hogy az LNG terjedésével várhatóan mennyivel csökkennek ezek az esetek, akkor ezekkel a pénzértékekkel lehet szorozni, s megvan, hogy mennyi externális kártól szabadulunk meg. Itt található a statisztikai emberi élet értéke is: 3 200 000 EUR.

3. [121] Fridell et al. (2009): A tool for calculating external costs assoc. with transportation of goods

Sokoldalúan számol externáliát, de ez egy szoftvernek a leírása, a konkrét számítási adatok sajnos nincsenek benne; 9 esettanulmány mutatja a lényegét, leginkább konkrét szállítási útvonalak és módok externális költség alapú összehasonlítására alkalmas.

4. [125] Interdepartmental Group on Costs and Benefits (IGCB), Air Quality Subject Group: Air quality appraisal – Damage cost methodology

Csak a helyi légszennyezéssel foglalkozik (B3), de azzal elég alaposan; brit adatok szerepelnek, melyek átemelése történhet a 03-as anyagnál leírtak szerint; a téma fontos alapvetésével, a

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

lehetséges mozgástérrel indul a dokumentum (ami nagyjából az esetünkre is vonatkozik); magánál az anyagnál is sokkal értékesebb a honlapjuk, ami valóságos aranybánya lehet a projekt megvalósítása szempontjából, friss adatokkal, szakmai-technikai leírásokkal: <https://www.gov.uk/guidance/air-quality-economic-analysis> bár csak a B3 szegmenset tárgyalja, az elve használható a többi szegmensben is.

5. [135] European Commission (2003): External costs – Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport

Konkrét sarokszám Németország, 1998: 33 milliárd EUR teljes externális költség a szállítási szektorban (zsúfoltsággal együtt, ezt le kell vonni) (15. o.); szintén a 03-asnál említett módon lehetne megpróbálni átemelni ezt a magyar viszonyok közé; a tanulmány vége nagyon fontos, ami az eljárás és a becslések bizonytalanságait taglalja; az ExternE projekthez egyébként a neten is több jó, hozzáférhető anyag található még, pl.

<http://www.nb.no/nbsok/nb/f46f1b24cd7b50ac6a0f5382947feec8>

1.3.1.3. Légszennyezettséggel összefüggő szakirodalom:

A légszennyezés két fő forrásból származhat. A természetes légszennyezés vulkánokból, erdőtüzekből, óceánokból származó tengeri sókból, növényi pollenekből, mocsarakból és nedves, vizes területekről, valamint más olyan forrásokból származik, amelyeket az emberiség nem befolyásol. Ez évszázadokon keresztül zajló folyamat, ezen újabb légköri összetevőkhöz a légkör minimális problémákkal, de hozzáigazodott. Az emberi, vagy antropogén légszennyezés a széles skálájú emberi tevékenység miatt fordul elő a mindennapi életünkben. A szennyező források közül példaként említhetjük az ipari kémények, gépjárművek kibocsátását, a mezőgazdaságot, fosszilis energiát, felhasználó erőműveket, a bányászatot és a hulladéklerakókat. Gyakran a légkörnek nehéz ezekhez a többlet-szennyezésekhez alkalmazkodnia, ennek következtében magas koncentrációk jelentkezhetnek regionális vagy lokális szinten.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Légszennyezés elemei

A légszennyezést két fő típusra oszthatjuk. A gázok főleg a fosszilis üzemanyagok elégetéséből származnak. A gáznemű szennyezők, nevezetesen a széndioxid (CO_2), a metán (CH_4) és a dinitrogén-oxid (N_2O) globális szinten befolyásolják a légkört. Ezeket „üvegházhatású gázoknak” (ÜHG) nevezzük, melyek felelősek a globális felmelegedésért a természetes és antropogén tevékenység következtében. Ezen felül regionális és lokális szinten említést érdemelnek a gáznemű légszennyezők, a nitrogén-oxidok (NO_x), a kéndioxid (SO_2), a szénmonoxid (CO) és a szénhidrogének széles skálája. Ez utóbbi gáznemű légszennyezők a szerves üzemanyagok égése során kerülnek kibocsátásra.

A szénhidrogének azonban főleg természetes forrásból jutnak a légkörbe. Környezeti és egészségügyi problémák gyakran fordulnak elő, amikor e gázok közül kettő vagy több azonos időben aktív. Mind az üvegházhatású gázok, mind a regionális gázok példák az elsődleges szennyezőkre, mert e források a Föld felszínéről származnak.

A regionális gázok kémiai reakcióba is léphetnek a napsugárzással, a magas hőmérséklettel és a nedvességgel, így kialakítva a másodlagos szennyezést, vagyis a fotokémiai szmogot. A szmog jelentős szennyezést jelent a világ legtöbb nagyvárosában. Fő összetevője az ózon (O_3), mely két szinten van jelen a légkörben.

A lebegő részecskék közül kiemelendő a szálló por, mely a levegőben előforduló folyékony vagy szilárd halmazállapotú részecske, mérete a 0,001-100 mikrométer (μm) közötti tartományba esik. A szálló por veszélyessége összefüggésben van annak szemcseméretével, így a 10 μm -nél kisebb részecskék (PM10) veszélyesebbek az egészségre, mint a nagyobbak. A 10 μm -nél nagyobb porrészecskéket a légutak természetes védekező működése (csillósörös hámja) kiszűri, a kisebb méretűek lejutnak a mélyebb légutakba (tüdőhólyagokba). A szálló por hatását befolyásolja a belélegzett por mennyisége, fizikai tulajdonsága és kémiai összetétele. A porrészecskék baktériumokat, vírusokat, gombákat, valamint toxikus anyagokat kötnek magukhoz, ráadásul elősegítik azok bejutását a szervezetbe [109] (OLM, 2011).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Az antropogén tényezők városokra kifejtett hatása

Az antropogén tényezők a városi klímára kifejtett hatása függ a város méretétől, térbeli felépítésétől, népességétől, és az iparosodottságától. A kisebb városok viszonylag alacsony épületekkel, zöld területeken szétterülve, gyárak és erőművek nélkül kevésbé módosítják az éghajlatot, mint azok a városok, amelyekben magas épületek találhatók [257] (BÁNOS, 2012).

A modern gazdaságokban, a fejlett államokban a légszennyezettség fő kiváltója a közlekedési ágazat.

A levegőszennyezés elsősorban a benzin és gázolaj üzemű motorok által kibocsátott gázok miatt következik be. Ennek a szennyezésnek fő okozója a közúti közlekedés, ennél kisebb a vasúti, a légi és a vízi közlekedés káros anyag kibocsátása.

A környezetterhelő hatás erőssége attól is függ, hogy a gázok milyen magasságban kerülnek a légterbe. Ebből a szempontból is a közúti közlekedés jelenti a legkedvezőtlenebb hatást.

A légszennyező anyagok kibocsátásának nemzetgazdasági ágak szerinti bemutatása egyre inkább a közvélemény és a politika érdeklődésének homlokterébe kerül, hiszen a fenntartható fejlődés érdekében fontos tudni, hogy az egyes légszennyező anyagok kibocsátásáért mely nemzetgazdasági ág a leginkább felelős.

A szennyezőanyagok némelyike légzőszervi zavarokat, tüdőrákot, szívbetegségeket és egyéb egészségügyi problémákat okozhat, ezen felül algásodáshoz, alacsonyabb mezőgazdasági termésátlagokhoz és az erdők pusztulásához is vezethet, és hatással van bolygónk éghajlatára is.

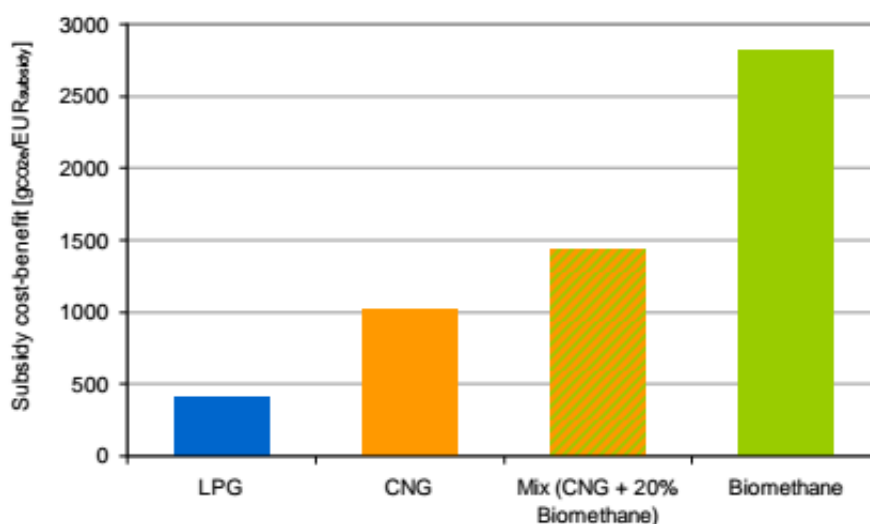
Mindezen hatások erdőjeként pedig csökken a gazdaság teljesítőképessége.

6. [106] Patrick R. Schmidt et al. : CNG and LPG for Transport in Germany – Environmental Performance and Potentials for Greenhouse Gas Emission Reductions until 2020,

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A tanulmány a CNG és az LPG kínálatot mutatja be, és jellemzően azok ÜHG kibocsátását vizsgálja. Jó megközelítést ad a CNG és az LPG ÜHG csökkentő hatásairól, kritikusan értelmezi a vonatkozó EU-s irányelveket. A tanulmány kifejezetten német központú, ezért projektünk vonatkozásában messzemenő következtetéseket nem lehet levonni.

SCHMIDT et al. tanulmányának közgazdaságilag hasznosítható és egyben a jogszabály alkotási javaslatok esetén figyelembe veendő része a német egységnyi energia adó támogatásra eső ÜHG megtakarítás mértékét ábrázoló diagram, személygépkocsi használatot feltételezve és ÁfA nélkül kalkulálva.



1. Diagram: Egységnyi energiaadó támogatásra eső ÜHG megtakarítás
Forrás: Schmidt et al., 2012

7. [102] Judith C. Chow et al: Climate Change – Characterization of Black Carbon and Organic Carbon Air Pollution Emissions and Evaluation of Measurement Methods, 2009

Kalifornia tartomány – jellemezően PM 2,5 – kibocsátási problémájára keres elsősorban módszertani megoldást.

A tanulmány célja így annak a módszertannak a megadása, mely szerint jobban megérthető a kaliforniai kibocsátás becslése.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A PANLNG projekt tekintetében releváns információt nem tartalmaz.

8. [109] Országos Meteorológiai Szolgálat: 2009-es PM10 szálló por jelentés As, Cd, Ni, Pb, BaP, PaH

A jelentés 2010-ben készült, 2009-es adatokat közöl. Ettől ma már jelentősen eltérő statisztikai adat áll rendelkezésre a KSH adatbázisában.

9. [110] Országos Meteorológiai Szolgálat: 2010. évi összesítő értékelés hazánk levegőminőségéről az automata mérőhálózat adatai alapján

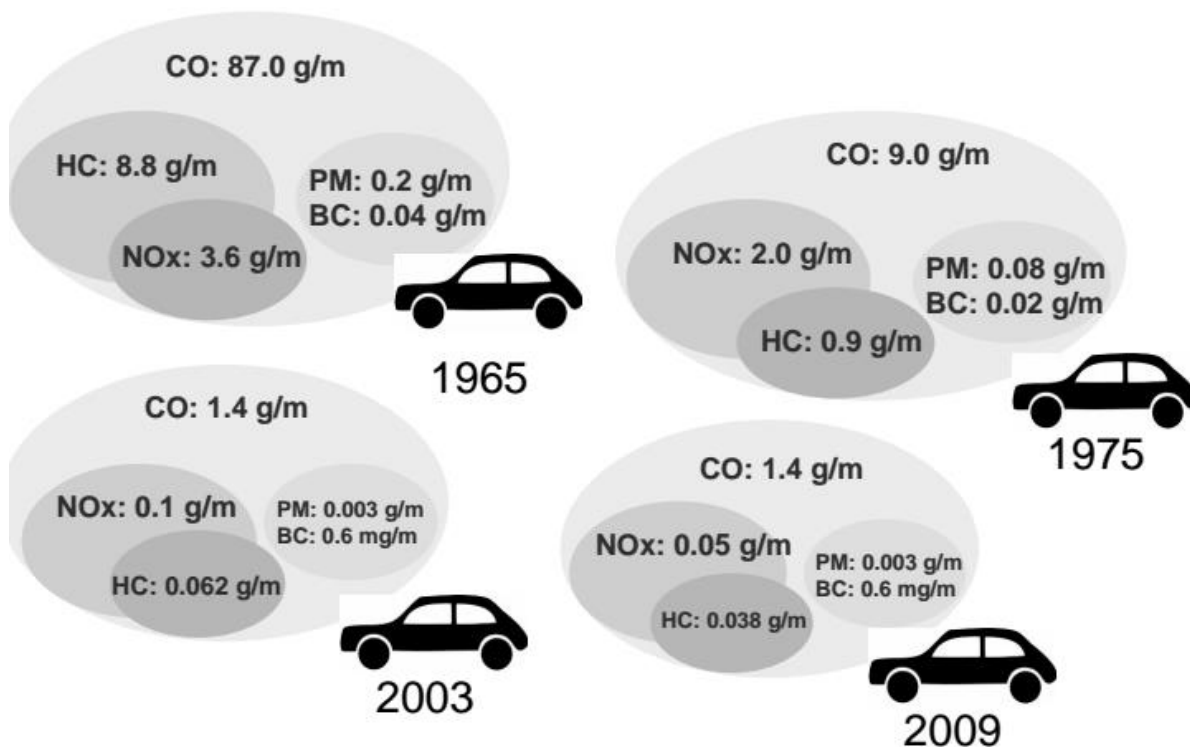
Jó megközelítést ad, a módszertana megfelelő, de 2010. óta Magyarország levegőminősége bizonyára megváltozott.

10. [112] Dr. Alberto Ayala, Dr. Jianjun Chen, Dr. Nehzat Motallebi: Black carbon controls in California: emissions, abatement, and knowledge gaps, 2009

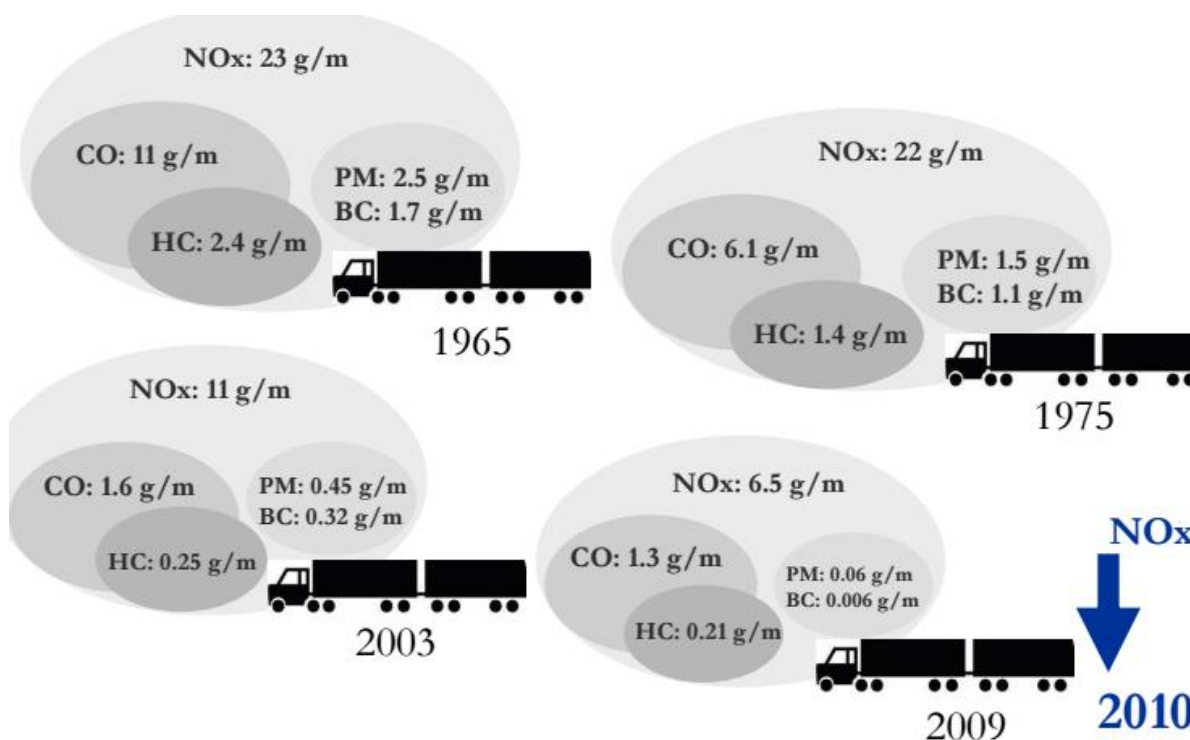
„Ha nem tudod mérni, nem tudod menedzselni”- így kezdődik Ayala et al. tanulmánya. „cső végi” megoldásokat vizsgál Kalifornia kibocsátásának egészségügyre gyakorolt – jellemzően PM 2,5 – hatásáról.

Érdekes megközelítésben vizsgálja a kibocsátást, trendeket felvázolva személygépkocsi és tehergépjármű vonatkozásában.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

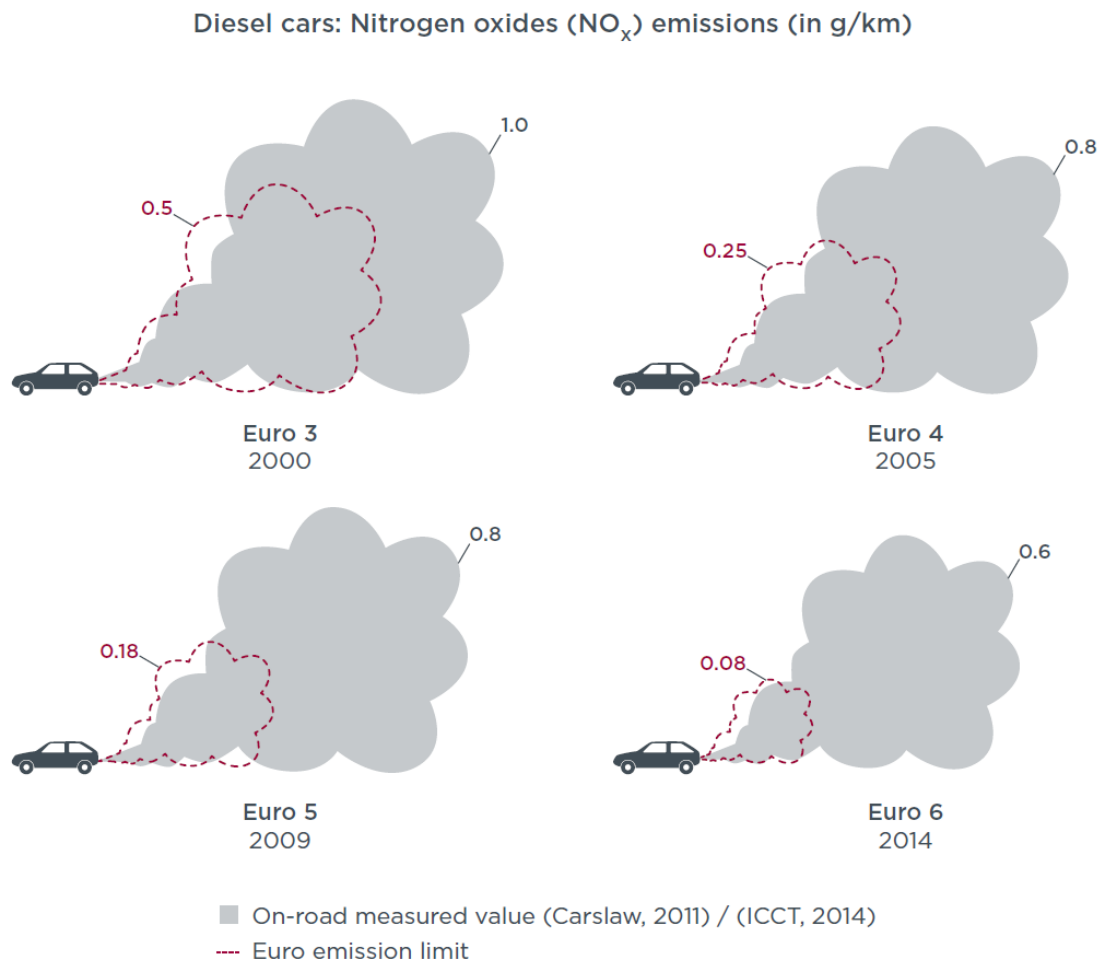


1. Ábra: Benzin üzemű gépjárművek kibocsátási határértékének trendje
Forrás: Ayala et al., 2009



2. Ábra: Dízel üzemű teherjárművek kibocsátási határértékének trendje
Forrás: Ayala et al., 2009

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



[231] REAL-WORLD EMISSIONS FROM MODERN DIESEL CARS, ICCT mérési sorozat eredménynek publikációja a valós helyzetről.

11. [258] Budai Péter: A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉS NEHÉZFÉM KIBOCSÁTÁSAINAK HATÁSA A CSAPADÉKVIZEK SZENNYEZETTSÉGÉRE, BME, Doktori értekezés, 2011

A doktori értekezés a közlekedés környezetszennyező hatásait taglalja elsősorban a dízel és benzin üzemű járművek kipufogó gázának nehézfém tartalmát ismerteti.

Jelen szakirodalom nem szól a CNG/LNG/LCNG technológiákról; externália kutatásunk keretében az egyik hatás az, hogy 'megszabadulnánk' ezen nehézfém kibocsátásoktól, ez lenne az egyik nyereségünk.

12. [119] James Glave, Jeremy Moorhouse THE CLEANEST LNG IN THE WORLD?, 2013

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

British Columbia akarja a legtisztább LNG-t előállítani; jó áttekintés ad a 'well to tank' módszerre

13. [120] Steve Carroll (CENEX): Green Fleet Technology Study for Public Transport, 2015

A szerző meglehetősen szubjektív pro és kontra véleményeket formál a zöld hajtás technológiákra.

A jelentés elsősorban az alternatív hajtású technológiák és üzemanyagokra koncentrál, amelyek képesek a városi buszok kibocsátás csökkentését elérni. Az elemzés középpontjában a rövid és középtávú megoldásokat (<10 év) taglalja, és intézkedéseket és gyakorlatokat fogalmaz meg, amelyek elősegítik a tisztább tömegközlekedési flotta térnyerését. A tanulmány számol megtérülési adatokkal, azonban ez a hazai viszonylatokat alapul véve átszámolandók.

14. [127] European Gas Forum: Reducing CO₂ emissions in the EU Transportation sector to 2050, European Commission, 2012

A tanulmány globális CO₂ kibocsátást vizsgál, és a csökkentési potenciálra projekciót ad.

15. [129] Jonathan R. Camuzeaux et al.: Influence of Methane Emissions and Vehicle Efficiency on the Climate Implications of Heavy-Duty Natural Gas Trucks, Environmental Science and Technology, 2015

Jelen tanulmány összehasonlítja a dízel és gáz üzemű nehézgépjárművek kibocsátási adatait.

A globális kibocsátáson belül metánra koncentrálnak. Ebben a dimenzióban a dízellel szemben inkább alul marad a gázüzem (ezzel együtt a fontosabb CO₂-ben még mindig nyertes).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

16. [210] Environmentally Friendly Vehicle Noise, 9th Informal Group Meeting on Environmentally Friendly Vehicle (EFV), 2011

A tanulmány a belső zaj adatokat vizsgálja különböző járművek esetén. Azonban a PANLNG projekt jelen fejezetéhez nem alkalmazható, lévén a belső zaj nem externália.

17. [133] Robert Alvarez, Martin Weilenmann: Natural Gas Vehicles Euro-4 and Euro-5 Standard Program, 2010

A Svájcban végrehajtott gázüzemű Euro-4 és Euro-5 motorok tesztje kapcsán kijelenthető, hogy a modern gázüzemű motor hajtás bebizonyította CO₂ csökkentési képességét.

Ugyanakkor bizonyos üzemanyag-specifikus fejlesztésekre még a továbbiakban is szükség van – főleg a motorvezérlő és az exhaust gáz „utókezelő” kapcsán, hogy a lehető legjobb szennyezőanyag-kibocsátási értékeket lehessen elérni különös tekintettel a NO_x, metán és ammónia szintekre.

18. [136] European Commission: EU ENERGY, TRANSPORT AND GHG EMISSIONS TRENDS TO 2050, 2013

ÜHG kibocsátási adatok becsléséhez, trendek felállításához és trendszámításhoz jó munkaanyag.

19. [259] Domanovszky Henrik: Üzemanyagok emissziója, excel táblázat

Globálisan vizsgálja a különböző üzemanyagokat, CO₂ egyenértékre vetítve, TTW, WTT és WTW módszerrel, megtakarítást számolva. Amennyiben ezt lehet monetarizálni, jó alapot adhat a tanulmány fejezetnek.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

20. [223] European Commission: WELL-TO-WHEELS Appendix 1 - Version 4.a Summary of WTW Energy and GHG balances, 2014

Domanovszky Henrik fent említett táblázatos összefoglalója valószínűleg ez alapján készült.

21. [200] Ecotrafic: WELL TO WHEEL EFFICIENCY FOR HEAVY DUTY VEHICLES Comparison of various biofuels in a long distance lorry and a city bus

A tanulmány főleg műszaki-technikai paraméterek alapján vizsgálja az alternatív hajtásmódokat, konkrét német teszteredmények szerepeltetnek és az alternatív hajtásokat 'versenyezteti', CNG/LNG az egyik közöttük, helyi légszennyezettséget vizsgál.

Az emberi eredetű (antropogén) légszennyezés leírására használják az emissziós leltárat, és az emissziós számlák rendszerét. A leltár technológia alapú, az emissziós számlák rendszere pedig-összhangban a nemzeti számlákkal, nemzetgazdasági megközelítést tartalmaz.

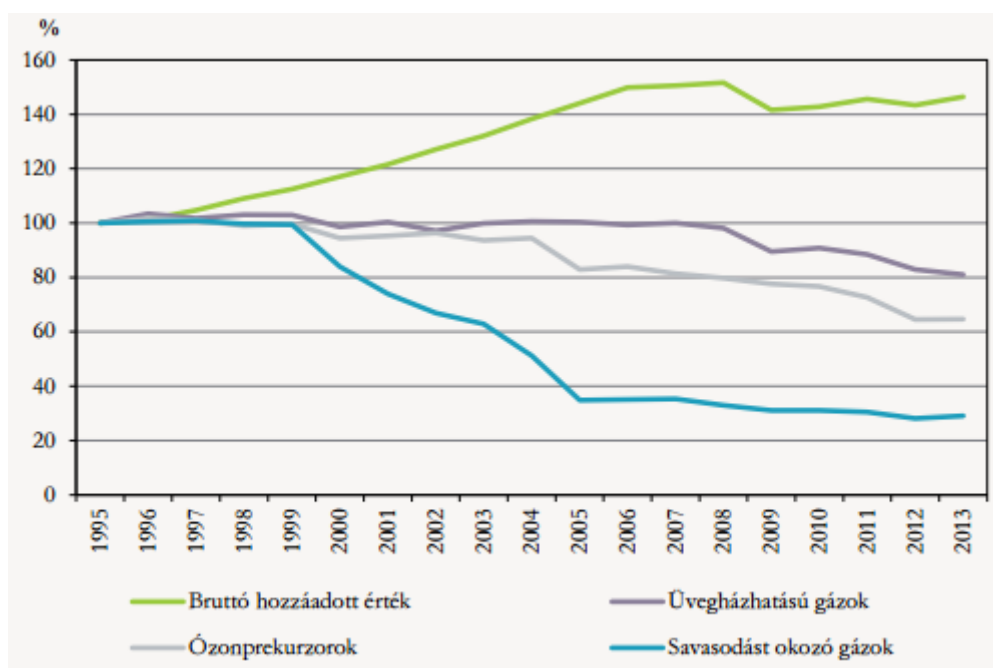
Az Országos Meteorológiai Szolgálat (OMSZ) közreműködésével készült, az Energiaközpont Nonprofit Kft, az OMSZ és a Központi statisztikai Hivatal (KSH) adatain alapuló levegő emissziós számlák (Air Emission Accounts) összeállításának módszertana kapcsolatot teremt a nemzetgazdasági ágak teljesítménye és a termelési folyamatok környezetterhelő hatása között. A számlák összeállítása során az energia alapú megközelítést alkalmazzuk, azaz a nemzetgazdaság energiagazdasági statisztikai alapján a gazdasági ágakhoz, ágazatokhoz kötjük a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásból adódó (pirogén) légszennyezéseket, a technológiai eredetű emissziót pedig a nemzetközi szabványokban leírt szorzószámok segítségével számoljuk el.

A háztartásokat nem soroljuk a nemzetgazdasági ágazatok közé, emissziójukat a teljes kibocsátásnál vesszük figyelembe.

Elemzésünkben először a különböző szennyezőanyagok nemzetgazdasági ágankénti súlyát, majd a különböző szennyezésekért leginkább felelős nemzetgazdasági ágak egységnyi bruttó hazai termékre vetített szennyezését mutatjuk be.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Minél kevesebb szennyezőanyag-kibocsátás jut egységnyi bruttó hozzáadott értékre, annál környezetkímélőbb módon állít elő javakat és szolgáltatásokat egy nemzetgazdasági ág. Szétválásnak nevezzük a környezeti terhelés és egy adott gazdasági változó viszonyának változását egy adott időszakban. Ha a gazdasági változó nő, miközben a környezeti változó csökken, vagy stagnál, akkor abszolút szétválásról beszélünk. Relatív szétválásnak tekintjük azt a változást, amennyiben a környezeti terhelés kisebb ütemben nő, mint a gazdasági változó. A különböző légszennyezőanyag csoportok kibocsátása az 1995 és 2013 közötti időszakban csökkent, a bruttó hozzáadott érték volumene nőtt, így egységnyi bruttó hozzáadott érték előállításához egyre kevesebb légszennyezőanyag-kibocsátással párosult. Magyarországon a vizsgált szennyezőanyag csoportok és a bruttó hozzáadott érték tekintetében abszolút szétválás figyelhető meg [268] (KSH, 2014).



2. Diagram: A nemzetgazdaság bruttó hozzáadott értékének* és a légszennyező anyagok kibocsátásának volumenváltozása (1995=100,0)

*2005-ös áron számítva

Forrás: [268] KSH, 2014

A KSH tanulmánya alapján, és a fenti diagramból levonható következtetés, hogy 2013-ra a nemzetgazdaság 1 millió forint bruttó hozzáadott értékre vetített üvegházhatású gáz kibocsátása – CO₂ egyenértéken számolva – az 1995. évi 4,6 tonnáról folyamatosan, 2,5 tonnára csökkent. Megállapítható, hogy a legnagyobb üvegházhatású gáz - kibocsátó

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

nemzetgazdasági ág a villamos-energia ellátó ágazat, és ez bruttó hozzáadott érték-arányosan nem változott.

Üvegházhatású gázok (ÜHG):

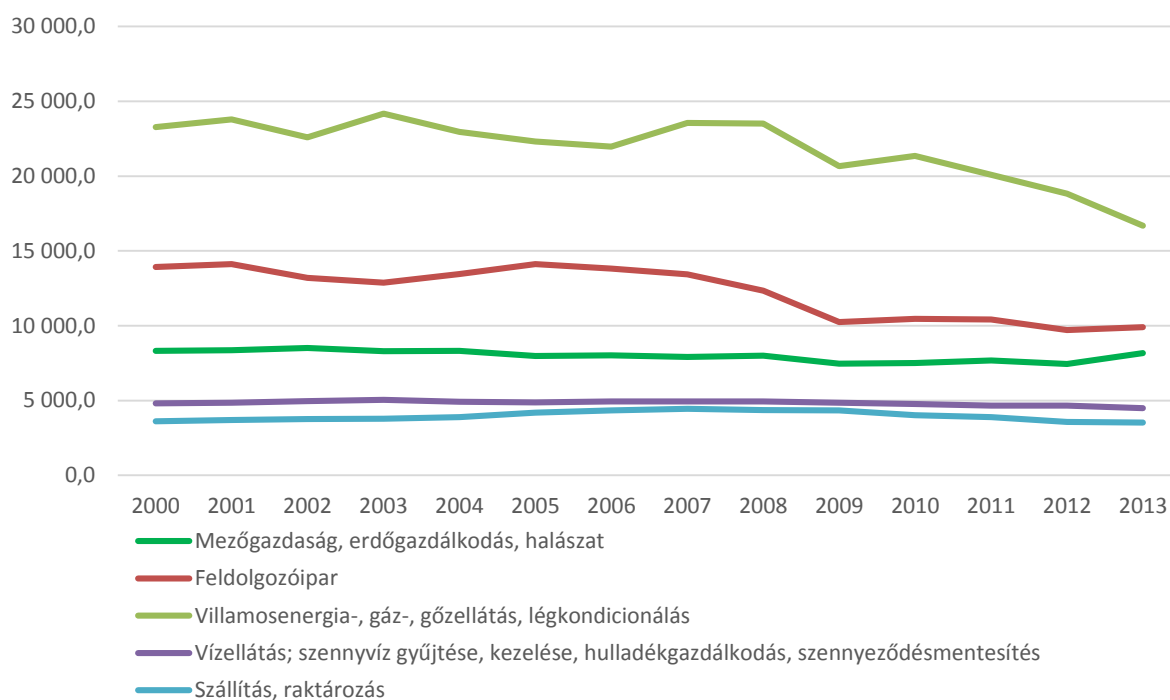
Az üvegházhatású gázok szempontjából legszennyezőbb nemzetgazdasági ág a villamos energia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás (továbbiakban: energiaellátás), bár ezen ág kibocsátásának nagysága folyamatosan csökkent részben az egyre nagyobb energiahatékonyságú beruházásoknak köszönhetően.

Ez a volumen a nemzetgazdasági kibocsátás több, mint negyedét teszi ki.

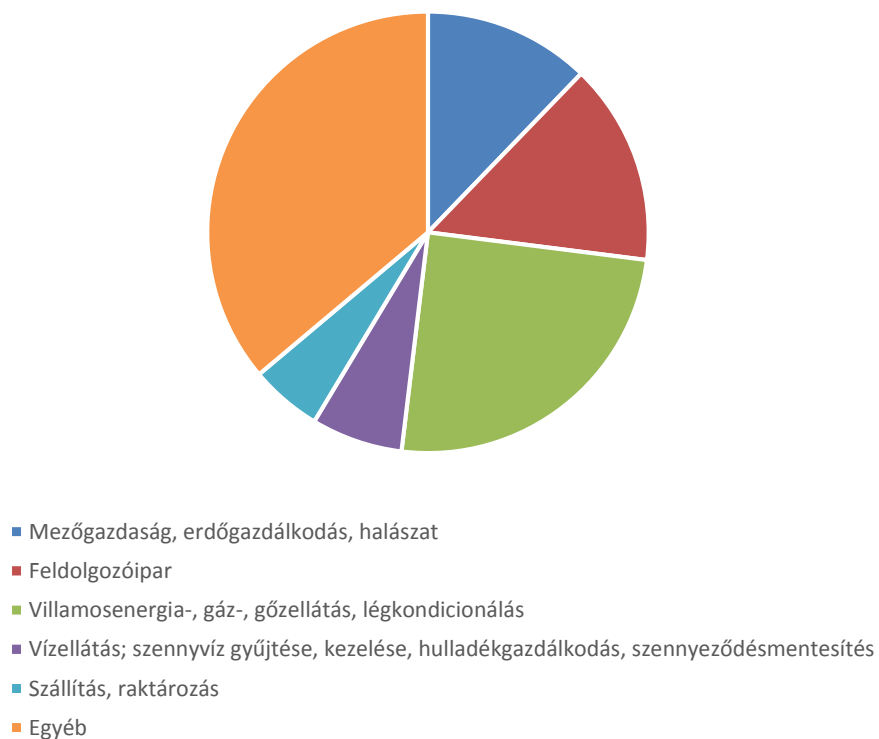
A vizsgált időszakban a szállítás, a raktározás ágazat kibocsátása intenzíven emelkedett, 2000-től 2010-ig, azonban utána 2013-ra 2000. évi szint alá esett vissza, 3 519 ezer tonna CO₂ ekvivalens. Ezen emelkedés hátterében nagyrészt az áruszállítás teljesítményének (tonnakilométer) közel megduplázódása áll.

A mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halászat (továbbiakban: mezőgazdaság) kibocsátása lényegében stagnált, amivel viszont ezen nemzetgazdasági ág a második legszennyezőbb volt. Ezzel a nemzetgazdasági kibocsátás több, mint ötödéért volt felelős.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

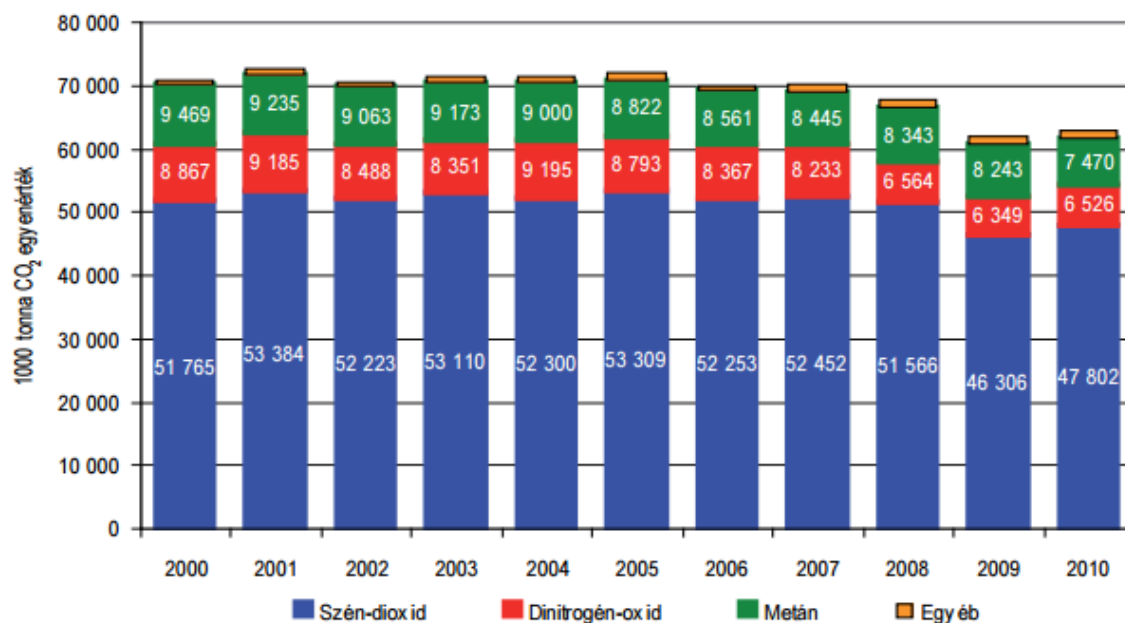


3. Diagram: Nemzetgazdasági ágak üvegházhatási gáz kibocsátása (ezer tonna CO₂ ekvivalens)
Forrás: KSH, 2015



4. Diagram: Üvegházhatású gáz kibocsátás megoszlása
a főbb nemzetgazdasági ágazatonként 2013-ban
Forrás: KSH, 2015

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



5. Diagram: A nemzetgazdaság üvegházhatású gáz kibocsátásának megoszlásának alakulása összetevők szerint

Forrás: [269] KSH, 2012

Ehhez képest valamivel frissebb adat áll rendelkezésre 2011. vonatkozásában az összkibocsátás mértékét tekintve. Ennek alapján 2011-ben összesen 73,4 M t CO₂ egyenérték volt a kibocsátás, melyből 60,5 M t került ki a nemzetgazdaság termelő ágazatokból (82%), míg 12,9 M t lakossági eredetű (18%) volt.

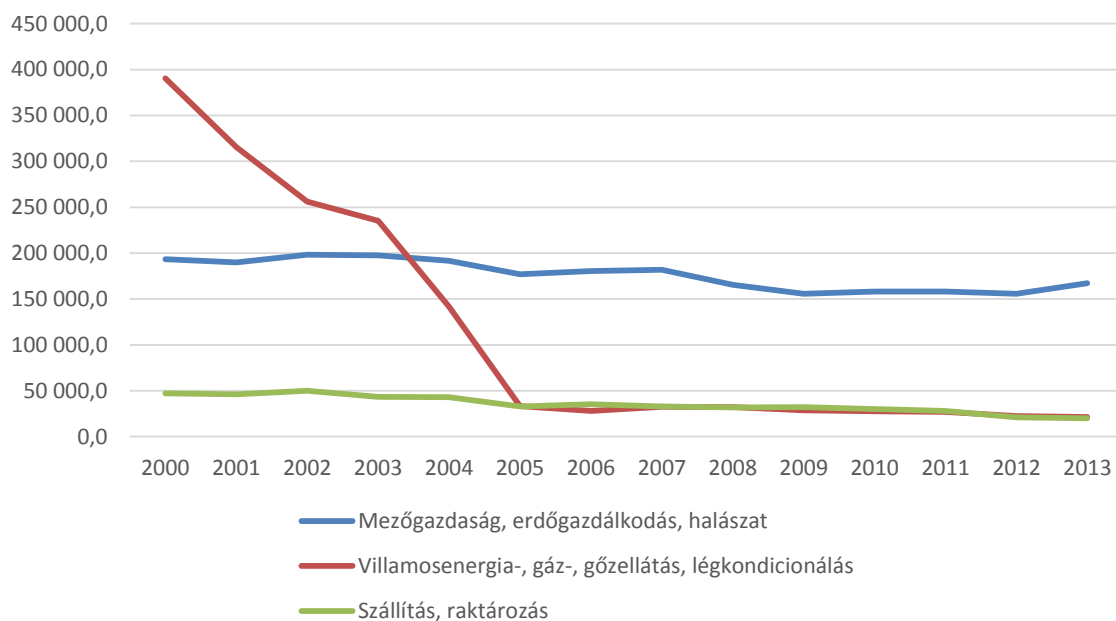
Azonban népegészségügyi szempontból vizsgálandóak, és egészségügyi szempontból elemzendők a fenti diagramon „egyéb” címszóval van aposztrofálva: SO₂, NO_x. Ezeket a továbbiakban külön elemezzük.

Savasodást okozó gázok:

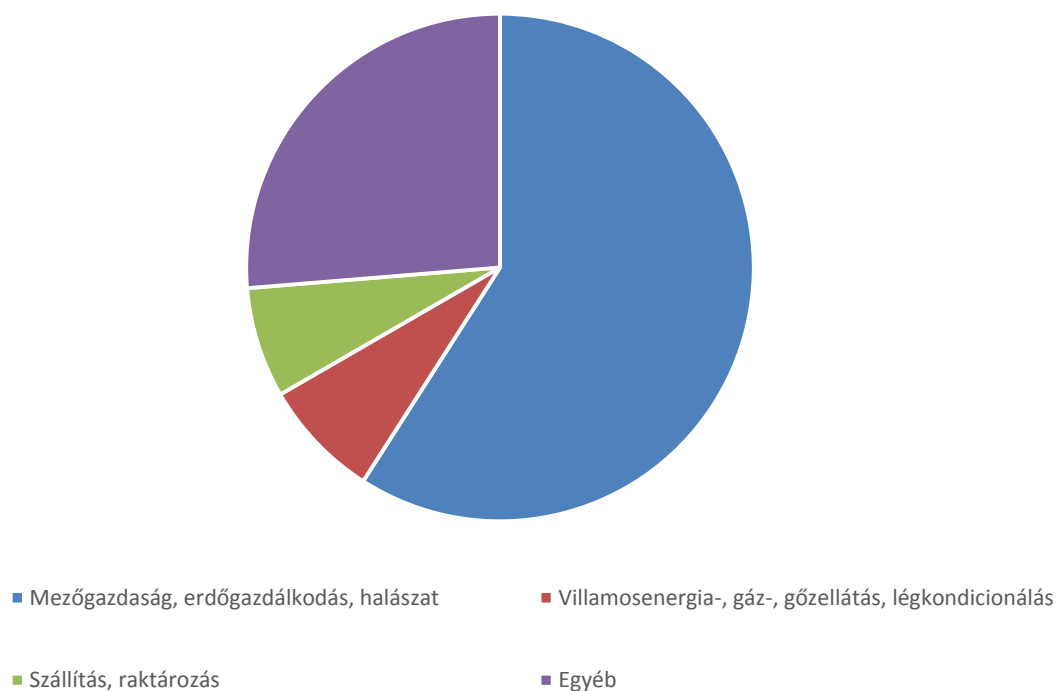
A légtérbe került nitrogén oxidok a kibocsátó forrástól nagy távolságra eljutva leülepednek, így szerepet játszanak a savasodásban, az algásodásban, valamint megnövekedett koncentrációjuk révén a fotokémiai füstköd (szmog) kialakulásában.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A kibocsátott kén-dioxid felelős a téli szmog kialakulásáért, az ammónia kibocsátás során bemosódó nitrát és foszfát pedig a fokozott algásodásért felel.



6. Diagram: Savasodást okozó gázkibocsátás főbb nemzetgazdasági áganként (tonna SO₂-ekvivalens)
Forrás: KSH, 2015



7. Diagram: Savasodást okozó gázkibocsátás főbb nemzetgazdasági ágazati megoszlás 2013-ban
Forrás: KSH, 2015

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A kén-dioxid emisszió közel 89%-os csökkenésével párhuzamosan a nitrogén-oxidok és ammónia kibocsátás lett a leginkább felelős a környezet savasodásáért, noha ez utóbbi két emisszió nagyságrendje érdemben nem változott.

A javulás hátterében elsősorban az energiaellátás (elsősorban villamos energia előállítás) gazdasági ágazat áll, amely 2000-ben 367 ezer, míg 2013-ban mindössze 9 ezer tonna kéndioxidot bocsátott ki. A legjelentősebb kéndioxid kibocsátóvá 2013-ban a feldolgozóipar vált 4,5 ezer tonnával, ami a teljes nemzetgazdaságból 31%-os részesedésnek felel meg.

A legjelentősebb NO_x kibocsátó a mezőgazdaság és a szállítás/raktározás, amelyek 2013-ban a teljes gazdaságból származó nitrogén oxidok tekintetében a mezőgazdaság 29 ezer, míg a szállítás, raktározás 28 ezer tonna NO_x-et bocsátottak ki.

Az ózón előanyagok (prekurzorok)

Az ózón előanyagok (prekurzorok) olyan anyagok, amelyek hozzájárulnak a talaj közeli ózón kialakulásához. Az ózón egy rendkívül reaktív gáz, amely számos egészségügyi problémát okoz, valamint károsítja az ökoszisztémát, mezőgazdasági terményeket.

A megemelkedett ózón koncentráció légzési problémákat, és a tüdő működési zavarait eredményezheti. Az ózón kibocsátásáért főként a savasodásért is felelős nitrogén oxidok – amelyek elsősorban ipari tüzelésből és közlekedésből származnak - és a nagyrészt a vegetáció által kibocsátott illékony szerves vegyületek felelősek.

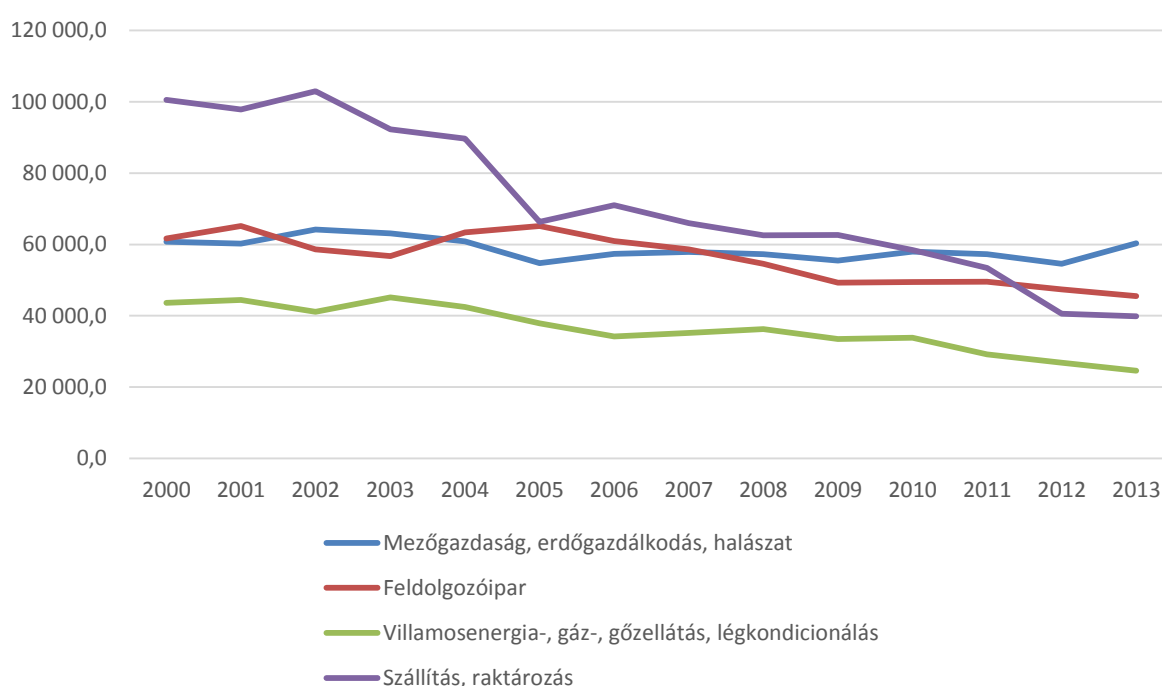
A metán mellett, hogy üvegházhatású gáz, ózón prekursor is.

Az egyik legszennyezőbb nemzetgazdasági ágazat, a szállítás, raktározás, amely a nemzetgazdasági ózón prekursor szennyezés majdnem 20 százalékáért felelős. Nagyságrendileg hasonlóan szennyező nemzetgazdasági ágazat a feldolgozóipar (20,6%) és az energiaellátás (11%) követi 2013-ban (KSH, 2015).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A környezetkárosító hatás tekintetében 1,22 kg nitrogénoxidok, 0,11 kg szénmonoxid és 0,014 kg metán felel meg 1 kg NMVOC-nek (Non Metan Volatil Organic Compounds, vagyis nem metán illékony szerves vegyületek).

Az ózon előképző anyagok leginkább a gépjárművek kipufogó gázaiból származnak, de más égési folyamatokból szerves oldószerek ipari alkalmazásából és felület kezelési technológiákból is kerülhetnek a levegőbe [260] (BÁNOS K., SOMOGYI A., 2009).



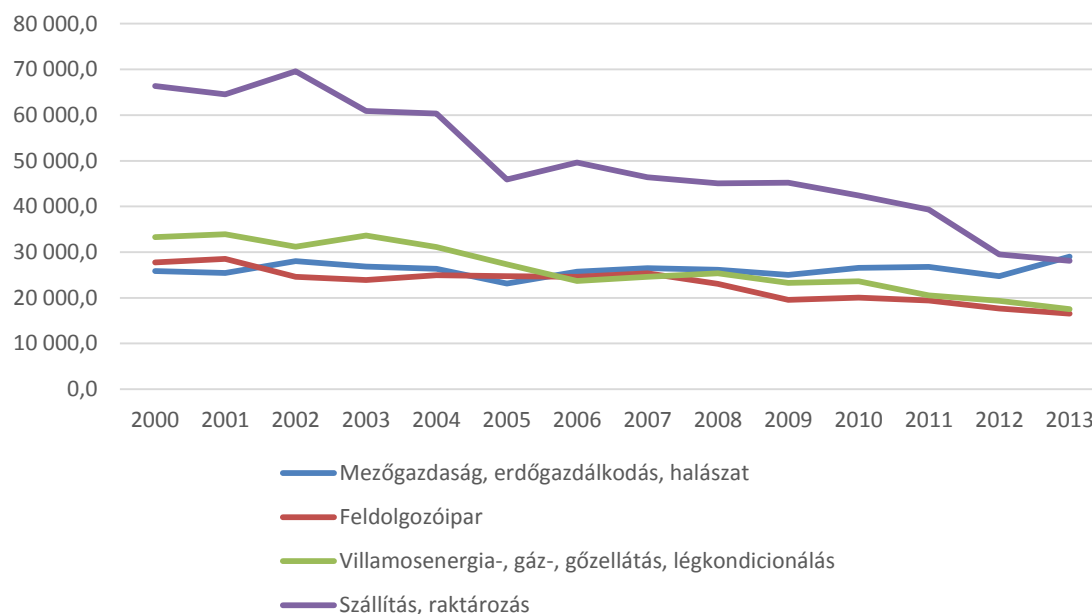
8. Diagram: Nemzetgazdasági ágak ózon prekursor kibocsátása (tonna NMVOC ekvivalens)
Forrás: KSH, 2015

A 9. táblázat mutatja a nemzetgazdasági ágazatok NO_x kibocsátási trendjét. Ebből látható, hogy a nitrogén oxidok közel két harmada a szállítás, raktározás ágazathoz volt köthető. A nemzetgazdasági szénmonoxid kibocsátás 45%-a a szállítás, raktározás nemzetgazdasági ágából, több, mint egyharmada pedig a feldolgozóiparból származott.

Bár a szállítás és raktározási ágazat NO_x kibocsátása folyamatosan csökkenő tendenciát mutat, ezt a csökkenést a közlekedés mérési eredményei (RDE) nem igazolják vissza. Ugyanígy nem

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

igazolják vissza a csökkenést a közlekedési emisszió okozta városi levegőszennyezettséget mérő műszerek sem.



9. Diagram: Nemzetgazdasági ágak nitrogénoxidok (NO_x) kibocsátása [tonna]

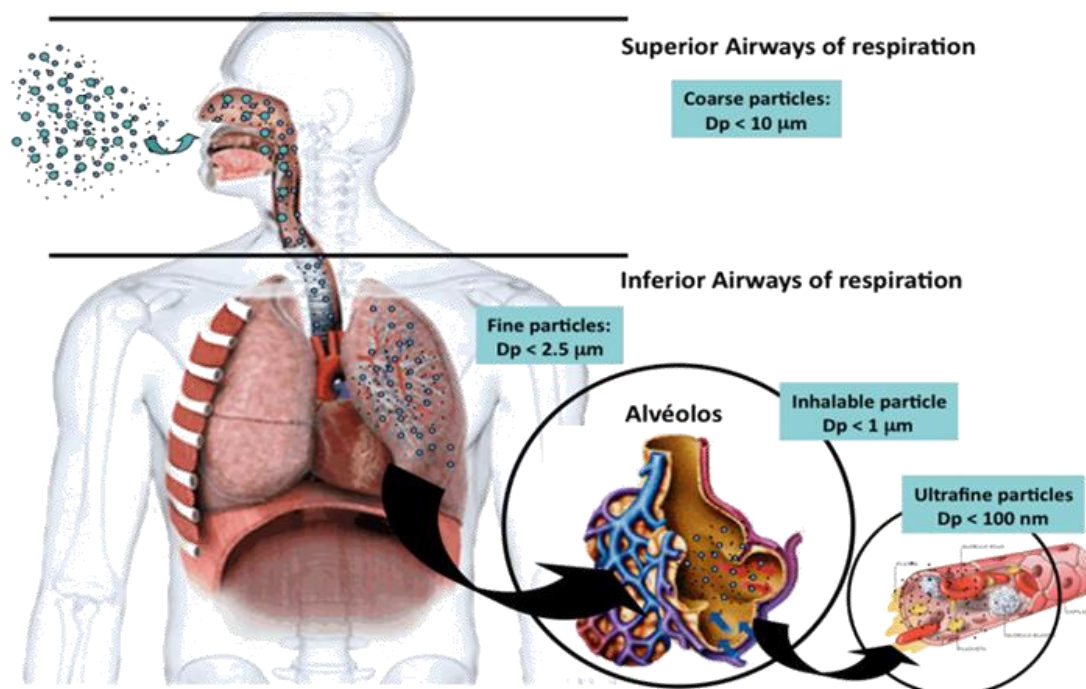
Forrás: KSH, 2015

Szálló por kibocsátás

A lebegő részecskék közül kiemelendő a szálló por mely a levegőben előforduló folyékony vagy szilárd halmazállapotú részecske, mérete a 0,001-100 mikrométer (μm) közötti tartományba esik. A szálló por veszélyessége összefüggésben van annak szemcseméretével, így a 10 μm-nél kisebb részecskék (PM 10) veszélyesebbek az egészségre, mint a nagyobbak.

A 10 μm-nél nagyobb porrészecskéket a légutak természetes védekező működése (csillósörös hámja) kiszűri, a kisebb méretűek lejutnak a mélyebb légutakba (tüdőhólyagokba). A szállópor hatását befolyásolja a belélegzett por mennyisége, fizikai tulajdonsága és kémiai összetétele. A 2,5 μm-nál kisebbek a tüdőhólyagokon keresztül az oxigénhez hasonlóan a véráramba jutnak, ez pedig súlyos keringési megbetegedésekhez vezet.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



A porrészecskék baktériumokat, vírusokat, gombákat, valamint toxikus anyagokat kötnék magukhoz, ráadásul elősegítik azok bejutását a szervezetbe [270] (OLM, 2011)

A szilárd-anyag kibocsátás fő forrásai a városokban a dízel üzemű járművek, az ipari, háztartási és egyéb tüzelés.

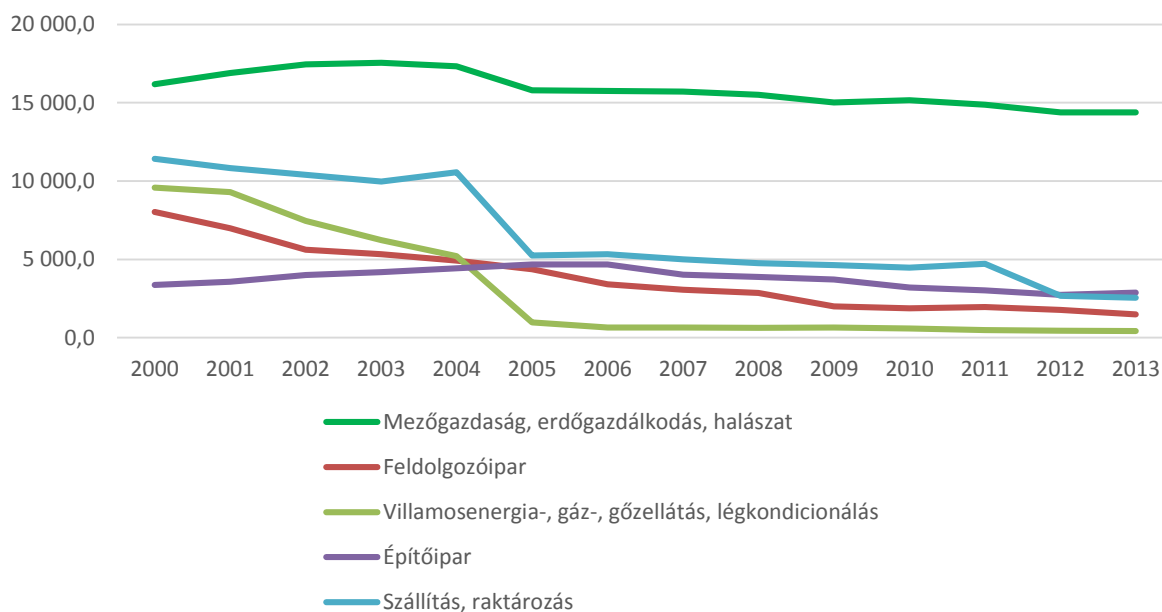
Természetes források a por, homok és az erdőtüzekből származó füst. A szálló por a kéndioxid magas koncentrációja mellett lassú légmozgás és alacsony hőmérséklet esetén az ún. téli füstköd (szmog) előidézője. A 10 mikrométernél kisebb átmérőjű részecskék felé forduló növekvő figyelem azok egészségkárosító hatásának következménye.

Ezen anyagok belélegzése számos súlyos szív- és légzőszervi betegség pl. tüdőrák kialakulásában játszik szerepet. Szálló por tekintetében az uniós elvárásoknak megfelelően 2 szennyezőanyagot vizsgálunk:

- 10 mikro és az alatti átmérőjű részecskéket (PM 10)
- valamint a 2,5 mikro és az alatti átmérőjű részecskéket (PM 2.5).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

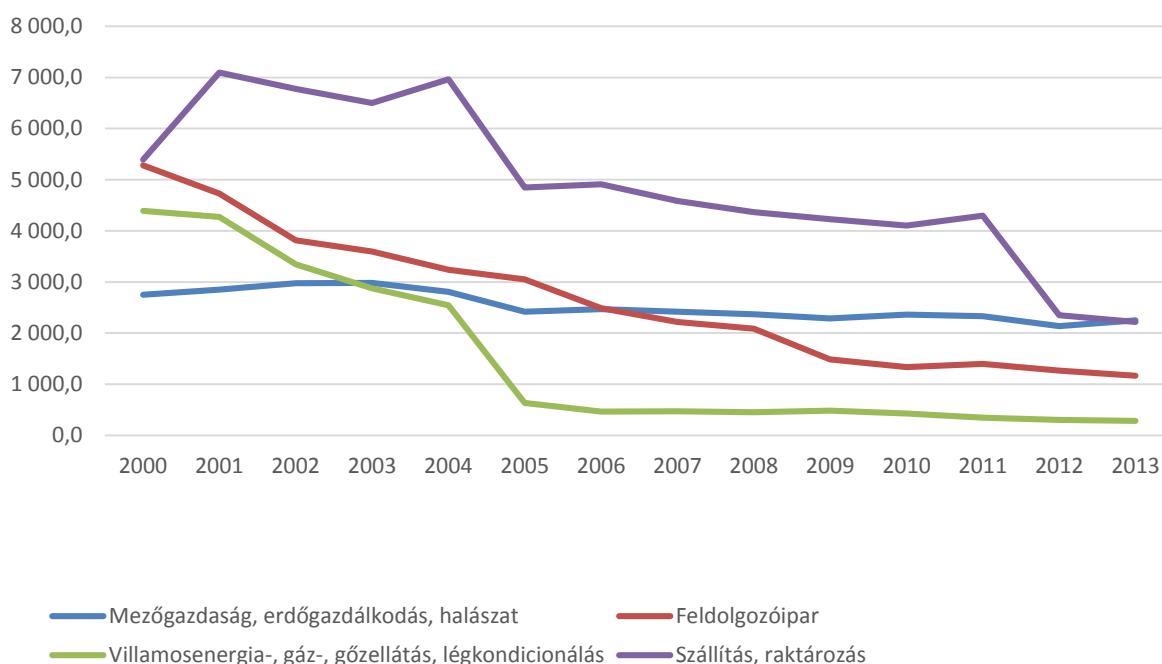
A szállópor szennyeződésért elsősorban a mezőgazdaság és a közlekedés felelős. A közlekedés a TEÁOR'08 besorolás szerint nem önálló nemzetgazdasági ágazat leginkább a szállítás, raktározás nemzetgazdasági ágnak feleltethető meg. A közlekedésben a szilárd anyag kibocsátás a tökéletlen égésből származik, és főleg a dízel üzemű gépjárműveknél jelentős. A gumikopás és a fékek kopása ugyancsak számottevő szilárd anyag – kibocsátást eredményez.



10. Diagram: A nemzetgazdasági ágak 10 µm alatti szállópor (PM 10) kibocsátása [tonna]

Forrás: KSH, 2015

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



11. Diagram: A nemzetgazdasági ágak 2,5 μ m alatti szállópor (PM 2,5) kibocsátása [tonna]
Forrás: KSH, 2015

A fenti diagrammal kapcsolatosan megjegyzendő, hogy 2009-től a szállítás, raktározás kibocsátása folyamatosan csökken, és jelentős visszaesést mutat a diagram 2011-2012. között, de ez csak részben igazolható a szállítási teljesítmény nagymértékű csökkenésével. A drasztikus statisztikai visszaesés másik oka, hogy nincs megfelelő mennyiségű mérőpont, ami a 2,5 μ m alatti szállópor mennyiséget tudná mérni [271] (Domanovszky, 2016).

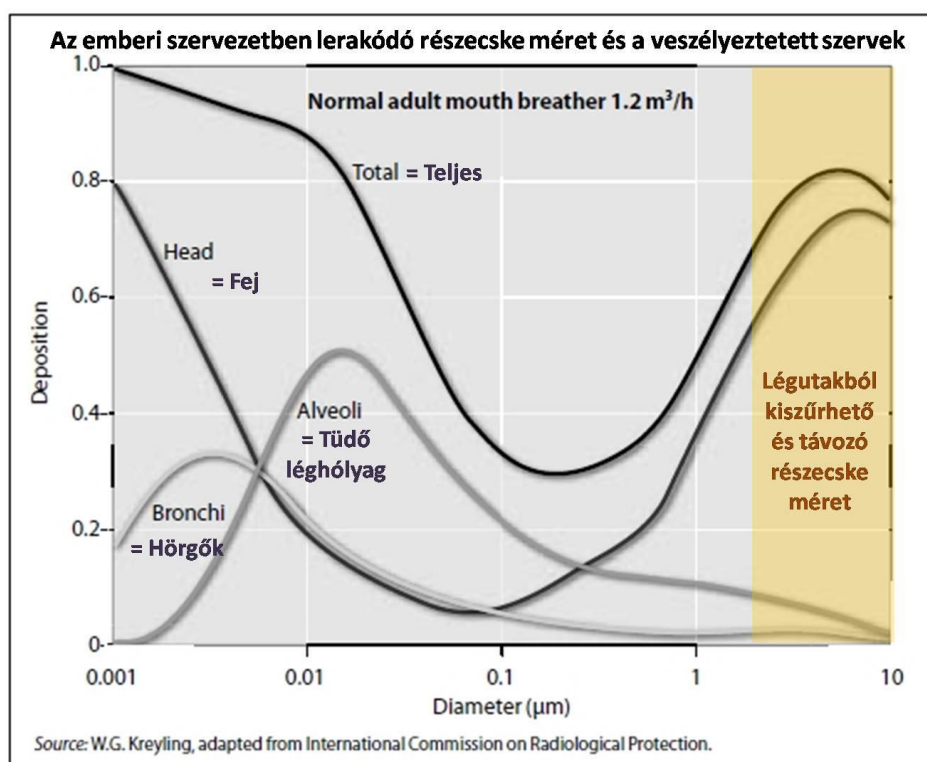
[249] BÁNOS 2012-es tanulmányában ezt írja: „Az Európai Parlament és a Tanács 2008/50/EK szerint, hatályos levegőminőségi irányelve célkitűzéseket határoz meg a légszennyezettségnek az emberi egészségre és a környezet egészére gyakorolt káros hatásainak elkerülése, megelőzése vagy csökkentése érdekében. Az irányelv XI. melléklete tartalmazza a különböző légszennyező anyagokra, köztük a kisméretű szálló porra (PM10-re) vonatkozó (éves és napi) határértékeket. Ezek betartása a 2005 utáni években (az EU több tagállamához hasonlóan) Magyarország több légszennyezettségi zónájában is gondot okozott, illetve okoz még napjainkban is. Az irányelv 22. cikke a határidők betartásának elhalasztásának, valamint bizonyos határértékek alkalmazásának kötelezettsége alóli mentességnek a lehetőségét adta meg azon célból, hogy azokban az országokban, ahol a folyamatban lévő intézkedések biztosítják a szennyezettség határérték alá szorítását 2011-re, ne induljon jogsértési eljárás.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Hazánk is élt e lehetőséggel, a tizenegy levegőminőségi zónából nyolcra nyújtott be mentességi kérelmet (éves és napi határérték meghaladása miatt), amelyben bemutatta, hogy milyen intézkedések várhatóak a határidőig”.

Elsődleges cél a 2008/50/EK irányelvben rögzített kisméretű részecskére vonatkozó határértékek betartása az ország egész területén. A légszennyezettség csökkentésére nemcsak a jogsértési eljárás alatt álló, hanem a mentességet kapott zónákban is szükség van, mivel az átmeneti idő 2011. június 10-én lejárt, és ma sem garantált a határérték betartása, amelynek várhatóan pénzbüntetés lesz a következménye, hiszen folyamatosan hosszabbítást kért Magyarország a probléma megoldása érdekében.

A dízel járművek okozta egészségügyi problémát jól illusztrálja az alábbi ábra, mely bemutatja egy modern motorból kiáramló részecskék (vízszintes tengely) méret-eloszlás (függőleges tengely) összefüggését és az emberi szervezet ezzel szembeni védekező képességét, illetve védtelenségét:



1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

1.3.1.4. Népegészségügyi vonatkozású szakirodalom:

22. [261] WHO Air Quality Guideline - Global Update, 2005:
www.euro.who.int/Document/E87950.pdf

WHO a lokális egészségkárosító légszennyezés-típusokat mutatja be, amelyek a környezetvédelmi fejezetnél részletesen leírtunk.

23. [114] Bihari Péter: Energetikai eredetű levegőkörnyezet-terhelés értékelése és tervezése, BME Doktori disszertáció, 2007

Jó áttekintés ad a különféle terjedési modellekről, ezen túlmenően saját verziót ad. Jellemzően technikai műszaki megoldásokat vázol fel. Azonban a 8.7-es rész konkrét pénzürtékeket ad különféle egészségügyi károsodásokra, amelyeket a projekt keretén belül az externália számításnál fel lehet használni.

24. [108] Berndt Mihály (szerk): Részletes háttér-információ a környezeti zaj értékeléséről és kezeléséről szóló 280/2004. Korm. rendelet végrehajtásához, 2007

A zajártalmakkal foglalkozó dokumentum szerint fizikai szempontból nincs különbség a hang és a zaj között. A hangot az érzékeinkkel fogjuk fel és a hanghullámok összetett szerkezetű zajnak, zenének, beszédnek, stb. hívjuk. Ezek a kommunikáció, az emberi kapcsolatteremtés, a szórakozás, kikapcsolódás elengedhetetlen részei – sőt az emberi lét nélkülözhetetlen kellékei. Ily módon a zaj meghatározása talán így a legérthetőbb: nemkívánatos hang.

1.3.1.5. A közlekedés epidemiológiai következményei

Az Európai Unió 2001-ben megjelent közlekedéspolitikai Fehér Könyve [272] így összegzi. „A korszerű közlekedési rendszernek mind gazdasági, mind pedig szociális és környezetvédelmi szempontból fenntarthatónak kell lennie” (...). „Számos intézkedés megtételére és politikai eszköz bevetésére van szükség ahhoz, hogy megkezdődjék a fenntartható közlekedési

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

rendszer kialakulásához vezető folyamat. (...) Választanunk kell tehát a status quo , azaz a jelenlegi rendszer fenntartása és a változás szükségességének elfogadása között. Az előbbi - a könnyebbik lehetőség – elfogadása a forgalmi torlódások és a környezetszennyezés jelentős növekedéséhez vezet, és végső soron veszélyeztetni fogja Európa gazdaságának versenyképességét. A második választása - ez megelőző intézkedések megtételét igényli, amelyek némelyikét nehéz lesz majd elfogadtatni – a közlekedési kereslet kijelölt irányokba terelésére szolgáló és egész Európa gazdaságának fenntartható módon való fejlődését biztosító szabályozás új formáinak alkalmazásával jár” (Európai Bizottság, 2001).

Az utóbbi időszak népegészségügy és közlekedés összefüggéseire vonatkozó kutatások alapján a szakértők között nemzetközi szinten is egyetértés alakult azon a téren, hogy a gépjárművek által kibocsátott levegőszennyező anyagok közül napjainkban a szálló por és a finom por (PM10 és PM2,5) jelenti a legnagyobb egészségügyi kockázatot.

A kanadai Egészségügyi Minisztérium szerint a levegő szennyezettsége az alábbi közvetlen egészségkárosodásokat okozhatja:

- asztmás- és egyéb légzőszervi megbetegedések
- szívinfarktus, stroke és más keringési betegségek
- daganatos megbetegedések kialakulása
- szennyező anyagoknak és allergéneknek való fokozott kitétel [262] (Healt Congress Canada, 2003)

A magas légköri ózonkoncentrációt csökkentve ezek a gázok még számos más módon is hozzájárulnak egészségünk rombolásához. A fokozott ultraviola sugárzás miatt bőrkárosodások, bőrrák, a szem szürkehályog alakulhat ki, valamint a sugárzásnak erősebben kitett emberek immunrendszerének működése is megzavarodhat. A [177] U.S. Environmental Protection Agency (Amerikai Környezetvédelmi Ügynökség- EPA, 2002) szerint a levegőszennyezettség neurológiai, szívkoszorúér, máj, pajzsmirigy, légzőszervi, immunrendszeri és reprodukciós rendszeri károsodást okozhat. Az EPA (2002) magas rákkockázatot tulajdonít a levegő szennyezettségének. A kutatás során 32 ismert toxikus levegőszennyező anyagot vizsgáltak (ebből 29 karcinogén) és a tanulmány szerint mintegy 20

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

millió nagyvárosban élő amerikai számára (közülük sokan Los Angelesben, illetve San Franciscóban élnek) a levegő szennyezettsége miatt a rák kialakulásának kockázata százszorosa az EPA által elfogadhatónak tartott szintnek.

Százezer amerikai közül 75 egy, a szennyeződés miatti rák kialakulásával kell, hogy számoljon, miközben az említett 20 millió, nagyvárosban élő kockázata hússzor akkora, azaz 1 az 5000-hez.

Ugyanakkor az Egészségügyi Világszervezet nem ad meg konkrét levegőminőségi határértéket erre az anyagra, mert álláspontja szerint nincs olyan alacsony koncentrációjuk, amely biztosan nem károsítaná az egészséget. Az Európai Bizottság felkérésére – a Tiszta Levegőt Európának (Clean Air for Europe, CAFE) folyamat részeként – átfogó elemzés készült a légszennyezés környezetre és emberi egészségre gyakorolt hatásairól. A felmérés eredményei megdöbbentőek és egyben riasztóak: Kimutatták, hogy az Európai Unióban közel 400 ezer ember hal meg évente a 2,5 mikrométernél kisebb szennyező részecskék (PM_{2,5}) következtében. Kiderült, hogy egy átlagos magyar ember, ha marad a jelenlegi szennyezési szint, több, mint egy évet veszít az életéből a PM_{2,5} részecskeszennyezés miatt [263] (LUKÁCS et al, 2010).

[257] Bános (2012) varianciaanalízis módszerével (Ward-féle eljárás) vizsgálta az egyes európai országok csoportba sorolásának lehetőségét. A kapott eredmények segítségével nyert dendrogram alapján olyan országcsoportokat határolt le, amelyek a vizsgált fontosabb mutatók (megújuló energiaforrás arány, a városi lakosság veszélyeztetettségének szintje szálló porra) nagyjából azonos.

A Ward-féle eljárással lefuttatott hierarchikus klaszteranalízis kimeneteként kapott dendrogram alapján négy országcsoport jelölhető ki. Az első csoportba 10 ország kerül bele, közöttük az EU-15 tagállamai (Belgium, Franciaország, Luxemburg, Hollandia, Írország), Bulgária és a Visegrádi négyek (Csehország, Magyarország, Lengyelország és Szlovákia) is található. Ezt az országcsoportot a megújuló energiaforrások viszonylag alacsony aránya (7,57%-os csoportátlag), valamint a fosszilis energiaforrások magas aránya (92,43%-os csoportátlag) jellemzi (KSH, 2012).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A másik „légnépesebb” országcsoport kilenc országot foglal magában. Ezek közül is találhatók az EU-15 tagállamai (Ausztria, Dánia, Portugália, Finnország) és az EU-12 országai (Észtország, Lettország, Litvánia, Románia, Szlovénia). Erre az országcsoportra a megújuló energiaforrások magasabb aránya (24,2%-os csoportátlag) a jellemző (KSH, 2012).

A harmadik országcsoport (Németország, Spanyolország, Olaszország, Anglia) a légszennyezéssel kapcsolatba hozható megbetegedések kimagasló arányai (légúti betegségek 36,825%, krónikus légzőszervi betegségek 22,125%) alapján különül el. Itt azonban megjegyezendő, hogy ilyen fajta megbetegedések statisztikailag kimutatott magas aránya nem feltétlenül a kedvezőtlen ökológiai helyzetre utal, a magasabb színvonalú egészségügyi ellátás következménye is lehet (más országokhoz képest több megbetegedést diagnosztizáltak).

Az utolsó országcsoport két észak-európai országot, Svédországot és Norvégiát foglalja magában. Ezekre az országokra alacsonyabb légszennyezettség (a szálló por átlagos koncentrációja: $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$), valamint a megújuló energiaforrások viszonylag magas aránya (56,1%-os csoportátlag), valamint a nem fosszilis energiaforrások alacsony aránya (43,9%-os csoportátlag) a jellemző.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

1. Táblázat: Európai országok csoportosítása légszennyezettség szerint WARD eljárással

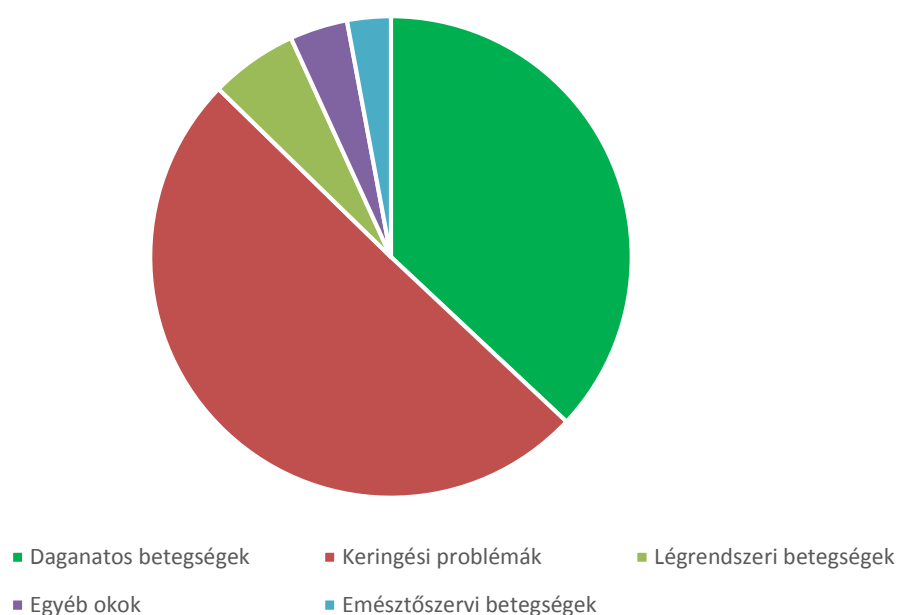
Forrás: BÁNOS, 2012

		A megújuló energiaforrások aránya	Fosszilis energiaforrások aránya az összenergián belül	A városi lakosság veszélyeztetettsége szálló porra	Légúti betegségek összesen	COPD Krónikus obstruktív légzőszervi betegségek	Asztma	Ország
1	1	4,60	95,40	29,00	7,30	4,60	,20	Belgium
	2	11,60	88,40	53,00	2,70	1,70	,10	Bulgária
	3	8,50	91,50	26,00	2,70	2,10	,10	Csehország
	4	5,00	95,00	14,00	1,90	1,20	,10	Írország
	5	12,30	87,70	26,00	20,20	8,30	1,00	Franciaország
	6	2,70	97,30	23,00	,20	,10	,00	Luxemburg
	7	7,70	92,30	30,00	5,30	4,40	,20	Magyarország
	8	4,10	95,90	26,00	8,00	6,40	,10	Hollandia
	9	8,90	91,10	35,00	10,80	8,30	,70	Lengyelország
	10	10,30	89,70	25,00	1,10	,70	,10	Szlovákia
Total Mean		7,5700	92,4300	28,7000	6,0200	3,7800	,2600	
2	1	19,90	80,10	17,00	3,50	3,00	,10	Dánia
	2	22,80	77,20	13,00	,30	,20	,00	Észtország
	3	34,30	65,70	20,00	,40	,30	,10	Lettország
	4	17,00	83,00	23,00	,90	,80	,10	Litvánia
	5	29,70	70,30	24,00	2,90	2,40	,10	Ausztria
	6	24,50	75,50	25,00	6,50	2,70	,10	Portugália
	7	22,40	77,60	30,00	6,90	5,40	,30	Románia
	8	16,90	83,10	29,00	,60	,40	,00	Szlovénia
	9	30,30	69,70	13,00	1,50	1,00	,10	Finnország
Total Mean		24,2000	75,8000	21,5556	2,6111	1,8000	,1000	
3	1	9,80	90,20	22,00	34,90	24,10	1,70	Németország
	2	13,30	86,70	26,00	34,10	13,80	,80	Spanyolország
	3	8,90	91,10	33,00	30,80	21,50	,60	Olaszország
	4	2,90	97,10	19,00	47,50	29,10	1,30	Egyesült Királyság
Total Mean		8,7250	91,2750	25,0000	36,8250	22,1250	1,1000	
4	1	47,30	52,70	15,00	3,50	2,60	,10	Svédország
	2	64,90	35,10	19,00	2,50	2,00	,10	Norvégia
	Total Mean	56,1000	43,9000	17,0000	3,0000	2,3000	,1000	
Total Mean		17,6240	82,3760	24,6000	9,4800	5,8840	,3240	

Hazánkban évente körülbelül 16 ezer ember hal meg a részecske-légszennyezés miatt. Ez az éves összes halálozat mintegy 12%-a. A friss kutatások szerint a lakosság számához viszonyítva Magyarországon hálnak meg a legtöbb Európában a részecskeszennyezés miatt. Légúti, daganatos, valamint szív- és érrendszeri megbetegedésekért egyaránt felel a légszennyezés. Az EU által finanszírozott Francia Országos Közegészségügyi Intézet (InVS) által koordinált Aphekom kutatás kimutatta (Országos Környezetegészségügyi Intézet, 2011), hogy a részecskeszennyezés csökkentésével, az Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization: WHO) ajánlásainak betartásával sok emberéletet menthetnénk meg. Tizenkét ország 25 városát vizsgálták három éven keresztül. A kutatás szerint Bukarest után Budapesten a legmagasabb az életvesztés a részecskeszennyezés miatt. A gyermekkori asztmás

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

megbetegedések 15-30%-a a forgalmas utak közelségéhez köthető. Ha Budapesten a legapróbb részecskék (PM2.5) koncentrációját a WHO által ajánlott szinten tartanánk, már azzal is átlagosan 19,3 hónappal, azaz több mint másfél évvel nőhetne a lakosok várható élettartama. A Levegő Munkacsoport azonnali és hathatós intézkedéseket vár a kormánytól és az érintett városok vezetésétől a lakosok egészségét károsító légszennyezés csökkentése érdekében [109] (LEVEGŐ MUNKACSOPORT, 2011).



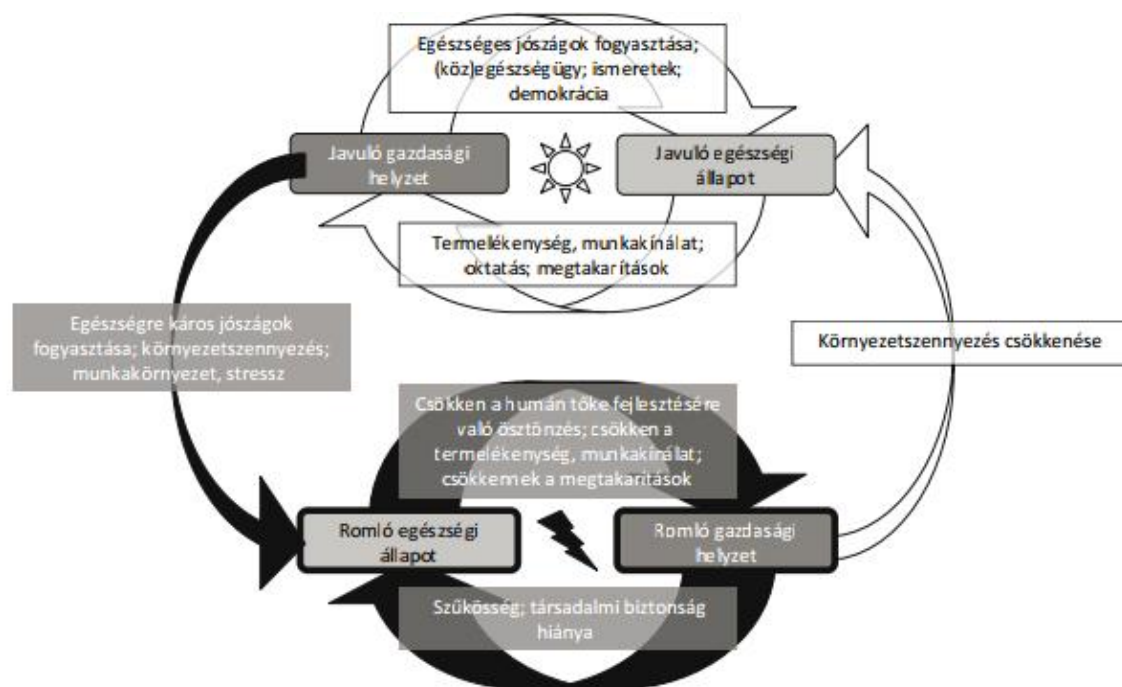
12. Diagram: Elhalálozási arányok a főbb betegségcsoportok szerint 2014-ben

Forrás: KSH, 2015

A KSH adatai alapján a kén-dioxid szennyezettség egyértelműen csökkent, s a mért koncentrációk évek óta folyamatosan az egészségügyi határérték alatt maradtak. A kibocsátott kén-dioxid mennyisége 1995 és 2009 között 1 millió tonnáról 80 ezer tonnára esett vissza, ami 90%-os csökkenést jelent. A visszaesés fő okai a tüzelőanyagok kéntartalmának csökkentése, a szén használatánál a kéntelenítő berendezések alkalmazása, valamint a háztartásokban a széntüzelés visszaszorulása és a földgázfelhasználás előtérbe kerülésével.

Az egészségi állapot és a gazdaság közötti többirányú kölcsönhatás összefüggéseit makroszinten az alábbi ábra szemlélteti.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



3. Ábra: Az egészségi állapot és a gazdaság kölcsönhatása makroszinten
Forrás: Kollányi, 2001.

Miből tevődik össze hazánkban egy betegség összes költsége?

- Direkt költségek:
 - egészségügyi kiadások
 - gyógyszerkiadások
 - táppénz
 - rokkantnyugdíj
- Indirekt költségek:
 - korai halálozás miatti bevétel veszteség
 - betegség miatt bevétel veszteség
 - munkából származó termelés veszteség

Lukács et al. korábban említett kijelentése az „átlagos magyar ember” légszennyezettség miatti megbetegedésének lehetőségével kapcsolatosan az európai országok légszennyezettség adatainak függvényében pontosításra szorul. Ebből eredően meg kell

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

különböztetni a közlekedési szempontból zsúfolt nagyvárosokat a vidék többi részétől; illetve a munkavégzés helyétől: a PM 10 és PM_{2,5} szennyezés kevésbé veszélyezteti az embert, ha irodában, zárt helyen tölti napjának nagyobb részét, valamint a napi közlekedése során nem teszi ki magát erős expozíciónak.

A légző rendszer betegségei okozta halálozások 2000-ben 3,8, 2012-ben 5,2 százalékát jelentették az összhálózásnak. Erre a halálteki főcsoportra a legnagyobb befolyással az idült alsólégúti betegségek vannak. Ezen a kategórián belül szinte mindegyik betegségtípusnak (idült hörghurut, tüdőtágulat, asztma, hörgőtágulat), nemtől és kortól függetlenül csökkent a halandósága az elmúlt 13 évben. Azonban ezzel egy időben az egyéb idült alsólégúti betegségeknek meredeken megnövekedett a mortalitása és ez okozta az összhálózás belüli részarány bővülését.

Magyarországon az összes kibocsátáson belül közlekedésből származik a szálló por (PM₁₀) kibocsátás 43%-a. A közlekedési alágazaton belül a közúti közlekedés felelős a részecske kibocsátás több mint 95%-ért. Az egyik legfontosabb egészségkárosító tényező a közlekedési eredetű szálló por. A gépjárműállomány dinamikusan emelkedik, ez alól a 2009. válság által meghatározott év csak kivétel, azonban a csökkenés nem releváns.

Az új járművek egyedileg egyre kevesebbet szennyeznek tömeg szerint (PM), hiszen a modern motortechnológia az egyre tökéletesebb égést teszi lehetővé. Ebből eredően a tömegben jelentős PM 10 részecskék kisebb mértékben kerülnek a levegőbe. Ezzel szemben viszont a PM 2,5, amely tömegét tekintve sokkal kisebb, ugyanakkor jóval nagyobb számban kerül ki a közlekedésben részt vevő gépjárművekből.

Az állomány és a futásteljesítmény növekedésén felül az a sajnálatos és a legújabb kutatások által bizonyított tény, hogy a modern motortechnológia egyre nagyobb arányban, egyre kisebb részecskéket juttat a levegőbe, aminek a hatása a korábbiakban említettek szerint rosszabb. Figyelemre méltó a tény, hogy 20-1000 nm tartományban kerül ki a dízel és közvetlen befecskendezésű benzinmotorok szilárd részecske kibocsátásának meghatározó része. Emiatt a személygépjárműveknél a részecskekibocsátás az Euro 6 emissziós kategóriában már darabszám szerint is korlátozott, a PM határértéke 600 milliárd részecske kilométerenként! Ugyanez a nehéz közúti kategóriában motorfékpadi mérésre vonatkozóan

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

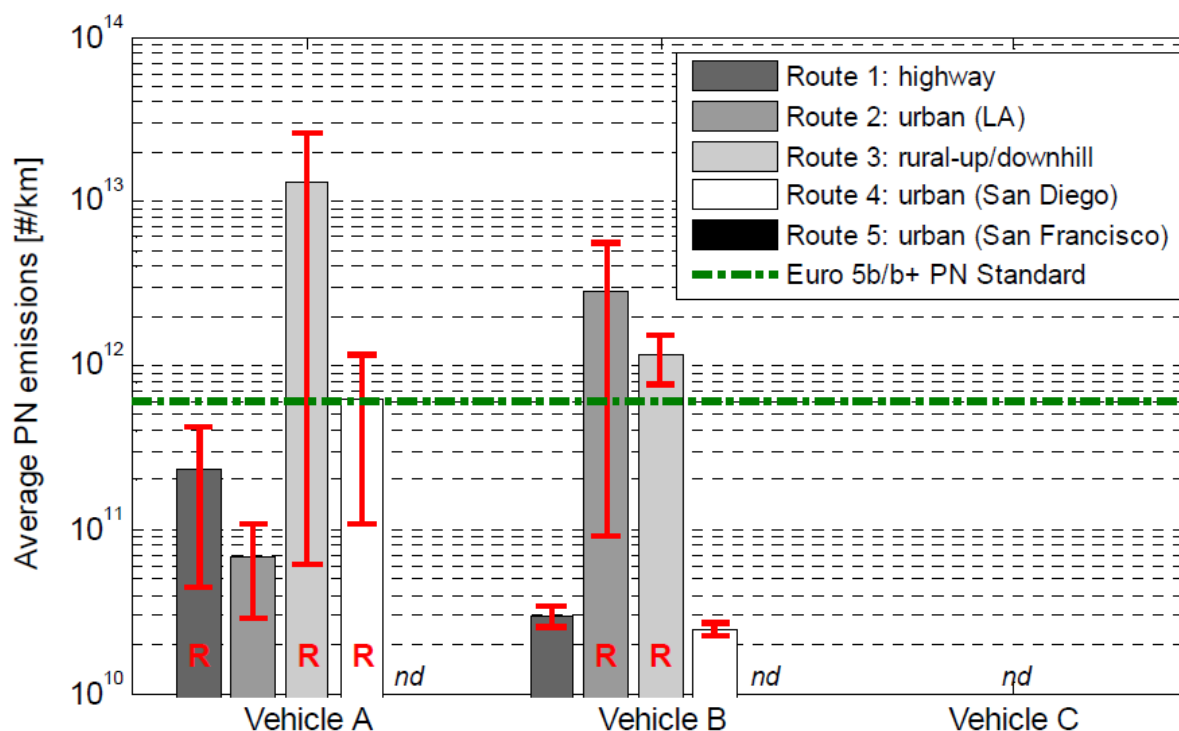
WHSC ciklus esetén 800 mrd 1/kWh, WHTC ciklusnál pedig 600 mrd 1/kWh. Tekintettel arra, hogy a részecskeszűrővel szerelt járművek esetén, normál üzemi körülmények között is csak ennek az értéknek alulról való megközelítése lehetséges, az az általánosan használt laikus kijelentés – miszerint a részecskeszűrős járműveknél már nincs részecske kibocsátás – teljességgel valótlan.

4. ábra: felnyitott könnyűjármű részecskeszűrője a lerakódott korommal



A részecskekibocsátás részecskeszűrős járművek esetében az eltérő rendszerességgel, automatikusan lezajló időszakos regenerálási fázisban kiugróan magasra, két nagyságrenddel emelkednek. Erre vonatkozóan adott mérési eredmény nyújtotta bizonyítékot az elhíresült dízelbotrány dokumentációja [239] **In-Use Emissions Testing of Light-Duty Diesel Vehicles in the United States, CAFE VWU**, a 0,01 μg -ról 5,7 $\mu\text{g}/\text{km}$ -re emelkedett a PM kibocsátás a vizsgált járművön, menetközben. Az európai homologizáció során életbeléptetett PM (600 mrd 1/km) határérték teljesítésének tekintetében a regenerációs ciklus értelemszerűen szintén rendkívül magas értéket produkált, melyet az alábbi ábra reprezentál (A típusú és B típusú jármű két eltérő katalizálási technológiával szerelt, míg a C járműnél ezt a mérést nem végezték el):

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



Az üzemben lévő járművek környezetvédelmi jellemzőinek romlására lehet számítani a környezetvédelmi ellenőrzések műszaki vizsgába integrálásával és gyakorlati megszüntetésével [273](VM, 2011).

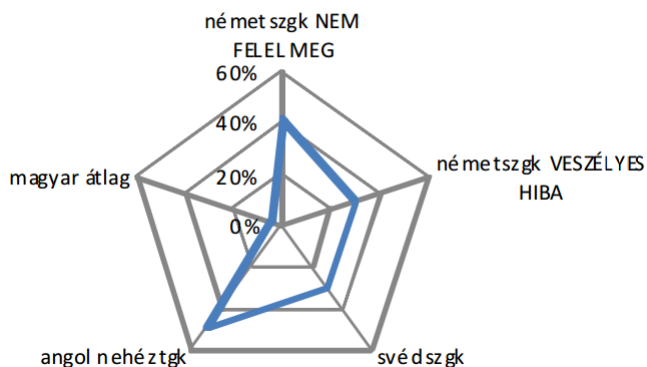
Az állítás bizonyítására vonatkozóan jelentős munkát és eredményt értek el [250] **Nemzeti eszköz a környezetbarát közúti közlekedés feltételeinek biztosítására (Környezetvédelmi felülvizsgálat tegnap – ma- holnap), Paár István – Szoboszlai Miklós – Telekesi Tibor (KTI)** szerzők. Az alábbi ábrával felhívták a figyelmet egyrészt arra, hogy a fejlett jármű addig alacsony kibocsátású, amíg állapota kifogástalan, apró hiba is rendkívül jelentős szennyező forrássá változtathatja a legkorszerűbb berendezést is.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



A szerzők rendkívüli jelentőségű megállapítása mély rendszer hibákra mutat rá. Az alábbi ábrán azon összehasonlítás eredményét mutatják be, amely az időszakos műszaki vizsgán megjelenő járművek megfelelőségét/bukási arányát mutatja be 10 éves járművek esetében, Németországban, Svédországban, Angliában, illetve ezzel szemben Magyarországon. „Összefoglalva a környezetvédelmi felülvizsgálat 2011-es helyzetét, megállapítható hogy Magyarországon gyakorlatilag nincs, megszűnt a környezetvédelmi felülvizsgálat, amit egy nemrég tartott szakértői értekezlet is megerősített.” A vizsgálat konklúziója, hogy a gyenge hatásfokú szűrés eredményeként hazánkban a járművek magas hibaarányával, mindenekelőtt jelentős környezetterhelési mutatókkal közlekedhetnek, azaz a forgalomban lévő használt járművek újkori emissziós besorolásuknak is csak csekély százalékban felelhetnek meg.

10 éves gépkocsik vizsgaállapota



1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Magyarországon a légzőszervi megbetegedésekre vonatkozó információkat jellemzően az Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet adatbázisában lehet megtalálni. A légző rendszeri megbetegedések közül az asztma kialakulásának egyik fő oka a levegőben jelenlévő szálló és finom por. A következő táblázat szemlélteti az asztmatikus megbetegedések számának változását 2000. óta, nemek közötti eloszlásban.

2. Táblázat: Az *asthma bronchiale* morbiditási adatainak alakulása

Forrás: Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet, 2015

Év	Nyilvántartásba vétel				Nyilvántartott állomány			
	férfiak	nők	együtt	%ooo	férfiak	nők	együtt	%ooo
2000	6 867	9 061	15 928	158	57 822	70 987	128 809	1 282
2001	7 216	9 827	17 043	169	63 044	78 742	141 786	1 412
2002	7 147	10 765	17 912	175	67 795	87 671	155 466	1 524
2003	7 299	11 381	18 680	184	73 491	97 832	171 323	1 689
2004	6 634	10 606	17 240	169	78 126	105 987	184 113	1 815
2005	6 106	10 139	16 245	161	82 246	113 670	195 916	1 940
2006	6 539	11 208	17 747	176	86 582	122 521	209 103	2 071
2007	7 177	12 121	19 298	192	91 252	132 124	223 376	2 219
2008	6 322	11 187	17 509	174	94 623	139 194	233 817	2 323
2009	6 986	10 773	17 759	176	100 992	147 173	248 165	2 465
2010	5 960	9 506	15 466	154	99 344	149 549	248 893	2 477
2011	6 307	10 809	17 116	171	104 152	157 960	272 883	2 625
2012	5 195	9 096	14 291	144	108 090	164 793	272 883	2 740
2013	6 574	10 651	17 225	174	110 668	172 086	282 754	2 854
2014	5 782	10 054	15 836	160	112 440	177 761	290 201	2 938

A fenti táblázatból egyértelműen megállapítható, hogy a vizsgált időszakban 2000-2014 között a nyilvántartott betegek száma több mint duplájára emelkedett.

Annak ellenére, hogy a betegekről, megbetegedésük helyzetképéről információ nem áll rendelkezésre, azonban közvetett adatok alapján – figyelembe véve a hazai gépjármű állomány alakulását – kijelenthető, hogy a gépjárműállomány növekedésével, a dízel járművek (és különösen a forgalomban való részvételük szerinti) arányának növekedésével, a fentiek alapján pedig a PM_{2,5} drasztikus emelkedéséhez k korrelálnak a légző szervi megbetegedések adatai.

A megbetegedések területi megoszlását mutatja be az alábbi, 3. sz. táblázat.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A táblázat adatait megvizsgálva kijelentésünket alátámasztottnak tekintjük, miszerint a betegség kialakulása egyértelmű összefüggésbe hozható az adott település/régió összes kibocsátási adataival.

Budapesten 2014-ben 100 000 lakosra vetítve 2 500 körüli az új asztmatikus megbetegedések száma, míg a tumoros betegségben szenvedők száma meghaladja a 250 főt.

3. Táblázat: A regisztrált asztmások etiológiai és területi megoszlása
Forrás: Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet, 2015

Megye/régió	Nyilvántartásba vétel				Nyilvántartott állomány			
	Allergiás incidencia		Nem all. incidencia		Allergiás prevalencia		Nem all. prevalencia	
	szám	%000	szám	%000	szám	%000	szám	%000
Budapest	2141	122,7	1380	79,1	41109	2356	14527	833
Pest	992	81,3	491	40,2	16977	1391	6523	534
Közép-Magyarország	3133	105,7	1871	63,1	58086	1959	21050	710
Fejér	535	127,5	333	79,4	9719	2317	4068	970
Komárom-Esztergom	349	116,1	159	52,9	7987	2656	2752	915
Veszprém	319	91,4	245	70,2	7390	2117	4130	1183
Közép-Dunántúl	1203	112,5	737	68,9	25096	2347	10950	1024
Győr-Moson-Sopron	487	108,1	85	18,9	10762	2390	2915	647
Vas	84	33,0	56	22,0	4443	1745	2111	829
Zala	276	98,7	108	38,6	6249	2235	1669	597
Nyugat-Dunántúl	847	86,0	249	25,3	21454	2179	6695	680
Baranya	358	95,7	266	71,1	6863	1835	3296	881
Somogy	196	62,1	205	65,0	6102	1934	4725	1498
Tolna	339	148,7	43	18,9	5842	2562	1498	657
Dél-Dunántúl	893	97,3	514	56,0	18807	2050	9519	1038
Borsod-Abaúj-Zemplén	386	57,2	357	52,9	9124	1352	7555	1119
Heves	426	140,4	300	98,8	7044	2321	3807	1254
Nógrád	187	94,3	143	72,1	5146	2594	2313	1166
Észak-Magyarország	999	84,9	800	68,0	21314	1811	13675	1162
Hajdú-Bihar	438	81,2	810	150,1	8118	1505	3553	659
Jász-Nagykun-Szolnok	307	80,1	445	116,0	8588	2239	7529	1963
Szabolcs-Szatmár-Bereg	524	93,3	245	43,6	13186	2349	6675	1189
Észak-Alföld	1269	85,5	1500	101,1	29892	2014	17757	1196
Bács-Kiskun	467	90,3	424	82,0	9038	1749	5657	1094
Békés	295	83,1	232	65,3	7330	2064	4061	1143
Csongrád	267	65,5	136	33,4	6813	1672	3007	738
Dél-Alföld	1029	80,4	792	61,9	23181	1812	12725	995
Összesen	9373	94,9	6463	65,4	197830	2003	92371	935

Ebből eredően a közlekedés okozta kibocsátás csökkentése a nagyvárosokban elengedhetetlen. Mivel a többi város vonatkozásában szakirodalom nem áll rendelkezésre, így

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

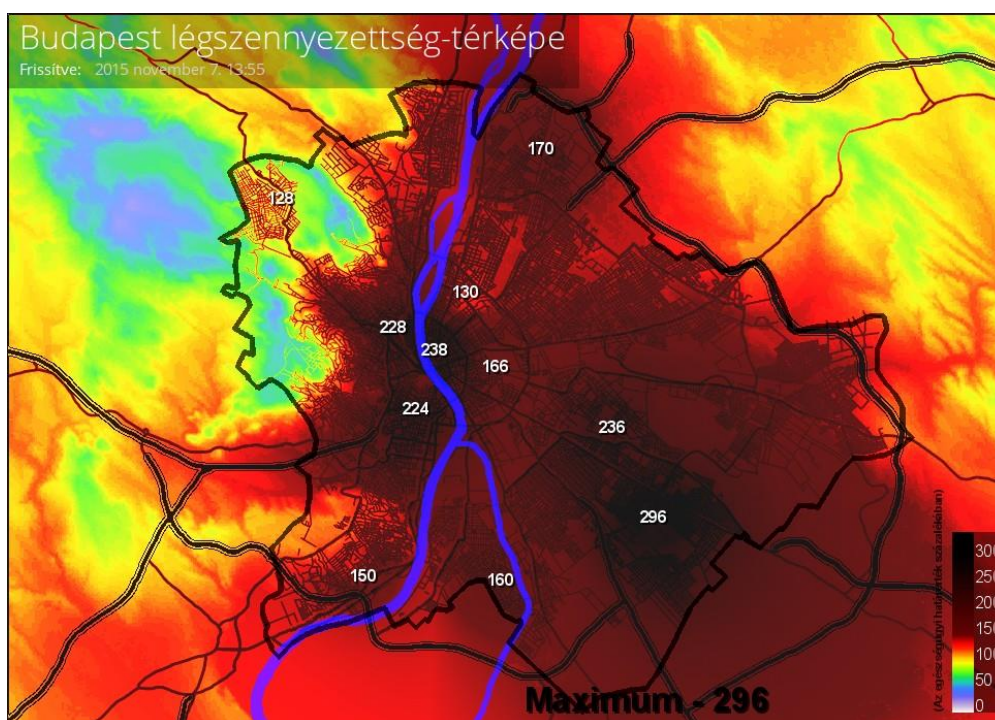
jelen epidemiológiai összefoglalónkban a budapesti adatokra, összefüggésekre koncentrálunk.

1.3.1.6. Budapest

A nagyvárosok egy ország közlekedési vérkeringésének centrumai. Innen indulnak sugaras irányba a vasúti és a közúti fő vonalak, összeköttetést teremtve az ország megyéivel és Európa jelentős nagyvárosaival.

Az országos, esetenként egyben Európát is átszelő utak fővárosba bevezető szakaszai rendkívül túlterheltek, Budapest centrikussága miatt nagy gondot jelent a hatalmas tranzit forgalom is.

5. ábra: Ún. szmog térkép Budapestről (FM mérési adatai alapján www.idokep.hu)



A budapesti nitrogén dioxid kibocsátás mintegy 75%-a a gépjárművekből ered, az ipari kibocsátás pl. erőművek, távfűtés, szolgáltatások részaránya mintegy 20%, továbbá a lakossági egyedi fűtés kibocsátásaival lehet még számolni.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Budapesten az alapvetően közlekedési eredetű nitrogén oxidok (nitrogén dioxid) mellett az inkább közlekedési eredetű szállópor kibocsátás több, mint 75%-a is a gépjárműforgalom eredménye. A közlekedési eredetű levegőszennyezés (magában foglalva a szálló por szennyezettséget is) a forgalmas utak mentén élő lakosság körében nagyobb mértékben fejti ki a káros hatásokat.

Az ipari kibocsátás (pl. erőművek, szolgáltatások) részaránya mintegy 10%, továbbá a lakossági egyedi fűtés kibocsátása is gyakorlatilag mintegy 10%-ot eredményez.

A bioüzemanyag példájából kiindulva leszögezhető, hogy a hazai közlekedés bio- és földgáz üzemanyagok felhasználásának mértékére csak egy jogszabályi környezetváltozás lesz képes hatást gyakorolni. Magyarországon, ahogyan a bioüzemanyag előállítása, felhasználása és szabályozása, úgy a CNG/LNG/LCNG technológiai is kezdetlegesnek mondható. Más uniós tagállamhoz hasonlóan a jövedéki adó és az ÁFA szabályok fognak hatást gyakorolni a CNG/LNG/LCNG hajtóanyagok árára illetve azok elterjedésére [264] (SOMOGYI, 2012).

Bános (2012) korrelációs és regressziós számításokat végzett Budapesten az egyes vizsgált tényezők kapcsolatainak feltárására, általános szennyezési forrásokat (és nem csak és kizárólag a közlekedés okozta légszennyezést) figyelembe véve, és a következő tényezők közötti vizsgálatot/kapcsolatot elemezte:

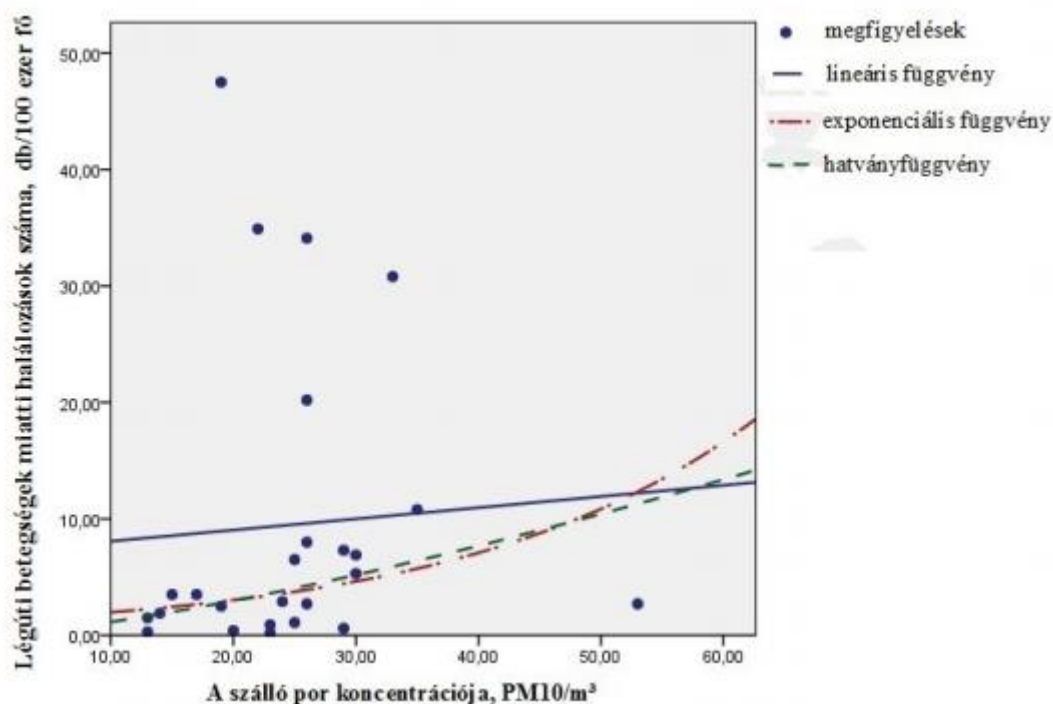
- Szálló por koncentráció
- Légúti betegségek aránya
- Megújuló energiaforrások aránya és az asztmatikus megbetegedések.

A tényezők közötti kapcsolatot lineáris és nem lineáris regressziós függvények számításával elemezte.

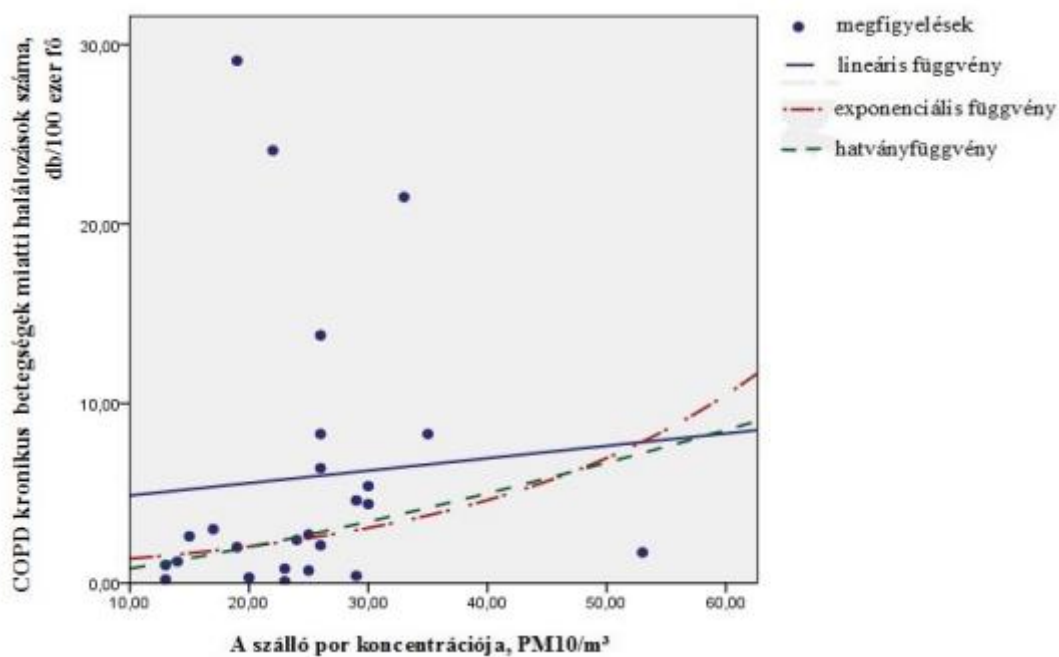
Ennek eredményeképpen megállapította, hogy a fővárosban a várt hatásoktól eltérően, ha 1%-al nő a nem fosszilis arány legyen az közlekedésben vagy fűtés esetén felhasználva, 0,2

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ -el nő a szálló por koncentráció, tehát nem csökken a légszennyezettség koncentrációja, ami elgondolkodtató és további kutatási munkát igényel.

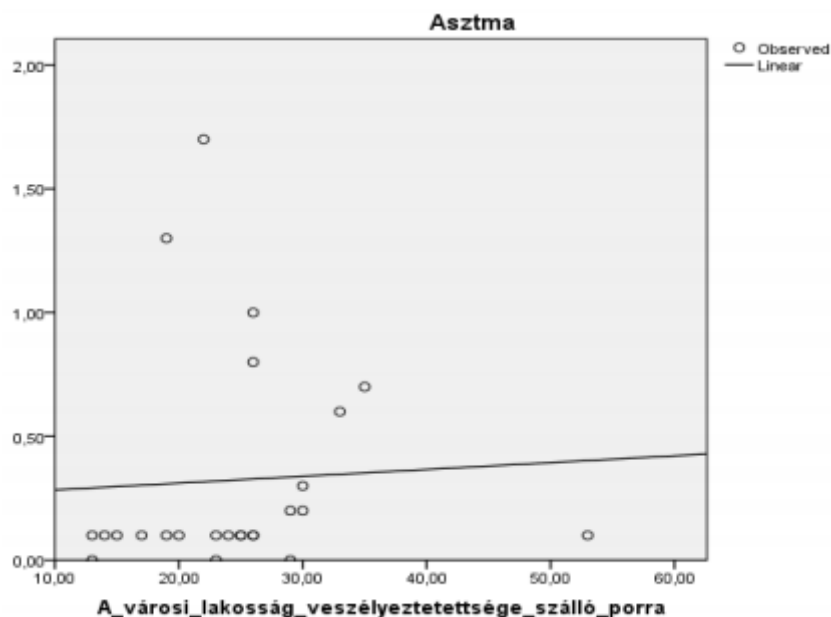


13. Diagram: Légúti betegségek aránya.
Forrás: BÁNOS, 2012



14. Diagram: COPD krónikus obstruktív légzőszervi betegségek aránya
Forrás: BÁNOS, 2012

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



15. Diagram: Asztmatikus megbetegedések
Forrás: BÁNOS, 2012

A fenti eljárásnak lényege, hogy statisztikailag is igazolható összefüggést keressünk a légszennyezettség és a légúti betegségek között.

Regressziós számítását követően BÁNOS arra a következtetésre jutott, hogy

- a számításokat az EU tagországok adatai alapján
- $\hat{Y}_i = a + b x_i$ függvény illesztésével
- a lineáris és nem lineáris függvény illesztések elvégzésével
- a tényezők közötti kapcsolatokat lineáris exponenciális és hatványfüggvényekkel is közelítve

a tényezők közötti kapcsolatot kifejező korrelációs együtthatók, indexek értéke csak gyenge kapcsolatot jelez ($r_{(i)}=0$). Ez azt mutatja a várakozással ellentétben, hogy az európai országok szintjén értelmezve a szálló por koncentráció és a légúti megbetegedések aránya között gyakorlatilag nem mutatható ki igazolható kapcsolat.

Ugyanerre a konklúzióra lehet jutni más megközelítéssel is, ugyanis a megújuló energiaforrások arányának növekedésével statisztikailag nem igazolható a légúti

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

megbetegedések számának csökkenése közötti összefüggés. Az energiaforrások arányának növekedésével statisztikailag nem igazolható a légszennyezettség csökkenése, illetve a légszennyezettség és a légúti megbetegedések száma között sincs igazolható statisztikai összefüggés. A légszennyezéssel összefüggő megbetegedések száma növekedett, azonban statisztikai számokkal nem bizonyítható egyértelműen, hogy a megújuló energiahordozók növekvő felhasználásával a betegségek száma, illetve a légszennyezettség terheltségének mennyiségi szintje csökkenne.

A közgazdaságtani, statisztikai elemzéseknek azonban az orvostudomány és a társadalomtudomány epidemiológiai kutatói ellentmondani látszanak. Orvosok és társadalomtudósok végeznek folyamatos vizsgálatot Budapest légszennyezettségének mérésére, az adatokból következtetéseket levonva, azokat párhuzamba állítva a megbetegedésekkel az alábbi publikáció jelent meg egy tanulmányban:

Budapesten a várható életvesztés elérheti a három évet is. A részecskeszennyezés miatti megbetegedések száma pedig csak a fővárosban meghaladja az évi százezret (ez elsősorban az asztmás rohamokban nyilvánul meg). Ennek a helyzetnek a megváltoztatása érdekében azonnali intézkedésekre van szükség. A PM 2,5 szennyezés legfőbb okozója a közúti közlekedés és ezen belül is a dízel üzemű járművek. Ezért mindenekelőtt ezen szennyezőanyag kibocsátás csökkentését kell elérni. Ennek egy rendkívül hatékony módja lehetne a gépjárműadó, illetve a regisztrációs adó megfelelő differenciálása: a részecskeszűrővel felszerelt dízel járművek adója jóval alacsonyabb kellene, hogy legyen, mint azoké a járműveké, amelyek nincsenek ellátva ilyen eszközzel. Domanovszky (2016) szerint kizárólag akkor támogatható egy ilyen kezdeményezés, ha az egybe van kötve egy rendszeres és vitán felülállóan tudatos és következetes állapot/emisszió vizsgálattal lásd fenti [250] vizsgálati eredmény. Az intézkedés közvetlen hatása költségvetési szempontból semleges lehet, hiszen úgy is lehet az adót differenciálni, hogy az államháztartás összbevétele ne változzon. Szélesebb összefüggésben azonban az államháztartás nyerne egy ilyen intézkedéssel, hiszen kevesebb megbetegedés miatt csökkennének az egészségügyi kiadások, továbbá javulna a nemzetgazdaság teljesítménye [255] (LUKÁCS et al, 2010).

1.3.2. Kőolajimport kiváltásával járó nemzetgazdasági hatások elemzése és értékelése

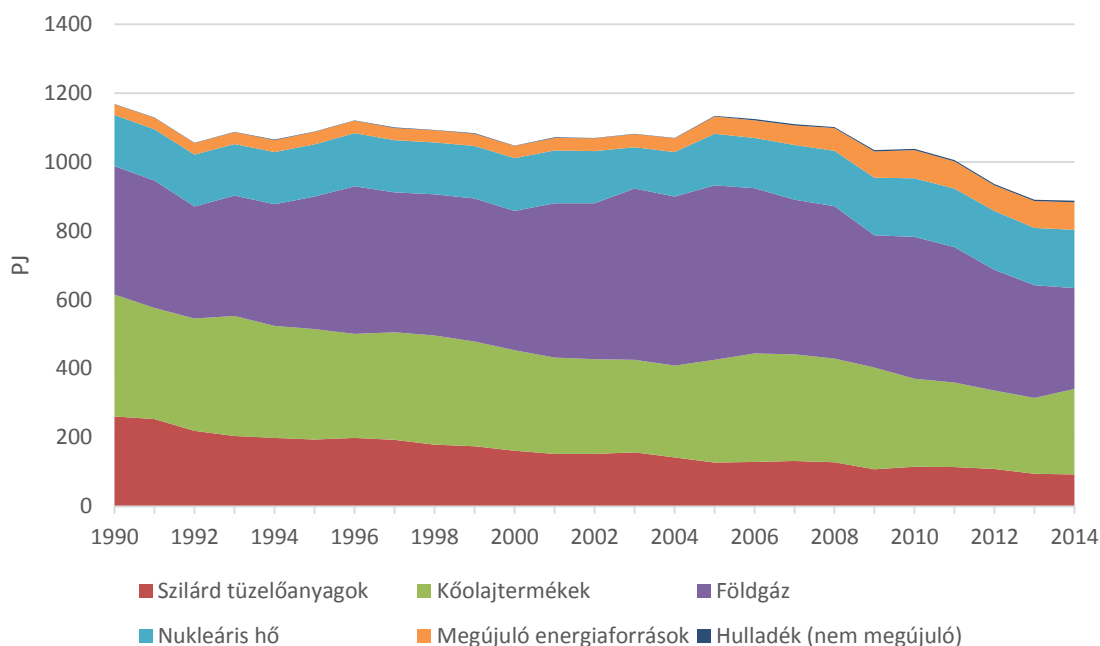
1.3.2.1. Magyarország energiafelhasználása

A 16. Diagramon 1990-2014 között látható Magyarország energiafelhasználásának megoszlása energiahordozók szerint Eurostat adatok alapján. A szükséges energia alapvetően csökkenő tendenciát mutat. A csökkenő igények hatására csökkenő tendenciát mutat a fosszilis energiahordozók felhasználása, ezen belül mind a szilárd tüzelőanyagok, illetve a szénhidrogének felhasználása egyaránt. A közel változatlan szintű nukleáris termelés és a csökkenő igények hatására, azok részaránya enyhén növekszik. A megújuló energiaforrások stabil növekedést mutatnak, a nem megújuló hulladék felhasználás nem jelentős.

Megjegyzendő, hogy a NAV jövedéki statisztikája pontos és részletes információt szolgáltat, arról, hogy a közlekedés terén 2014-'15-re megállt, illetve ismét erős emelkedésnek indult az energiafelhasználás, párhuzamosan a közlekedés egészének teljesítmény növekedésével. Magyarország villamosenergia összfelhasználása 2008-at követően 5,7 %-ot zuhant, az azt követő évek nagyjából stagnálást, 2014 kismértékű, 2015 pedig erős emelkedést eredményeztek, így 2015-ben ezrelékekre kerültünk a 2007 és 2008 fogyasztási csúcsévekhez

[251] Villamos energia körkép a megújuló energiaárak csökkenésének tükrében, Stróbl Alajos.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



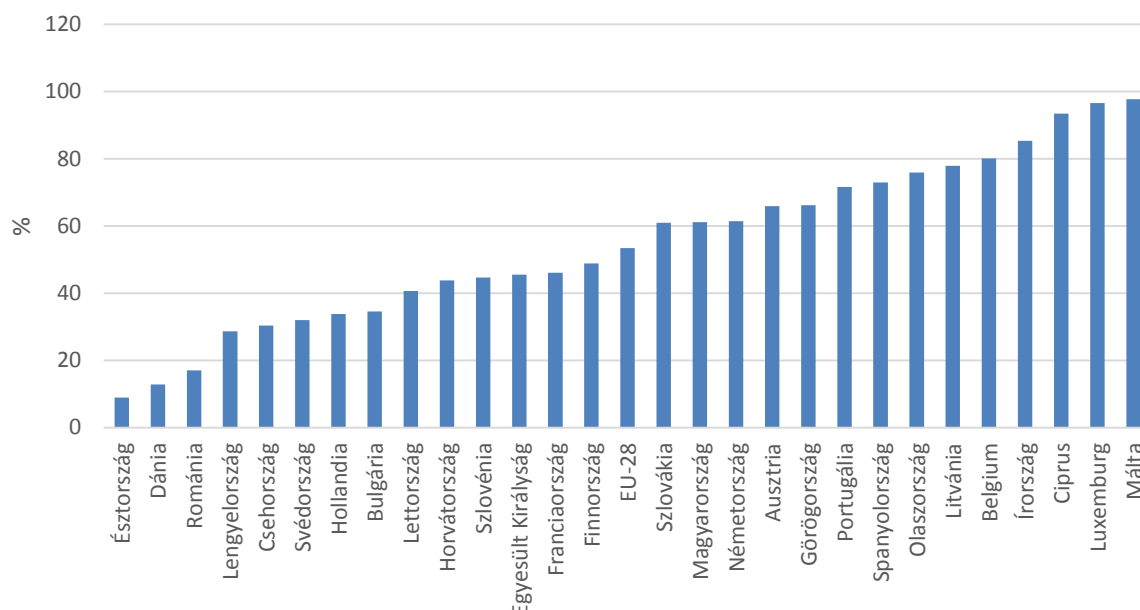
16. Diagram: Magyarország bruttó energiafelhasználása energiahordozók szerint
Forrás: Eurostat

1.3.2.2. Import

A magyar nemzetgazdaság energiafelhasználás szempontjából jelentős importra szorul. Ez egyáltalán nem kiugró az Európai Unióban: 2014-ban a tagállamok kivétel nélkül nettó importra szorultak energiafelhasználás szempontjából. Az egyes EU-s országok energiafüggősége az alábbi 17. Diagramon látható.

Energiafüggőség (Eurostat alapján): az energiafüggőségi mutató a gazdaság importtól való függését mutatja meg. Az energiahordozónkénti lebontás a nettó import és a teljes belföldi felhasználás plusz tárolók hányadosaként számítható.

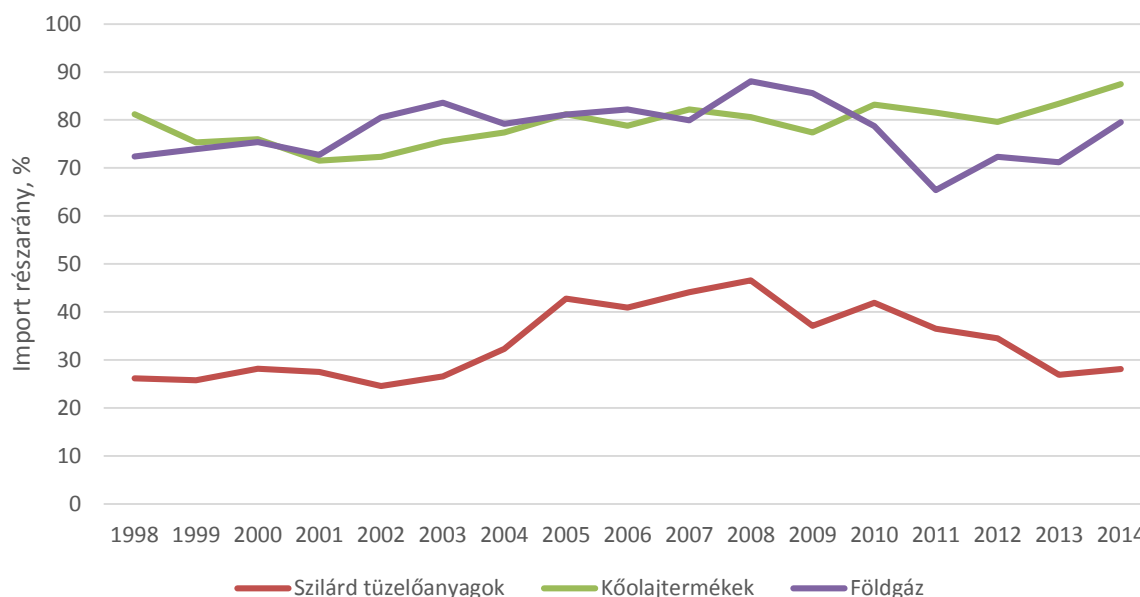
1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



17. Diagram: Európai Unió országainak energiafüggősége (2014)

Forrás: Eurostat

Látható, hogy Magyarország a 61,1%-os energiafüggőséggel az 53,4%-os EU-os átlag fölött helyezkedik el. Ez az érték a teljes energiafelhasználásra vonatkozik, aminek a primer energiahordozónkénti felbontását mutatja az évek során a 18. Diagram.



18. Diagram: Magyarország primer energiahordozók szerinti importfüggősége

Forrás: Eurostat, Földgázszállító Zrt.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Villamos energiaimportunk pedig 2014 és 2015. évben rekord 31%-ot meghaladó szintre emelkedett, ami az alacsony áram elszámolási árakra vezethető vissza.

A 18. *Diagram* jól mutatja, hogy a kőolajtermékek és földgáz (együttesen szénhidrogének) importja az utóbbi években közel együtt mozog a 70-90%-os sávon belül a 2011-es 65,4%-os földgázimport részaránytól eltekintve az eltérés nem jelentős. Az országos átlagot a szilárd tüzelőanyag alacsonyabb import részaránya javítja, ami főleg a hazai lignitbányászatnak köszönhető.

Az EU-s importok források szerinti megoszlása látható az alábbi 4. *táblázatban*. A táblázatból jól kivehető, hogy 2013-ra a korábbiakhoz hasonlóan Oroszország a legnagyobb energiahordozó beszállítója Európának. A tanulmányban tárgyalt szénhidrogének esetén emellett még Norvégia képvisel jelentős hányadot. A két fő exportőr mellett a piac többi része kisebb szereplők között oszlik meg, mindemellett szükséges megállapítani, hogy a kőolaj beszerzési lehetőségei sokkal diverzifikáltabbak, mint földgáz esetén. Ennek fő oka a szállítás módja: földgáz esetén a csővezetékes szállítás a domináns, míg kőolaj esetén a csővezetékes szállítás mellett jelentős a tengeri hajókkal történő szállítás. Ez a lehetőség a földgáznál is adott az LNG képében, ami a jelenlegi trendeket követve jelentős szerephez fog jutni a közeljövőben, ezzel lehetőséget biztosítva a diverzifikáltabb ellátásra a földgáz esetén.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

4. táblázat. Fosszilis energiahordozó exportőrök az EU-ba [Eurostat]

Solid fuels											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	13.2	18.0	23.7	24.8	24.8	26.1	30.0	26.9	26.2	25.9	28.8
Colombia	11.7	12.0	11.7	11.5	12.7	12.3	17.4	19.9	23.5	23.6	22.4
United States	6.6	7.2	7.6	7.7	9.1	14.0	13.5	16.8	17.8	23.0	21.8
Australia	16.0	14.5	13.1	11.9	13.0	11.7	7.5	10.5	8.7	7.4	7.3
South Africa	29.7	25.2	25.0	23.2	20.1	16.5	15.8	9.6	7.7	6.3	6.8
Indonesia	7.0	6.6	7.2	9.3	7.8	7.3	7.0	5.6	5.0	4.6	3.0
Canada	2.7	2.4	3.2	2.7	3.0	2.6	1.4	2.0	2.2	1.7	1.7
Ukraine	1.9	2.3	2.2	1.6	1.8	2.3	1.7	1.9	2.3	1.6	1.5
Norway	1.1	0.6	0.5	0.3	0.5	0.6	0.8	0.8	0.6	0.3	0.6
Others	10.1	11.3	5.8	7.0	7.2	6.7	4.9	6.0	6.0	5.8	5.9
Crude oil											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	31.2	32.5	32.9	33.8	33.7	31.8	33.5	34.7	34.8	33.7	33.5
Norway	19.1	18.7	16.8	15.4	14.9	15.0	15.1	13.7	12.5	11.2	11.7
Saudi Arabia	11.2	11.3	10.5	9.0	7.2	6.8	5.7	5.9	8.0	8.8	8.6
Nigeria	4.2	2.6	3.2	3.6	2.7	4.0	4.5	4.1	6.1	8.2	8.1
Kazakhstan	2.7	3.3	4.4	4.6	4.6	4.8	5.3	5.5	5.7	5.1	5.8
Libya	8.4	8.8	8.7	9.1	9.7	9.9	8.9	10.1	2.8	8.2	5.6
Azerbaijan	1.0	0.9	1.3	2.2	3.0	3.2	4.0	4.4	4.9	3.9	4.8
Algeria	3.0	3.3	3.5	2.5	1.9	2.5	1.6	1.2	2.6	2.9	3.9
Iraq	1.5	2.2	2.1	2.9	3.4	3.3	3.8	3.2	3.6	4.1	3.6
Others	17.7	16.4	16.5	16.8	18.9	18.7	17.6	17.1	19.1	14.0	14.4
Natural gas (*)											
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Russia	44.8	44.4	41.3	40.0	39.2	38.2	33.7	30.1	32.0	32.3	39.3
Norway	25.5	24.2	24.0	25.9	28.3	28.5	29.5	27.6	27.6	31.3	29.8
Qatar	0.7	1.4	1.5	1.7	2.1	2.3	5.4	9.5	10.9	8.4	6.6
Libya	0.3	0.4	1.7	2.5	3.1	3.0	2.9	2.7	0.7	2.0	1.8
Nigeria	2.9	3.6	3.2	4.1	4.4	3.8	2.3	3.8	4.1	3.4	1.7
Trinidad and Tobago	0.0	0.0	0.2	1.2	0.8	1.6	2.2	1.4	1.0	0.8	0.7
Peru	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.5
Turkey	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Egypt	0.0	0.0	1.5	2.4	1.7	1.6	2.0	1.3	1.1	0.5	0.1
Others	25.8	26.0	26.7	22.3	20.5	21.0	21.7	23.3	22.4	20.3	19.3

(*) Algeria: not available.

Source: Eurostat (online data codes: nrg_122a, nrg_123a and nrg_124a)

1.3.2.3. Árak alakulása

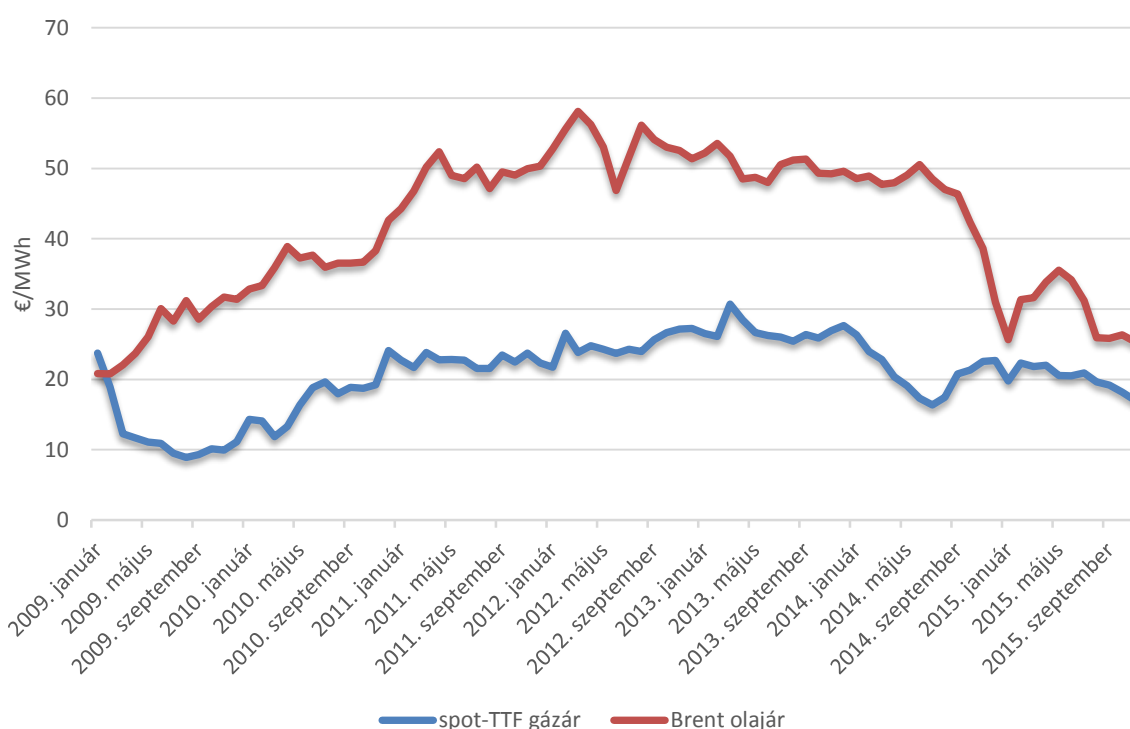
A nemzetgazdaság szempontjából kiemelten fontos, hogy milyen áron juthat a kívánt energiahordozóhoz, illetve milyen pénzügyi vonzatai lehetnek egy átállásnak, jelen esetben kőolaj helyettesítésének földgázzal.

Kőolaj esetében világpiaci árakról lehet beszélni. Alapvetően származás szerint különböző típusú és minőségű kőolajhoz (Brent, WTI, Ural, Dubai Light, Bonny Light) rendelhető világpiaci ár. Ez annak köszönhető, mivel a kőolaj szállítása megoldott a világ minden részére tankerhajók segítségével, ennek következtében ténylegesen lehet világszintű keresletről és kínálatról, illetve világpiacról beszélni. Ezzel szemben földgáz esetén lokális árak alakulnak ki a lokális kereslet és kínálat függvényében, mivel a földgáz szállítása túlnyomórészt vezetéken történik. Elterjedőben van az LNG szállítás is, amely gyakorlatilag kereskedelmi szállítási szempontból megfeleltethető a kőolajszállító tankerhajóknak. Amennyiben kiépülnek a megfelelő kapacitású LNG terminálok a termelési és fogyasztási oldalon, akkor ezeken keresztül a nagy termelők (USA, Ausztrália) a világpiacra tudnak lépni és a nagy felhasználók (Európa) tudják fogadni a gázt, és ha rendelkezésre áll a megfelelő számú LNG szállító hajó,

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

akkor a földgáz esetében is lehetséges világpiacról és világpiaci árról beszélni. Ez a folyamat árcsökkenést hozhat az európai piacra (a téma részletes bemutatása az 1.6. tanulmány fejezetben olvasható).

Magyarország elhelyezkedésének köszönhetően kénytelenek vagyunk lokális árakról beszélni. A földgáz árát a fenti okok miatt nem lehet egy értékkel számszerűsíteni, általában a szerződéses árképzési képletekben is több meghatározó tényezőhöz kötik a földgáz árát. Ez többek közt hagyományosan a kőolaj világpiaci ára is lehet, illetve egy mértékadó tőzsdei ár, esetünkben a holland TTF gázár. Emellett a képet árnyalja az árfolyamkockázat is, ami szintén jelentős hatással lehet az árakra. Az alábbi 19. Diagram Spot-TTF gázárát és a Brent kőolaj árát ábrázolja közös €/MWh mértékegységen.



19. Diagram: Spot-TTF gázár és Brent olajár változásai
Forrás: World Bank, Elexys

Az ábrán látható, hogy a spot-TTF gázár a 2014-es eseményeket megelőzően jelentősen elmaradt a Brent kőolaj világpiaci árától és az olajár jelentős esését követően is megmaradt az 5-15 €/MWh-s különbség a gázár javára. A jelenlegi legfrissebb előrejelzések szerint a

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

különbség csak nőhet, mivel az olajára az alábbi, 4. ábrán szereplő prognózist adják a szakemberek:

Figure ES.2 Historical Brent crude oil prices

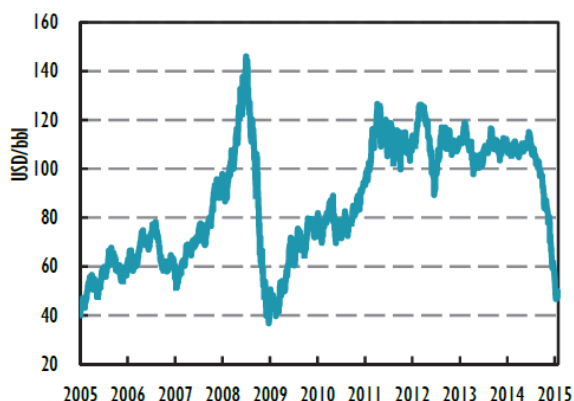
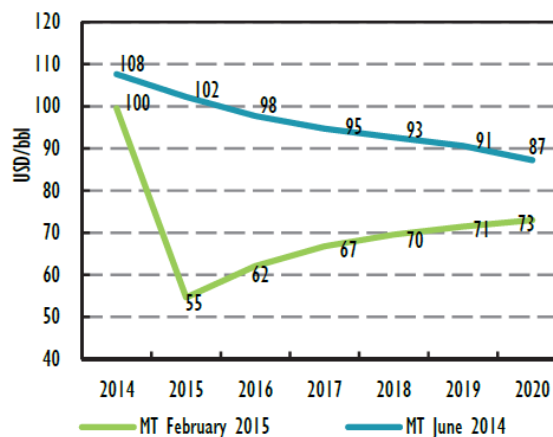


Figure ES.3 IEA import price assumptions



4. Ábra: Olajár múltbeli és várható alakulása IEA középtávú előrejelzése alapján

A 4. ábra alapján hosszú távra 70-90 USD/bbl körüli olajárat jeleznek előre, ami azonos EUR USD árfolyam esetén is ~43-55 €/MWh árat jelent. Bár az alacsony gázárak miatt késlekednek vagy elmaradnak a tökeigényes, alacsony jövedelmezőségű nagyberuházások a gáz szektorban középtávon, ami érinti az új LNG beruházásokat is, azonban a meglévő LNG beruházásokat - főként export terminálok építését - be fogják fejezni és alacsony gázár esetén is üzemeltetni fogják a létesítményeket, mivel az üzemeltetési költségük rendkívül alacsony a beruházási költségükhöz képest. Emellett a meglévő beruházások hatásaként az LNG felhasználás duplázódását becsülik a szakértők 2014 és 2020 között az európai piacon. [277](MTGMR,2015)

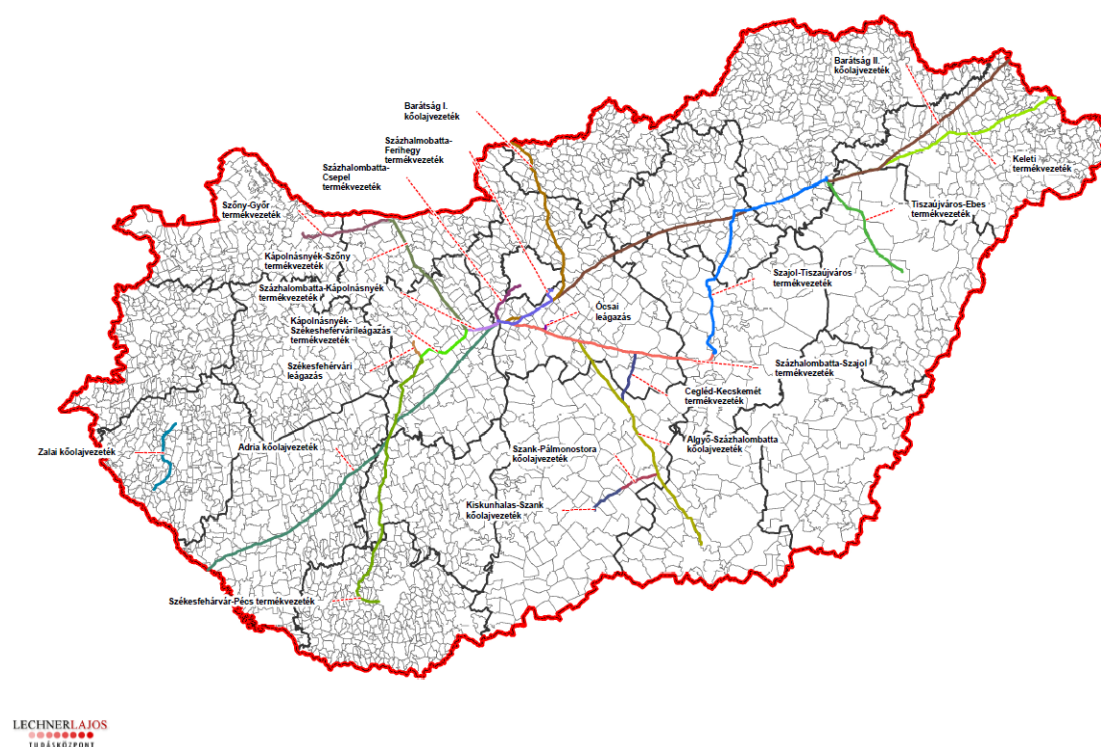
Az előrejelzések alapján a földgáz ára tartósan alatta fog maradni a kőolaj árának. Figyelemfelkeltésként érzékeltenénk a földgáz és a kőolaj ár közötti ollóból származó megtakarítási lehetőséget: ha 10 €/MWh-s különbséggel számolunk a földgáz javára, akkor a kőolaj földgázzal történő helyettesítése során minden megtakarított hordó kőolaj 6,14 € megtakarítást jelent a nemzetgazdaságnak, amit ha a 2013-as ~41 millió hordós országos felhasználás felére tekintünk, akkor ~125,87 M€-s megtakarítást jelent. Ehhez hozzájön, hogy nagyobb fogyasztással nagyobb szereplő lehet Magyarország a gázpiacon, ennek megfelelően jobb alkupozícióba kerülhet.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Emellett járulékosan jelentkeznek a földgáz kedvezőbb égési és kibocsátási tulajdonságaiból következő kisebb mértékű levegőszennyezés pozitív népegészségügyi hatásai, amivel a 1.3.4.1. Magyarországi externália-forgatókönyvek a CNG-LNG meghajtású járművek terjedésére, 2020, 2025 és 2030-ra vonatkozóan alfejezet foglalkozik.

1.3.2.4. Infrastruktúra

Jelenleg mind a kőolaj-, mind a földgáz szállítás infrastruktúrája megfelelő kiépítettséggel rendelkezik. Megjegyzendő, hogy a földgáz hálózat kapacitása a jelenlegi felhasználási szint többszörösére lett kialakítva, ami fenntartási és fajlagos költség terén komoly problémákat vet fel. Az 5. Ábra a kőolaj-, míg a 6. Ábra a földgáz- hálózat látható.



5. Ábra: Magyarország kőolajvezetékei
Forrás: Lechner Lajos Tudásközpont

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



6. Ábra: Magyarország földgázvezetékjei

Forrás: Lechner Lajos Tudásközpont

Jelen fejezet a földgáz terjedésének növekedésével párhuzamba állítva vizsgálja a kőolajimport csökkenését. Amennyiben ezt a hatást nézzük, akkor nyilván a kőolaj infrastruktúra kihasználtsága kisebb lesz, földgázzal történő helyettesítés esetén pedig a földgázhálózat kihasználtsága nőni fog. Jelenleg a földgázhálózat jelentős többlet kapacitásokkal rendelkezik figyelembe véve az 5. Táblázat: Éves nem megszakítható kapacitások a határkeresztező pontokon és a 2015. évi 8,046 Mrd m³-es (Magyar Energetikai és Közműszabályozási Hivatal, 2016) éves hazai földgázfelhasználást.

5. Táblázat: Éves nem megszakítható kapacitások a határkeresztező pontokon

Kapacitásadatok			m ³
Ukrán/Magyar	összekötő	vezeték	20,5 milliárd
betáplálási pont (Beregdaróc)			
Osztrák/magyar	összekötő	vezeték	4,4 milliárd
betáplálási pont (Mosonmagyaróvár)			

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Magyar/szerb összekötő vezeték kiadási pont (Kiskundorozsma)	4,8 milliárd
Magyar/román összekötő vezeték kiadási pont (Csanádpalota)	1,7 milliárd
Magyar/horvát összekötő vezeték kiadási pont/betáplálási pont (Drávaszerdahely)	6,5 milliárd
Magyar/ukrán összekötő vezeték kiadási pont (Beregdaróc)	6,1 milliárd
Hazai nettó termelés (12 betáplálási pont)	1,8 milliárd
Kereskedelmi célú föld alatti gáztárolók (5 betáplálási pont)	5,0 milliárd
Stratégiai célú földalatti gáztároló (1 betáplálási pont)	1,2 milliárd

Ez alapján ki lehet jelenteni, hogy a meglévő infrastruktúra jelentős földgázigény növekedést is ki tudna szolgálni, így emiatt nem szükséges további jelentős infrastrukturális beruházás.

1.3.3. Magyarországra szabott WTT számítások és konklúziói

1.3.3.1. Földgáz üzemanyagok hazánkra érvényes WTT számításról

A Well-to-Tank (WTT) számítás alapvetően a vizsgált üzemanyagok származásának és a lehetséges szállítási útvonalainak összehasonlítására alkalmas életcikluselemző módszertan, amely az üzemanyag „útját” vizsgálja a kitermelési ponttól a töltőállomásig (szállítás, finomítás, stb.) fajlagos energiaigény és üvegházhatású gázemissziók szempontjából. A PAN-LNG projekt keretében elvégzett WTT elemzés alapját a 2013-ban készült JRC Technical Reports: Well-To-Tank Report Version 4.0 [215] (JRC, 2013) és annak számítási melléklete adja. A módszertan azonos, az átvehető input adatok beépítésre kerültek jelen elemzésbe is a technológiai és a földrajzi specifikáció adta szükséges frissítésekkel, módosításokkal. Az elemzés a működési energiafelhasználásra és ÜHG kibocsátásokra fókuszál, az útvonalak létesítésekor és kiépítésekor szükséges energiafelhasználás és keletkező kibocsátások nem képezik a vizsgálat tárgyát.

Egyik ilyen frissítés a 2014-ben kiadott IPCC jelentés nyomán aktualizált Globális felmelegedési potenciál (Global Warming Potential (GWP)) értékek a számításban érintett különböző üvegházhatású gázokra, melyeket az 6. Táblázat tartalmaz. A számítás részleteit jelen fejezet további szakaszaiban ismertetjük.

6. Táblázat: WTT számításban
használt GWP értékek

	GWP (Global Warming Potential)
CO ₂	1
CH ₄	28
N ₂ O	265

1.3.3.2. A vizsgált útvonalak¹ és jelölések

Alapvetően 5+1 különböző útvonal lett megvizsgálva, amelyből öt LNG és CNG üzemanyagokra, míg a +1 kizárólag CNG üzemanyagra vonatkozik. Az útvonalak az

¹ Az angol szakzsargon alapján útvonalnak nevezzük a „Kitermelés-Átalakítás-Szállítás-Kiszolgálás” láncot, azaz folyamatláncot

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

összehasonlíthatóság érdekében Standard lépésekre lettek osztva [223] (JRC, 2013 alapján): Kitermelés-Átalakítás-Szállítás-Kiszolgálás lánc mentén. Az egyes esetekben ezeken belül kifejtésre kerültek a valódi technológiai lépések is, amelyek lefedik az üzemanyag útját a kitermeléstől egészen az üzemanyagtankig. Az alábbiakban a fent említett 5+1 útvonal kerül bemutatásra ezek alapján, a kódok első két betűje a magyar felhasználásra utal, az utolsó három betű pedig minden esetben a kívánt üzemanyag típusára.

HU-ING-CNG

A HU-ING-CNG útvonalon hazai felhasználásra CNG üzemanyag előállítása a cél, amit vezetékhálózaton importált földgázból állítanak elő kompresszorral a töltőállomáshoz közel.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

7. Táblázat: HU-ING-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-ING-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Magyarországi gázmix, töltőállomáson komprimálás CNG-re.

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{CNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyenl/MJ _{CNG}			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,007	0,396	0,396	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál					
Szállítás	0,101	5,852	5,544	0,086	0,222
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Helyszíni kiszolgálás	0,074	2,400	2,400	0,000	0,000
Teljes WTT	0,181	8,648			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,075			
amiből megújuló (*)		0,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		63,723			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

	Földgáz	
	Orosz	
Fűtőérték	MJ/kg	49,2
Moláris tömeg	g/mol	16,3
C tartalom	tömeg%	73,9%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,1
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,71
	kg CO ₂ /Nm ³	3,72

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GG1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Földgáz kitermelés és feldolgozás		
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _{Ig}	0,02
	CO ₂ kiszökés	%v/v	0
	CH ₄ veszteség	g/MJ _{Ig}	0
	Átalakítás a forrásnál		
	NA		
GG2	Szállítás		
	Nagy távolságú földgáz szállítás vezetéken		
	Kompresszorok földgáztüzelésű gázturbinákkal hajtva		
	Kompresszor hatásfok	MJ _{üa} /MJ _{Ig}	0,3000
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{üa}	0,0306
	N ₂ O kibocsátás	g/MJ _{üa}	0,0083
	Távolság	km	4953
	CH ₄ kibocsátás (veszteségként)	g/MJ _{Ig}	0
	Kompresszor fajlagos energia	MJ/t.km	0,3000
GG3	Elosztás (NNY)		
	Nem járul hozzá		
GG4	Elosztás (KNY)		
	Nem járul hozzá		
GG5	Helyszíni kiszolgálás		
	Komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{CNG}	0,0286
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{CNG}	0,0000

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

HU-ILNG(-CNG)

A HU-ILNG(-CNG) útvonal esetén az üzemanyagot LNG formájában importálják teherhajókon Rotterdamba, onnan pedig teherautókba átfajtva érkezik az országba és LNG/CNG formájában kerül árusításra.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

8. Táblázat: HU-ILNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-ILNG	Leírás
Üzemanyag	LNG	Távolsági földgáz cseppfolyósítás a forrásnál, LNG tengeri szállítás Rotterdamba, Európán belül LNG tanker kamionos szállítás Magyarországra, elosztás és felhasználás LNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyenl./MJ _{LNG}			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,007	0,396	0,396	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,040	1,301	1,301	0,000	0,000
	0,000	0,003	0,003	0,000	0,000
Szállítás					
Nagy távolságú LNG tengeri szállítás	0,071	4,780	4,734	0,004	0,041
LNG terminál (kifejtés)	0,012	0,553	0,553	0,000	0,000
Közúti szállítás	0,033	2,418	1,815	0,000	0,603
Helyszíni kiszolgálás	0,001	0,033	0,033	0,000	0,000
Teljes WTT	0,164	9,484			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás			55,075		
amiből megújuló (*)			0,000		
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel			64,558		

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

		Földgáz
		Orosz
Fűtőérték	MJ/kg	49,2
Moláris tömeg	g/mol	16,3
C tartalom	tömeg%	73,9%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,1
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,71
	kg CO ₂ /Nm ³	3,72

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtérmekekre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GG1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Földgáz kitermelés és feldolgozás		
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _{fg}	0,02
	CO ₂ kiszökés	%v/v	0
	CH ₄ veszteség	g/MJ _{fg}	0
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (on-site termelés)	MJ/MJ _{LNG}	0,0155
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0
GR2	LNG terminál (betöltés)		
	Villamos energia (on-site termelés)	MJ/MJ _{LNG}	0,00004
GGe	On-site villamos energia termelés (földgáztüzelésű CCGT)		
	Hatásfok	%	58%
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{ve}	0,0075
	N ₂ O kibocsátás	g/MJ _{ve}	0,0047
GR3	Szállítás		
	Nagy távolságú LNG tengeri szállítás		
	Távolság	tengeri mérföld	5500
	Földgáz párolgás	MJ/MJ _{LNG}	0,0366
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0,00018
	Nehéz üzemanyag olaj	MJ/MJ _{LNG}	0,0309
GR4	LNG terminál (kifejtés)		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,0009
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _{LNG}	0,0100
GR6	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion		
	Kamion fogyasztás	kg/100km	25
	Hasznos teher	t	22
	Távolság	km	2900
	CH ₄ kibocsátás	g/t.km	0
	N ₂ O kibocsátás	g/t.km	0,001755
GR8	Helyszíni kiszolgálás		
	LNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,00039
	LNG veszteség	MJ/MJ _{LNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

9. Táblázat: HU-ILNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-ILNG-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Távolsági földgáz cseppfolyósítás a forrásnál, LNG tengeri szállítás Rotterdamra, Európán belül LNG tanker kamionos szállítás Magyarországra, elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

Eredmények

		Energia igény MJ/MJ _{CNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyen/MJ _{CNG}			
			Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések	Valódi lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Földgáz kitermelés és feldolgozás	0,007	0,396	0,396	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	Cseppfolyósítás	0,040	1,301	1,301	0,000	0,000
	LNG terminál (betöltés)	0,000	0,004	0,004	0,000	0,000
Szállítás	Nagy távolságú LNG tengeri szállítás	0,071	4,780	4,734	0,004	0,041
	LNG terminál (kifejtés)	0,012	0,622	0,622	0,000	0,000
	Közúti szállítás	0,033	2,418	1,815	0,000	0,603
Helyszíni kiszolgálás	Elpárologtatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson	0,003	0,105	0,105	0,000	0,000
Teljes WTT		0,167	9,626			
Min						
Max						
Tüzelés CO ₂ kibocsátás				55,075		
amiből megújuló (*)				0,000		
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel			64,700			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

		Földgáz
		Orosz
Fűtőérték	MJ/kg	49,2
Moláris tömeg	g/mol	16,3
C tartalom	tömeg%	73,9%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,1
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,71
	kg CO ₂ /Nm ³	3,72

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GG1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Földgáz kitermelés és feldolgozás		
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _g	0,02
	CO ₂ kiszökés	%v/v	0
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (on-site termelés)	MJ/MJ _{LNG}	0,0155
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
GR2	LNG terminál (betöltés)		
	LNG terminál (betöltés)		
	Villamos energia (on-site termelés)	MJ/MJ _{LNG}	0,00004
	Villamos energia (on-site termelés)	MJ/MJ _{LNG}	0,00004
GGe	On-site villamos energia termelés (földgáztüzelésű CCGT)		
	Hatásfok	%	58%
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{ve}	0,0075
	N ₂ O kibocsátás	g/MJ _{ve}	0,0047
GR3	Szállítás		
	Nagy távolságú LNG tengeri szállítás		
	Távolság	tengeri mérföld	5500
	Földgáz párologás	MJ/MJ _{LNG}	0,0366
GR4	LNG terminál (kifejtés)		
	LNG terminál (kifejtés)		
	Villamos energia (EU-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,0009
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _{LNG}	0,0100
GR6	Közúti szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion	kg/100km	25
	Kamion fogyasztás	t	22
GR7	Helyszíni kiszolgálás		
	Elpárologtatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{CNG}	0,00125538
	LNG veszteség	MJ/MJ _{CNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

HU-HNG-LNG(-CNG)

A HU-HNG-LNG(-CNG) útvonal a korábbiaktól eltérően nem import földgázzal számol, hanem hazai konvencionális kitermelés esetét vizsgálja LNG-vé cseppfolyósítás, szállítás és LNG/CNG értékesítés mutatóit.

10. Táblázat: HU-HNG-LNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HNG-LNG	Leírás
Üzemanyag	LNG	Magyarországi földgázkitermelés, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként

Eredmények

		Energia igény	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egy egység/MJ _{LNG}			
		MJ/MJ _{LNG}	Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések	Valódi lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Földgáz kitermelés és feldolgozás	0,007	0,396	0,396	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	Cseppfolyósítás	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Szállítás	Közúti szállítás	0,004	0,258	0,195	0,000	0,062
Helyszíni kiszolgálás	LNG kiadás a töltőállomáson	0,001	0,033	0,033	0,000	0,000
Teljes WTT		0,062	2,312			
Min						
Max						
Tüzelés CO ₂ kibocsátás			55,075			
amiből megújuló (*)			0,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel			57,387			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

		Földgáz
		Orosz
Fűtőérték	MJ/kg	49,2
Moláris tömeg	g/mol	16,3
C tartalom	tömeg%	73,9%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,1
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,71
	kg CO ₂ /Nm ³	3,72

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GG1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Földgáz kitermelés és feldolgozás		
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _{fg}	0,02
	CO ₂ kiszökés	%v/v	0
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion	kg/100km	26
	Kamion fogyasztás	t	22,00
	Hasznos teher	km	300
	Távolság	g/t.km	0
GR8	Helyszíni kiszolgálás		
	LNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,00039
	LNG veszteség	MJ/MJ _{LNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

11. Táblázat: HU-HNG-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HNG-LNG-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Magyarországi földgáztermelés, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ -egyen/MJ _{LNG}			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,007	0,396	0,396	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Szállítás	0,004	0,258	0,195	0,000	0,062
Helyszíni kiszolgálás	0,003	0,105	0,105	0,000	0,000
Teljes WTT	0,064	2,385			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,075			
amiből megújuló (*)		0,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		57,459			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

		Földgáz
		Orosz
Fűtőérték	MJ/kg	49,2
Moláris tömeg	g/mol	16,3
C tartalom	tömeg%	73,9%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,1
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,71
	kg CO ₂ /Nm ³	3,72

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GG1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Földgáz kitermelés és feldolgozás		
	Energia földgáz formájában	MJ/MJ _g	0,02
	CO ₂ kiszökés	%v/v	0
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion		
	Kamion fogyasztás	kg/100km	26
	Hasznos teher	t	22,00
	Távolság	km	300
GR7	Helyszíni kiszolgálás		
	Elpárolgotatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{CNG}	0,00125538
	LNG veszteség	MJ/MJ _{CNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

HU-HDG-LNG(-CNG)

A HU-HDG-LNG(-CNG) útvonal hazai depóniagáz hasznosításával számol. A folyamat számításánál alapesetnek a kihasználatlan depóniatelep lett véve. Ennek megfelelően a hasznosítás során a légkörbe ki nem engedett CH₄ jelentős kedvező hatással van a folyamat ÜHG-kibocsátás mutatójára. A depóniagázzal összegyűjtött és a tisztítás során leválasztott CO₂ hasznosítása nem lett figyelembe véve.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

12. Táblázat: HU-HDG-LNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HDG-LNG	Leírás
Üzemanyag	LNG	Magyarországi depóniaágazhasznosítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egy MJ _{LNG} -ra			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,002	-560,000	0,000	-560,000	0,000
Depóniaágaz előállítás, begyűjtés	0,051	1,678	1,678	0,000	0,000
Gáztisztítás és szeparáció	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
Cseppfolyósítás	0,001	0,033	0,033	0,000	0,000
Közúti szállítás					
Helyszíni kiszolgálás					
LNG kiadás a töltőállomáson					
Teljes WTT	0,108	-556,407			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,0			
amiből megújuló (*)		-55,0			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		-556,407			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenő) termékeknek

		Földgáz
		Metán (Depónia tisztítás után)
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtérmekekre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GD1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Depóniaágaz előállítás, begyűjtés		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _g	0,00077
	CH ₄ begyűjtés	g/MJ _g	-20
GD2	Gáztisztítás és szeparáció		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _g	0,02
	CO ₂ leválasztás	%v/v	-40
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion		
	Kamion fogyasztás	kg/100km	26
	Hasznos teher	t	22,00
	Távolság	km	300
	CH ₄ kibocsátás	g/t.km	0
	N ₂ O kibocsátás	g/t.km	0,001755
GR8	Helyszíni kiszolgálás		
	LNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,00039
	LNG veszteség	MJ/MJ _{LNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

13. Táblázat: HU-HDG-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HDG-LNG-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Magyarországi depóniaigázhasznosítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egy MJ _{LNG} -ra			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,002	-560,000	0,000	-560,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,051	1,678	1,678	0,000	0,000
Szállítás	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Helyszíni kiszolgálás	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
	0,003	0,105	0,105	0,000	0,000
Teljes WTT	0,110	-556,334			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,0			
amiből megújuló (*)		-55,0			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		-556,334			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbeneső) termékeknek

		Földgáz
		Metán (Depónia tisztítás után)
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
GD1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Depóniaigáz előállítás, begyűjtés		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _g	0,00077
	CH ₄ begyűjtés	g/MJ _g	-20
GD2	Gáztisztítás és szeparáció		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _g	0,02
	CO ₂ leválasztás	%v/v	-40
GR1	Átalakítás a forrásnál		
	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion	kg/100km	26
	Kamion fogyasztás	t	22,00
	Hasznos teher	km	300
	Távolság	g/t.km	0
	CH ₄ kibocsátás	g/t.km	0,001755
	N ₂ O kibocsátás		
GR7	Helyszíni kiszolgálás		
	Elpárolgotatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (magyar VER-mix)	MJ/MJ _{CNG}	0,00125538
	LNG veszteség	MJ/MJ _{CNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

HU-HSG_A-LNG(-CNG)

A HU-HSG_A-LNG(-CNG) útvonal hazai atomerőműből származó villamos energia használatát vizsgálja elektrolízises hidrogén előállítására, amiből CO₂ megkötéssel keletkezik a szintézisgáz, amiből aztán cseppfolyósítva LNG keletkezik. A szintézisgáz előállító üzem a folyamatlánc feltételezése szerint telephelyen belül, vagy ahhoz közel, közvetlen kapcsolattal rendelkezik, így a villamosenergia-átviteli veszteségek elhanyagolhatóak.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

14. Táblázat: HU-HSG_A-LNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HSG_A-LNG	Leírás
Üzemanyag	LNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás atomerőművi alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként

Eredmények

		Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyen/MJ _{LNG}			
			Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések	Valódi lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Atomerőmű	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	Villamosenergia-szállítás	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Hidrogén előállítása elektrolízissel	0,646	0,000	0,000	0,000	0,000
	CO ₂ abszorpció (füstgázból)					
	CO ₂ kompresszió	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000
	SNG szintézis					
Szállítás	Cseppfolyósítás	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
	Közúti szállítás	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
	Helyszíni kiszolgálás	0,001	0,033	0,033	0,000	0,000
Teljes WTT		2,949	1,915			
Min						
Max						
Tüzelés CO ₂ kibocsátás			55,000			
amiből megújuló (*)			-55,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel			1,915			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenső) termékeknek

		Földgáz
		Metán
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
AE1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál		
	Atomerőmű		
	Nincs felhasznált energia sem emisszió		
VEE	Átalakítás a forrásnál		
	Villamosenergia-szállítás		
	Veszteségek	%	0,0%
GS1	Hidrogén előállítása elektrolízissel		
	Villamos energia (ateromerőmű)	MJ/MJ _{H2}	1,538
CA1	CO₂ abszorpció (füstgázból)		
	Villamos energia (ateromerőmű)	MJ/kg	0,033408
	Hő	MJ/kg	4,29984
CK1	CO₂ kompresszió		
	Villamos energia (ateromerőmű)	MJ/kg	0,14544
GS2	SNG szintézis		
	CO ₂	kg/MJ _{CH4}	0,0550
	Hidrogén	MJ/MJ _{CH4}	1,1998
	Hőtermelés	MJ/MJ _{CH4}	0,1998
GR1	Cseppfolyósítás		
	Villamos energia (ateromerőmű)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás		
	Közúti szállítás		
	Standard LNG közúti tanker kamion		
	Kamion fogyasztás	kg/100km	26
	Hasznos teher	t	22,00
	Távolság	km	300
	CH ₄ kibocsátás	g/t.km	0
	N ₂ O kibocsátás	g/t.km	0,001755
GR8	Helyszíni kiszolgálás		
	LNG kiadás a töltőállomáson		
	Villamos energia (ateromerőmű)	MJ/MJ _{LNG}	0,00039
	LNG veszteség	MJ/MJ _{LNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

15. Táblázat: HU-HSG_A-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HSG_A-LNG-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás atomerőművi alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egy MJ _{LNG} -ra			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	2,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Hidrogén előállítása elektrolízissel	0,646	0,000	0,000	0,000	0,000
CO ₂ abszorpció (füstgázból)					
CO ₂ kompresszió	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000
SNG szintézis					
Cseppfolyósítás	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Közúti szállítás	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
Helyszíni kiszolgálás	0,003	0,105	0,105	0,000	0,000
Teljes WTT	2,951	1,988			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,000			
amiből megújuló (*)		-55,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		1,988			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közben lévő) termékeknek

		Földgáz
		Metán
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökeletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.
Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
AE1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál Atomerőmű Nincs felhasznált energia sem emisszió		
VEE	Átalakítás a forrásnál Villamosenergia-szállítás Veszteségek	%	0,0%
GS1	Hidrogén előállítása elektrolízissel Villamos energia (atomerőmű)	MJ/MJ _{H₂}	1,538
CA1	CO₂ abszorpció (füstgázból) Villamos energia (atomerőmű) Hő	MJ/kg MJ/kg	0,033408 4,29984
CK1	CO₂ kompresszió Villamos energia (atomerőmű)	MJ/kg	0,14544
GS2	SNG szintézis CO ₂	kg/MJ _{CH₄}	0,0550
	Hidrogén	MJ/MJ _{CH₄}	1,1998
	Hőtermelés	MJ/MJ _{CH₄}	0,1998
GR1	Cseppfolyósítás Villamos energia (atomerőmű) Elfákllyázott földgáz CH ₄ kibocsátás	MJ/MJ _{LNG} MJ/MJ _{LNG} g/MJ _{LNG}	0,019375 0 0
GR6	Szállítás Közúti szállítás Standard LNG közúti tanker kamion Kamion fogyasztás Hasznos teher Távolság CH ₄ kibocsátás N ₂ O kibocsátás	kg/100km t km g/t.km g/t.km	26 22,00 300 0 0,001755
GR7	Helyszíni kiszolgálás Elpárolgotatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson Villamos energia (magyar VER-mix) LNG veszteség	MJ/MJ _{CNG} MJ/MJ _{CNG}	0,00125538 0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

HU-HSG_R-LNG(-CNG)

Az előzőekben vizsgált folyamattól pusztán annyiban különbözik, hogy a felhasznált villamos energia termelésére megújuló erőművet vesz alapul.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

16. Táblázat: HU-HSG_R-LNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HSG_R-LNG	Leírás
Üzemanyag	LNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás megújuló alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként

Eredmények

	Energia igény MJ/MJ _{LNG}	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyen/MJ _{LNG}			
		Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,646	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Szállítás	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
Helyszíni kiszolgálás	0,001	0,033	0,033	0,000	0,000
Teljes WTT	1,049	1,915			
Min					
Max					
Tüzelés CO ₂ kibocsátás		55,000			
amiből megújuló (*)		-55,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel		1,915			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenű) termékeknek

	Földgáz	Metán
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtermékre.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
RE1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál Megújuló villamosenergia-termelés Nincs felhasznált energia sem emisszió		
VEE	Átalakítás a forrásnál Villamosenergia-szállítás		
GS1	Veszteségek	%	10,0%
CA1	Hidrogén előállítás elektrolízissel Villamos energia (atomerőmű)	MJ/MJ _{H2}	1,538
CK1	CO₂ abszorpció (füstgázból) Villamos energia (atomerőmű)	MJ/kg	0,033408
CK1	Hő	MJ/kg	4,29984
GS2	CO₂ kompresszió Villamos energia (atomerőmű)	MJ/kg	0,14544
GS2	SNG szintézis CO ₂	kg/MJ _{CH4}	0,0550
	Hidrogén	MJ/MJ _{CH4}	1,1998
	Hőtermelés	MJ/MJ _{CH4}	0,1998
GR1	Cseppfolyósítás Villamos energia (atomerőmű)	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0
	CH ₄ kibocsátás	g/MJ _{LNG}	0
GR6	Szállítás Közúti szállítás Standard LNG közúti tanker kamion Kamion fogyasztás Hasznos teher Távolság CH ₄ kibocsátás N ₂ O kibocsátás	kg/100km t km g/t.km g/t.km	26 22,00 300 0 0,001755
GR8	Helyszíni kiszolgálás LNG kiadás a töltőállomáson Villamos energia (atomerőmű) LNG veszteség	MJ/MJ _{LNG} MJ/MJ _{LNG}	0,00039 0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

17. Táblázat: HU-HSG_R-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás

PAN-LNG Projekt

WTT útvonal számítás

[Vissza a tartalomhoz](#)

Kód	HU-HSG_R-LNG-CNG	Leírás
Üzemanyag	CNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás megújuló alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

Eredmények

		Energia igény	ÜHG kibocsátás g CO ₂ egyenl./MJ _{LNG}			
		MJ/MJ _{LNG}	Összes	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Standard lépések	Valódi lépések					
Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Megújuló villamosenergia-termelés	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Átalakítás a forrásnál	Villamosenergia-szállítás	0,100	0,000	0,000	0,000	0,000
	Hidrogén előállítása elektrolízissel	0,646	0,000	0,000	0,000	0,000
	CO ₂ abszorpció (füstgázból)					
	CO ₂ kompresszió	0,249	0,000	0,000	0,000	0,000
	SNG szintézis					
	Cseppfolyósítás	0,050	1,626	1,626	0,000	0,000
Szállítás	Közúti szállítás	0,004	0,256	0,195	0,000	0,061
Helyszíni kiszolgálás	Elpárolgotatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson	0,003	0,105	0,105	0,000	0,000
Teljes WTT		1,051	1,988			
Min						
Max						
Tüzelés CO ₂ kibocsátás			55,000			
amiből megújuló (*)			-55,000			
Teljes nem megújuló kibocsátás tüzeléssel			1,988			

(*) negatívként értelmezve

Input adat

Fizikai tulajdonságai az útvonalban érintett (közbenző) termékeknek

		Földgáz
		Metán
Fűtőérték	MJ/kg	50,0
Moláris tömeg	g/mol	16,0
C tartalom	tömeg%	75,0%
Fajlagos CO ₂ kibocsátás	g CO ₂ /MJ	55,0
(tökéletes égést feltételezve)	kg CO ₂ /kg	2,75

Az alábbi számok az egyes lépések általános adataira vonatkoznak és nem a végtérmeke.

Az energia és kibocsátási értékek ezért nem egyszerűen összehadhatók az útvonal számítása céljából.

Folyamat kód	Lépés	Mértékegység	Input
RE1	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál Megújuló villamosenergia-termelés Nincs felhasznált energia sem emisszió		
VEE	Átalakítás a forrásnál Villamosenergia-szállítás Veszteségek	%	10,0%
GS1	Hidrogén előállítása elektrolízissel Villamos energia (atomerőmű)	MJ/MJ _{H₂}	1,538
CA1	CO₂ abszorpció (füstgázból) Villamos energia (atomerőmű)	MJ/kg	0,033408
CK1	Hő CO₂ kompresszió Villamos energia (atomerőmű)	MJ/kg	4,29984
GS2	SNG szintézis CO ₂	MJ/kg	0,14544
GR1	Hidrogén	kg/MJ _{CH₄}	0,0550
	Hőtermelés	MJ/MJ _{CH₄}	1,1998
	Cseppfolyósítás Villamos energia (atomerőmű)	MJ/MJ _{CH₄}	0,1998
	Elfáklázott földgáz	MJ/MJ _{LNG}	0,019375
GR6	Szállítás Közúti szállítás Standard LNG közúti tanker kamion	MJ/MJ _{LNG}	0
	Kamion fogyasztás	g/MJ _{LNG}	0
	Hasznos teher	kg/100km	26
	Távolság	t	22,00
GR7	CH ₄ kibocsátás	km	300
	N ₂ O kibocsátás	g/t.km	0
GR7	Helyszíni kiszolgálás Elpárolgotatás/komprimálás és CNG kiadás a töltőállomáson Villamos energia (magyar VER-mix)	g/t.km	0,001755
	LNG veszteség	MJ/MJ _{CNG}	0,00125538
		MJ/MJ _{CNG}	0

Forrás: Saját számítás JRC 2013 alapján (2016)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

1.3.3.3. Összefoglalás és konklúzió

Az előző rész összefoglaló táblázata látható alább (18. Táblázat: Vizsgált útvonalak összefoglaló táblázata).

18. Táblázat: Vizsgált útvonalak összefoglaló táblázata

Kód	Üzemanyag	Leírás
HU-ING-CNG	CNG	Magyarországi gázmix, töltőállomáson komprimálás CNG-re.
HU-ILNG	LNG	Távoli földgáz cseppfolyósítás a forrásnál, LNG tengeri szállítás Rotterdamba, Európán belül LNG tanker kamionos szállítás Magyarországra, elosztás és felhasználás LNG-ként
HU-ILNG-CNG	CNG	Távoli földgáz cseppfolyósítás a forrásnál, LNG tengeri szállítás Rotterdamba, Európán belül LNG tanker kamionos szállítás Magyarországra, elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként
HU-HNG-LNG	LNG	Magyarországi földgáztermelés, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként
HU-HNG-LNG-CNG	CNG	Magyarországi földgáztermelés, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként
HU-HDG-LNG	LNG	Magyarországi depóniagázhasznosítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként
HU-HDG-LNG-CNG	CNG	Magyarországi depóniagázhasznosítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként
HU-HSG_A-LNG	LNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként
HU-HSG_A-LNG-CNG	CNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás atomerőművi alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként
HU-HSG_R-LNG	LNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás és felhasználás LNG-ként
HU-HSG_R-LNG-CNG	CNG	Magyarországi szintézisgáz előállítás megújuló alapon, cseppfolyósítás, tanker kamionos elosztás LNG-ként, felhasználás CNG-ként

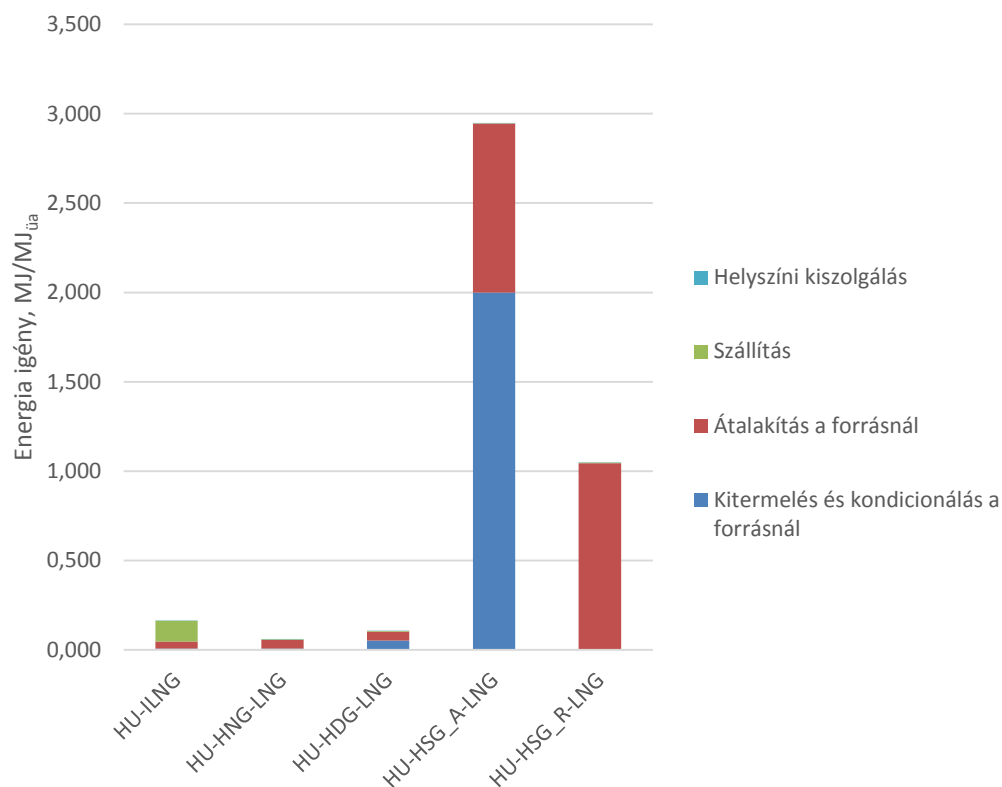
1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A WTT számítások eredményei a fajlagos energia igényre vonatkozóan 19. Táblázatban, a 20. Diagramon (LNG) és 21. Diagramon (CNG), az ÜHG kibocsátásra vonatkozóan pedig a 20. Táblázatban, 22. Diagramon (LNG) és 23. Diagramon (CNG) láthatóak. (Az átláthatóság érdekében a depóniagázás útvonalak nem lettek ábrázolva a diagramokban kiugró értékeik miatt).

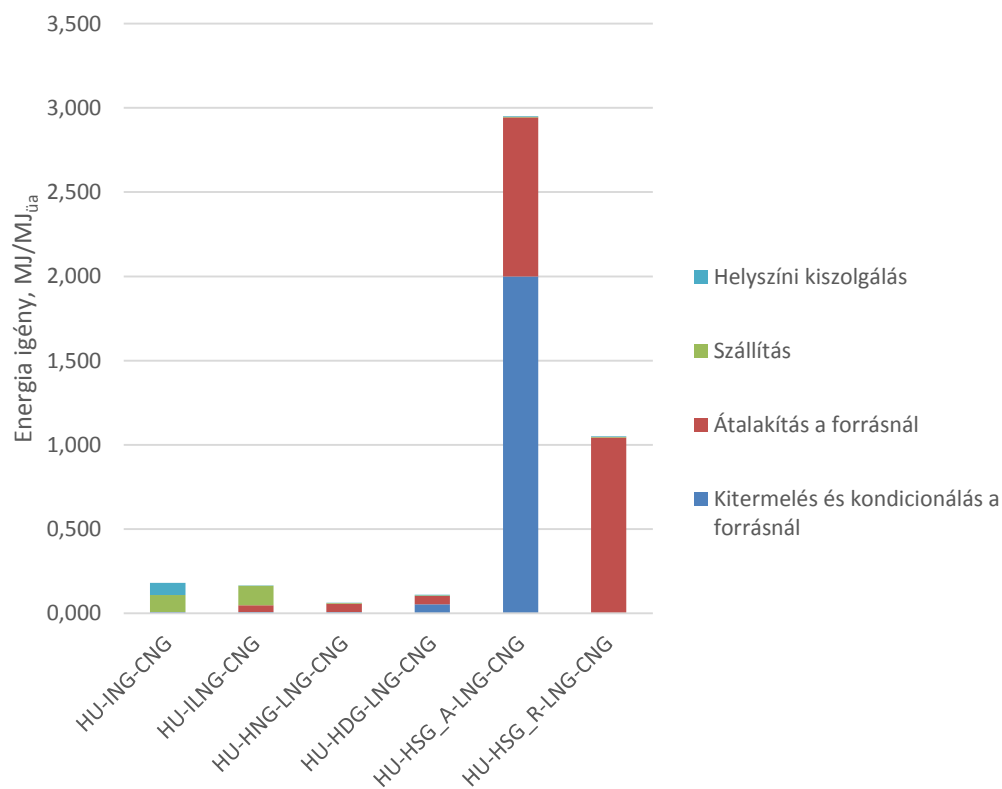
19. Táblázat: WTT energia igények számítási eredménye

Kód	Üzemanyag	Energia igény MJ/MJ _{üa}				
		Teljes	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Átalakítás a forrásnál	Szállítás	Helyszíni kiszolgálás
HU-ING-CNG	CNG	0,181	0,007		0,101	0,074
HU-ILNG	LNG	0,164	0,007	0,040	0,116	0,001
HU-ILNG-CNG	CNG	0,167	0,007	0,040	0,116	0,003
HU-HNG-LNG	LNG	0,062	0,007	0,050	0,004	0,001
HU-HNG-LNG-CNG	CNG	0,064	0,007	0,050	0,004	0,003
HU-HDG-LNG	LNG	0,108	0,053	0,050	0,004	0,001
HU-HDG-LNG-CNG	CNG	0,110	0,053	0,050	0,004	0,003
HU-HSG A-LNG	LNG	2,949	2,000	0,944	0,004	0,001
HU-HSG A-LNG-CNG	CNG	2,951	2,000	0,944	0,004	0,003
HU-HSG R-LNG	LNG	1,049	0,000	1,044	0,004	0,001
HU-HSG R-LNG-CNG	CNG	1,051	0,000	1,044	0,004	0,003

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



20. Diagram: WTT LNG útvonalak fajlagos energiaigénye



21. Diagram: WTT CNG útvonalak fajlagos energiaigénye

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

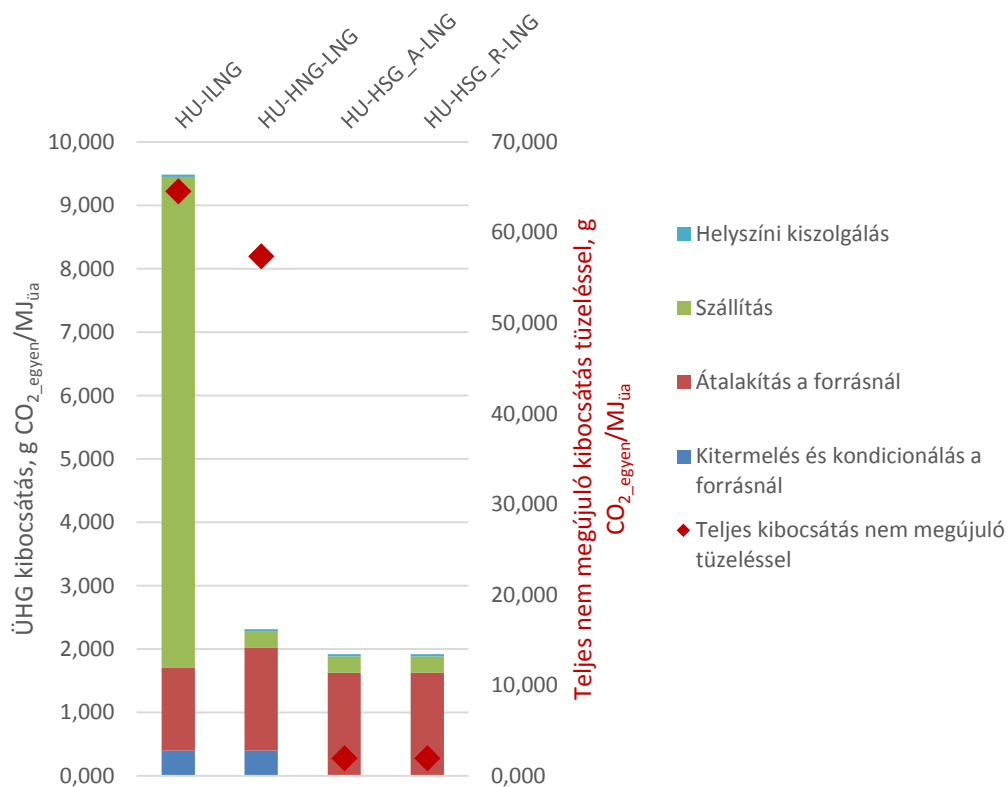
Érthetően az összes közül a hazai konvencionális gáztermelésre alapozó cseppfolyósító üzem adja a legalacsonyabb fajlagos energiaigényt, hiszen itt a szállítási és elosztási távolságok nagyságrenddel kisebbek, mint import esetén. A szintézisgázos útvonalak nagyobb értékeket mutatnak a részfolyamatok nagy energiaintenzitása miatt (elektrolízis és a CO₂ leválasztás miatt), illetve atomerőmű esetén az egyezményes 33%-os hatásfok miatt, ami a megújulók 100%-os egyezményes hatásfoka esetén nem jelentkezik. A depóniagáz hasznosítás is egyértelműen jobb mutatókat eredményez, mint az import forrás.

Az LNG és CNG útvonalak alapvetően a folyamat végén a helyszíni a kiszolgálásnál térnek el. A CNG útvonalakat összehasonlító *21. Diagramban* a vezetékes importtal azonban érdemes összevetni az értékeket. A szintézisgázokat leszámítva egyértelmű előnyben van a hazai termelés az importtal szemben, az import útvonalak eredő értékei között azonban nincs jelentős különbség a gázvezetékes és az LNG import között.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

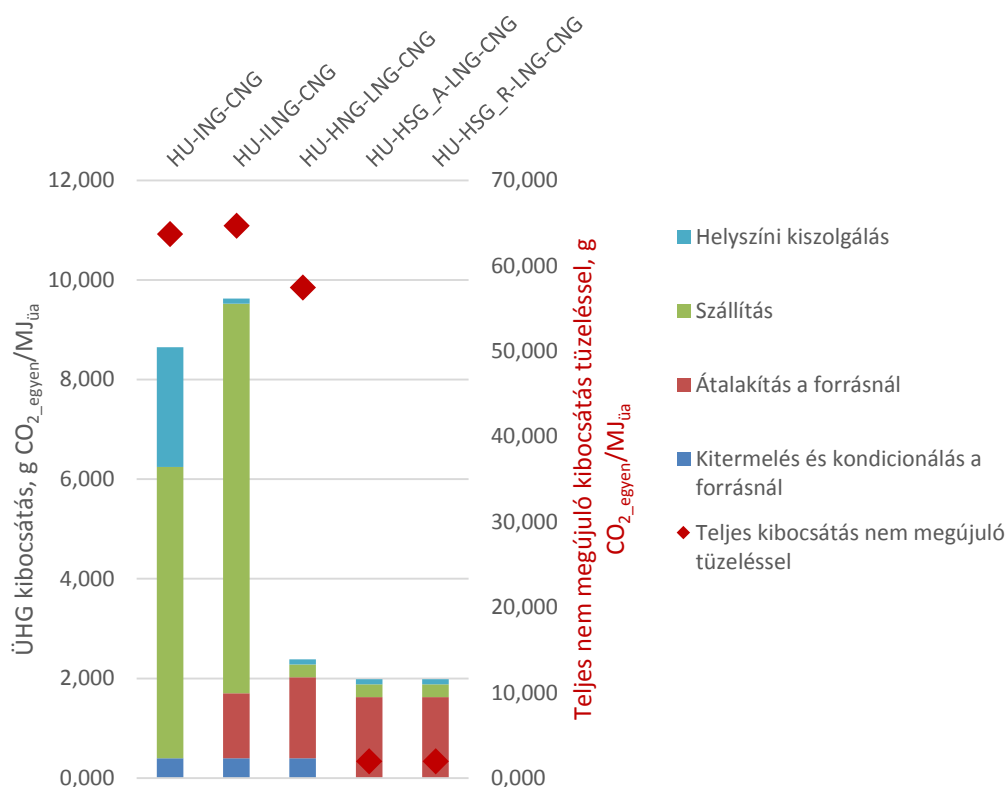
20. Táblázat: WTT ÜHG kibocsátás számítási eredmények

Kód	Üzemanyag	ÜHG kibocsátás g CO ₂ _egyen/MJ _{űa}					
		Teljes	Kitermelés és kondicionálás a forrásnál	Átalakítás a forrásnál	Szállítás	Helyszíni kiszolgálás	Teljes kibocsátás nem megújuló tüzeléssel
HU-ING-CNG	CNG	8,648	0,396		5,852	2,400	63,723
HU-ILNG	LNG	9,484	0,396	1,304	7,751	0,033	64,558
HU-ILNG-CNG	CNG	9,626	0,396	1,305	7,820	0,105	64,700
HU-HNG-LNG	LNG	2,312	0,396	1,626	0,258	0,033	57,387
HU-HNG-LNG-CNG	CNG	2,385	0,396	1,626	0,258	0,105	57,459
HU-HDG-LNG	LNG	-556,407	-558,322	1,626	0,256	0,033	-556,407
HU-HDG-LNG-CNG	CNG	-556,334	-558,322	1,626	0,256	0,105	-556,334
HU-HSG_A-LNG	LNG	1,915	0,000	1,626	0,256	0,033	1,915
HU-HSG_A-LNG-CNG	CNG	1,988	0,000	1,626	0,256	0,105	1,988
HU-HSG_R-LNG	LNG	1,915	0,000	1,626	0,256	0,033	1,915
HU-HSG_R-LNG-CNG	CNG	1,988	0,000	1,626	0,256	0,105	1,988



22. Diagram: WTT LNG útvonalak fajlagos ÜHG kibocsátása

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



23. Diagram: WTT CNG útvonalak fajlagos ÜHG kibocsátása

Az ÜHG kibocsátást ábrázoló 22. Diagram és 23. Diagramoknál nem lettek ábrázolva a depóniagázos útvonalak kiugró értékeik miatt. Ezek az értékek annak köszönhetőek, hogy a depóniagáz-hasznosítás során megkötött metán jelentős üvegházhatása kedvezően befolyásolja az értékelést, így gyakorlatilag a folyamat nettó CO₂-nyelő.

Látható, hogy ÜHG kibocsátás szempontjából a legkedvezőbb eredményeket a szintézisgázos útvonalak adják a depóniagáz mellett, amelyek között ez esetben nincs is különbség, mivel az atomerőművi villamosenergia-termelés is CO₂-semleges a megújulókhöz hasonlóan.

A tüzelést is figyelembe vevő teljes kibocsátásokat tekintve szembetűnő az alacsony érték a szintézisgázos útvonalak esetén, ez azért alakulhat így, mivel esetükben a tüzelés során keletkező CO₂ az eredetileg a légkörből lett megkötve, így gyakorlatilag CO₂-semleges folyamatként lehet értékelni, nyilván az egyéb részfolyamatokban keletkező ÜHG kibocsátás miatt nem negligálható teljesen. A legmagasabb értékek a nagytávolságú teherautós szállításokkal rendelkező útvonalaknál találhatók, amit nem sokkal követ a csővezetékes szállítás értéke.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Összességében elmondható, hogy a depóniagáz-hasznosítás adja a legkedvezőbb eredményeket nettó CO₂-nyelő volta és kedvező energiafelhasználása miatt. **ÜHG kibocsátás szempontjából a szintézisgázos útvonalak is igen kedvező eredményeket adnak**, amit azonban árnyal a folyamataik nagy energiaintenzitása.

A tehergépjárműves LNG szállítás energiafelhasználás és ÜHG kibocsátás szempontjából is összemérhető a hagyományos csővezetéken történő földgázszállítással. A legkedvezőbb azonban a konvencionális földgázhasznosítás esetén, ha a hazai források kerülnek hasznosításra.

1.3.4. Az elterjedéssel járó externáliák vizsgálata Szenárió elemzés keretében

1.3.4.1. Magyarországi externália-forgatókönyvek a CNG-LNG meghajtású járművek terjedésére, 2020, 2025 és 2030-ra vonatkozóan

A számítások kiinduló alapja a magyarországi járműállomány becsült nagysága 2020, 2025 és 2030 évekre, melyet a Közlekedéstudományi Intézet (KTI) számolta ki, és mutatta be az 1.2 fejezetben. Ezen túlmenően megbecsülték, hogy az adott évi járműállományon belül **milyen mértékű elterjedtsége várható a kérdéses CNG-LNG meghajtású járműveknek**. Mindezen adatok hét járműkategóriára és háromféle elterjedtségre (alacsony-low, közepes-medium, magas-high) állnak rendelkezésre. (21. Táblázat)

21. Táblázat: Járműforgatókönyvek kategóriák szerint, 2020, 2025 és 2030 évekre Magyarországon (átvett adat)

	kat.	darab	éves futás km	CNG-LNG elterjedtség		
				low	medium	high
2020	m1	3428000	13000	0,5%	1,0%	2,0%
	n1	365000	45000	0,5%	1,0%	3,0%
	n2	74000	90000	0,5%	2,0%	3,5%
	m3/i,ii	7300	80000	7,0%	10,0%	20,0%
	m3/iii	7300	125000	0,0%	0,5%	2,0%
	n3*	6600	70000	1,5%	2,0%	5,0%
	n3+04	35000	125000	1,0%	7,0%	10,0%
2025	kat.	darab	éves futás km	low	medium	high
	m1	3740000	13000	1,0%	5,0%	7,0%
	n1	414000	45000	1,0%	5,0%	7,0%
	n2	84500	90000	1,0%	5,0%	10,0%
	m3/i,ii	7100	80000	10,0%	20,0%	40,0%
	m3/iii	7100	125000	2,0%	4,0%	15,0%
	n3*	7500	70000	5,0%	7,0%	15,0%
2030	kat.	darab	éves futás km	low	medium	high
	m1	4052000	13000	3,0%	7,0%	10,0%
	n1	431000	45000	3,0%	7,0%	15,0%
	n2	88000	90000	3,0%	10,0%	20,0%
	m3/i,ii	6800	80000	15,0%	40,0%	60,0%
	m3/iii	6800	125000	5,0%	10,0%	30,0%
	n3*	8400	70000	7,0%	15,0%	30,0%
2030	n3+04	45000	125000	5,0%	30,0%	40,0%

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Ezt követően három helyi légszennyező VOC, NO_x és PM (a CO kimarad, ezt a számítás alapjául vett európai uniós kézikönyv is kihagyja, [183] (Ricardo-AEA et al., 2013), valamint két globális (CO₂ és CH₄) légszennyező fajlagos kibocsátási értékeinek a vizsgálata következik.

A vizsgált CNG-LNG meghajtású járművek felhasznált alapadatai a 22. Táblázatban láthatók. Ezen értékeket a projekció során végig állandónak vettük, jóllehet a 'technológiai fejlődés' nyilván ezeket is érinteni fogja.

22. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek fajlagos kibocsátás értékei, EURO 6-os szabványnak megfelelő (g/km) (átvett adat)

kategória	VOC	NO _x	PM	CO ₂	CH ₄
m1	0,03600	0,03200	0,00025	126,00000	0,07200
n1	0,03600	0,04200	0,00025	189,00000	0,07200
n2	0,03072	0,13248	0,00024	378,00000	0,07200
m3/i,ii	0,07851	0,33856	0,00061	578,34000	0,18400
m3/iii	0,03584	0,30912	0,00007	694,00800	0,07467
n3*	0,03072	0,13248	0,00024	451,10520	0,07200
n3+04	0,03840	0,33120	0,00008	766,87884	0,08000

A számítások során feltételezzük, hogy a gázos meghajtás terjedése önmagában nem változtat a régebbi szabványoknak megfelelő meghajtások 'kikopásán'. Ugyanakkor stratégiai jelentősége van annak, hogy mihez képest értelmezzük a CNG-LNG meghajtású járművek elterjedését, milyen meghajtásokat helyettesítenek ezek. Más szóval: ha nem terjednének, akkor egyébként milyen meghajtással futna az 21. Táblázatnak megfelelő prognózisokban látható járműmennyiség. Mindez azért fontos, mert **az externália számítás nem önmagában szolgáltat eredményt, hanem valamihez képest: azaz arra adunk a továbbiakban becslést, hogy milyen externális pénzüsszegek megtakarítása várható a CNG-LNG meghajtások várt terjedése során.** E számítás pedig érzékeny arra, hogy milyen meghajtást váltanak ki ezek a járművek.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

1.3.4.2. Módszertan

Jelen számításunkban – a 'megspórolt' externália összegek szempontjából – a lehető legkonzervatívabb megoldást választottuk, azaz azt feltételezzük, hogy az összes forgalomba került CNG-LNG meghajtású jármű EURO 6 besorolású, azaz a lehető legkorszerűbb dízel meghajtású járművet „szorít ki”. Minden egyéb olyan feltételezés, ami ennél gyengébb besorolású jármű „kiszorítását” venné alapul, az itt közöltekénél is tetemesebb externália-megtakarítást eredményezne.

A referenciának vett EURO 6-os dízel motorok fajlagos kibocsátás értékeit a 23. Táblázat tartalmazza. Szintén feltételezzük, hogy ezen értékek 2030-ig nem változnak.

23. Táblázat: Dízel meghajtású járművek fajlagos kibocsátás értékei, EURO 6-os szabványnak megfelelő (g/km) (átvett adat)

kategória	VOC	NOx	PM	CO2	CH4
m1	0,09000	0,32000	0,00450	140,00000	0
n1	0,09000	0,42000	0,00450	210,00000	0
n2	0,02304	1,10400	0,00672	420,00000	0
m3/i,ii	0,05888	2,82133	0,01717	642,60000	0
m3/iii	0,02389	3,43467	0,00672	771,12000	0
n3*	0,02304	1,10400	0,00672	501,22800	0
n3+04	0,02560	3,68000	0,00720	852,08760	0

A 22. Táblázat és a 23. Táblázat különbségeként megkapjuk azokat a fajlagos „nyereségeket”, melyek akkor adódnak, amikor Euro 6-os dízel helyett CNG-LNG meghajtással teszünk meg 1-1 kilométernyi távot. (24. Táblázat). A számítás itt is feltételezi a 2030-ig való változatlanlanságot, ám itt csupán a CNG-LNG és a legjobb dízel meghajtás közötti különbség változatlanlanságáról beszélünk. Ez szintén konzervatív megközelítés, hiszen a CNG-LNG meghajtás fejlesztésében több potenciál látszik pillanatnyilag, mint az érett szakaszba jutó dízel fejlesztésekben.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

24. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek fajlagos előnye az EURO 6-os szabványnak megfelelő dízel meghajtású járművekkel szemben (g/km); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

kategória	VOC	NO _x	PM	CO ₂	CH ₄
m1	0,05400	0,28800	0,00425	14,00000	-0,07200
n1	0,05400	0,37800	0,00425	21,00000	-0,07200
n2	-0,00768	0,97152	0,00648	42,00000	-0,07200
m3/i,ii	-0,01963	2,48277	0,01656	64,26000	-0,18400
m3/iii	-0,01195	3,12555	0,00665	77,11200	-0,07467
n3*	-0,00768	0,97152	0,00648	50,12280	-0,07200
n3+04	-0,01280	3,34880	0,00712	85,20876	-0,08000

Az 21. Táblázat alapján kiszámítható a CNG-LNG meghajtású járművek várható éves futása a különböző forgatókönyvek szerint, a 2020, 2025, 2030-as évekre. Ezen futásértékeket a 24. Táblázat adataival kombinálva megkapjuk azon környezeti „megtakarításokat”, melyeket a CNG-LNG meghajtású járművek jobb környezeti paramétereirei révén érhetünk el az adott forgatókönyv megvalósulásakor.

1.3.4.3. Helyi légszennyezés területén elérhető externália-megtakarítás számítása (tank to wheel)

Az alábbiakban a helyi légszennyezést leginkább befolyásoló VOC, NO_x és PM légszennyezők példáján bemutatjuk, hogy milyen összegű környezetterhelés-megtakarítást érhetünk el az egyes CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor. Az 25. Táblázat-26. Táblázat-27. Táblázatsorozat e megtakarítások abszolút nagyságát mutatja be, majd a táblázat alján összegezzük (SUM) az adott légszennyező anyag mennyiségét a különböző elterjedtségben (alacsony-low, közepes-medium, magas-high).

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

25. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2020-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

	CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			kategória
	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	
2020	12,0323	24,0646	48,1291	64,1722	128,344	256,689	0,94699	1,89397	3,78794	m1
	4,43475	8,8695	26,6085	31,0433	62,0865	186,26	0,34903	0,69806	2,09419	n1
	-0,25574	-1,02298	-1,79021	32,3516	129,406	226,461	0,21578	0,86314	1,51049	n2
	-0,80234	-1,1462	-2,29239	101,496	144,994	289,988	0,67697	0,9671	1,93421	m3/i,ii
	0	-0,05451	-0,21803	0	14,2603	57,0412	0	0,03032	0,12128	m3/iii
	-0,05322	-0,07096	-0,17741	6,73263	8,97684	22,4421	0,04491	0,05988	0,14969	n3*
	-0,56	-3,92	-5,6	146,51	1025,57	1465,1	0,3115	2,1805	3,115	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM PM			
	14,7957	26,7194	64,6596	382,305	1513,64	2503,98	2,54518	6,69297	12,7128	

26. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2025-ben Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

	CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			kategória
	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	
2025	26,2548	131,274	183,784	140,026	700,128	980,179	2,06635	10,3318	14,4645	m1
	10,0602	50,301	70,4214	70,4214	352,107	492,95	0,79178	3,95888	5,54243	n1
	-0,58406	-2,92032	-5,84064	73,8841	369,42	738,841	0,4928	2,46402	4,92804	n2
	-1,11479	-2,22959	-4,45918	141,022	282,043	564,086	0,94061	1,88122	3,76243	m3/i,ii
	-0,21205	-0,42411	-1,5904	55,4785	110,957	416,088	0,11795	0,23591	0,88466	m3/iii
	-0,2016	-0,28224	-0,6048	25,5024	35,7034	76,5072	0,1701	0,23814	0,5103	n3*
	-1,28	-9,6	-12,8	334,88	2511,6	3348,8	0,712	5,34	7,12	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM PM			
	32,9225	166,119	228,91	841,213	4361,96	6617,45	5,29159	24,4499	37,2123	

27. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2030-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

	CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			CNG-LNG megtakarítás tonna/év			kategória
	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	
2030	85,3351	199,115	284,45	455,121	1061,95	1517,07	6,71619	15,6711	22,3873	m1
	31,4199	73,3131	157,1	219,939	513,192	1099,7	2,47286	5,77001	12,3643	n1
	-1,82477	-6,08256	-12,1651	230,833	769,444	1538,89	1,53965	5,13216	10,2643	n2
	-1,60154	-4,27076	-6,40614	202,594	540,251	810,377	1,3513	3,60346	5,40518	m3/i,ii
	-0,50773	-1,01547	-3,0464	132,836	265,671	797,014	0,28243	0,56485	1,69456	m3/iii
	-0,31611	-0,67738	-1,35475	39,9878	85,6881	171,376	0,26672	0,57154	1,14307	n3*
	-3,6	-21,6	-28,8	941,85	5651,1	7534,8	2,0025	12,015	16,02	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM PM			
	108,905	238,782	389,777	2223,16	8887,29	13469,2	14,6316	43,3281	69,2787	

A számítás utolsó lépéseként e megtakarítások monetáris, pénzbeni kifejezése következik. Ehhez a legfrissebb, az Európai Unió által is használt dokumentum adatait vettük alapul (Ricardo-AEA, 2013). Eszerint egy tonna közlekedésből-szállításból származó VOC

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

kibocsátásának kárkölsége 1 569 EUR, egy tonna NO_x kibocsátásának kárkölsége 19 580 EUR, míg egy tonna PM kibocsátásának kárkölsége 51 045 EUR [265] (Preiss–Klotz, 2007 alapján). A porkibocsátás esetén a dokumentumban megadott átlagértéket vettük alapul, mely a városi, az elővárosi, az országúti és az autópályán történő kibocsátás eltérő hatásaival egyaránt számol. Fontos megjegyezni, hogy ezen pénzértékek kifejezetten Magyarországra vonatkoznak, a frissítés a 2010-es magyarországi jövedelmi viszonyok alapján történt [183] (Ricardo-AEA, 2013). A helyi légszennyezés externális költségeit illetően fontos, hogy rendkívül nagy adatigényű, helyspecifikus modellek alapján kaphatnánk csak pontosabb értékeket [265] (Stróbl et al., 2011). Feltételezzük, hogy a fenti, Magyarországra vonatkozó átlagköltségek meghatározásakor ilyen modellek közelítő értékeiből indultak ki.

Minthogy a magyarországi jövedelmek folyamatos emelkedése várható a vizsgált időszakban, ezért az externália-megtakarításokra vonatkozó becsléseink ebből a szempontból is igen konzervatívnak minősíthetők.

A 28. Táblázat-29. Táblázat-30. Táblázatcsoport az egyes évekre vonatkozó, CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi externáliák értékeit mutatja a vizsgált szennyezőkre, forgatókönyvekre és járműkategóriákra, a megfelelő években.

28. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2020-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

2020	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	18 878	37 756	75 512	1 256 461	2 512 922	5 025 845	48 339	96 679	193 357	m1
	6 958	13 916	41 747	607 812	1 215 625	3 646 875	17 816	35 633	106 899	n1
	-401	-1 605	-2 809	633 430	2 533 719	4 434 008	11 015	44 059	77 104	n2
	-1 259	-1 798	-3 597	1 987 240	2 838 915	5 677 829	34 556	49 366	98 733	m3/i,ii
	0	-86	-342	0	279 210	1 116 841	0	1 548	6 191	m3/iii
	-84	-111	-278	131 822	175 762	439 406	2 292	3 056	7 641	n3*
	-879	-6 150	-8 786	2 868 598	20 080 186	28 685 979	15 901	111 305	159 007	n3+04
	SUM VOC			SUM NO _x			SUM PM			
	23 214	41 921	101 447	7 485 363	29 636 339	49 026 783	129 920	341 645	648 930	

29. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2025-ben, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

2025	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	41 192	205 961	288 345	2 741 636	13 708 182	19 191 455	105 478	527 389	738 344	m1
	15 784	78 919	110 487	1 378 818	6 894 092	9 651 729	40 417	202 083	282 916	n1
	-916	-4 582	-9 164	1 446 616	7 233 082	14 466 164	25 155	125 777	251 554	n2
	-1 749	-3 498	-6 996	2 761 136	5 522 272	11 044 545	48 014	96 028	192 055	m3/i,ii
	-333	-665	-2 495	1 086 242	2 172 485	8 146 818	6 021	12 042	45 158	m3/iii
	-316	-443	-949	499 325	699 055	1 497 976	8 683	12 156	26 048	n3*
	-2 008	-15 062	-20 082	6 556 795	49 175 965	65 567 953	36 344	272 583	363 444	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM PM			
	51 653	260 630	359 146	16 470 570	85 405 133	129 566 638	270 112	1 248 057	1 899 519	

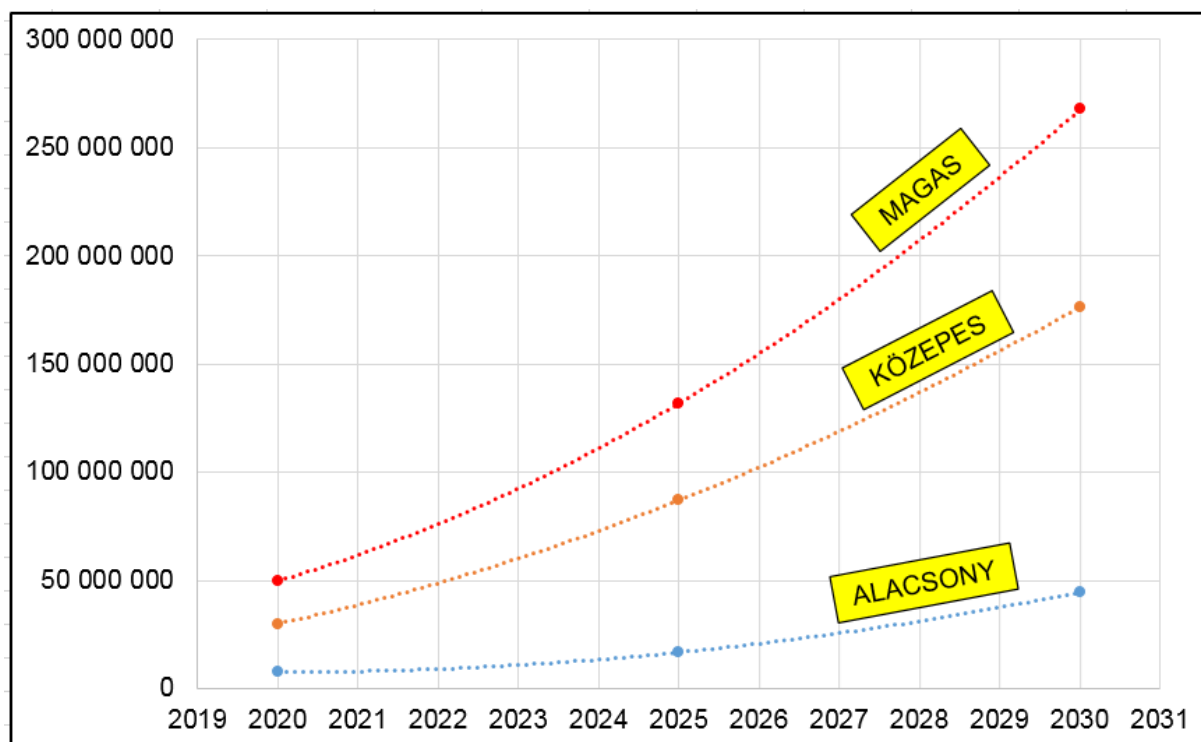
30. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2030-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

2030	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	133 886	312 400	446 285	8 911 051	20 792 453	29 703 504	342 831	799 939	1 142 770	m1
	49 296	115 024	246 479	4 306 310	10 048 056	21 531 548	126 228	294 533	631 142	n1
	-2 863	-9 543	-19 086	4 519 606	15 065 354	30 130 708	78 592	261 973	523 947	n2
	-2 513	-6 701	-10 051	3 966 703	10 577 874	15 866 811	68 978	183 940	275 910	m3/i,ii
	-797	-1 593	-4 780	2 600 862	5 201 724	15 605 173	14 417	28 833	86 500	m3/iii
	-496	-1 063	-2 126	782 942	1 677 733	3 355 465	13 615	29 174	58 349	n3*
	-5 648	-33 889	-45 185	18 440 987	110 645 920	147 527 894	102 219	613 311	817 748	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM PM			
	170 865	374 635	611 537	43 528 461	174 009 114	263 721 103	746 879	2 211 704	3 536 364	

Az összes járműkategória megtakarításait összegezve csak a 2030-as évre VOC szennyezőre 171 000 EUR (alacsony elterjedés), illetve 612 000 EUR (magas elterjedés) externália-csökkenés várható. Ugyanez csak a 2030-as évre NOx szennyezőre 43 528 ezer EUR (alacsony elterjedés), illetve 263 721 000 EUR (magas elterjedés) externália-csökkenést jelent. Végül ugyanez a számítás csak a 2030-as évre PM szennyezőre 747 000 EUR (alacsony elterjedés), illetve 3 536 000 EUR (magas elterjedés) externália-csökkenést ad.

Összegezve a három helyi típusú szennyezőanyag megtakarításokat valamennyi járműkategóriára a legpesszimistább CNG-LNG elterjedési forgatókönyv esetében is mintegy 44,5 millió EUR, míg a magas elterjedési forgatókönyv esetében mintegy 268 millió EUR externália-csökkenés volna várható, csak a 2030-as évben. Fontos hangsúlyoznunk, hogy több szempontból is igen konzervatív becslés eredményei ezek a számok. (A megfelelő jelenérték számításához pedig diszkontálni kellene ezeket az értékeket.) A várható éves helyi megtakarításokat az egyes forgatókönyvek a 24. diagram foglalja össze.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



24. Diagram: CNG-LNG meghajtással várhatóan elkerülhető helyi légszennyezési externáliák Magyarországon, projekció az alacsony, a közepes és a magas elterjedés forgatókönyvei alapján (EUR/év, diszkontálatlan értékek)

1.3.4.4. Globális légszennyezés területén elérhető externália-megtakarítás számítása (tank to wheel)

A globális éghajlatváltozás szempontjából a legnagyobb jelentőségű két üvegházgáz a széndioxid (CO_2) és a metán (CH_4). Mindkettő releváns a CNG-LNG meghajtás terjedése szempontjából, s amint a 24. Táblázat mutatja, a **CO_2 kibocsátás területén jelentős előnyök, a CH_4 kibocsátás területén pedig mérsékelt hátrányok várhatók a legjobb dízelmeghajtáshoz képest.** Fontos e helyütt ismételtlen utalnunk a modell azon feltevésére, miszerint az LNG-CNG és a dízel meghajtás közötti fajlagos különbségek a 2015-ös szinten konzerválódnak. Ez a metán-kibocsátással kapcsolatban különösen konzervatív feltevésnek számít, ugyanis a technológiai fejlődés várhatóan hamar jelentősen csökkenti a gázmotorok pillanatnyi metán-szivárgását. Mindenesetre az alábbi számítás az LNG-CNG meghajtásra még e kedvezőtlen feltételezés mellett is meggyőző előnyt mutat ki a legjobb dízelmeghajtással szemben. Az elemzés során a kétféle szennyezőanyag-kibocsátást közös nevezőre hoztuk és a

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

metánkibocsátást szén-dioxid egyenértékben határoztuk meg, és pedig annak globális felmelegedés potenciálja alapján (global warming potential, GWP).

Az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) legújabb, 2014-es jelentése alapján egy tonna CH₄ üvegházgáz potenciálja 28 tonna CO₂-ével egyenértékű. A kétféle kibocsátást ily módon közös nevezőre hozva a továbbiakban CO₂-egyenértékben közöljük a várható megtakarítást. A 31. Táblázat az egyes évekre, meghajtásonként és forgatókönyvenként mutatja a várható abszolút nagyságú megtakarításokat.

31. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú globális környezeti megtakarítások CO₂-egyenértékben Magyarországon (CH₄ és CO₂ együtt; tonna/év)

	low	medium	high		low	medium	high		low	medium	high	kategória
2020	2 670	5 341	10 681	2025	5 827	29 133	40 786	2030	18 938	44 189	63 127	m1
	1 559	3 118	9 354		3 537	17 684	24 757		11 046	25 774	55 229	n1
	1 331	5 326	9 320		3 041	15 204	30 408		9 500	31 667	63 335	n2
	2 416	3 452	6 904		3 357	6 715	13 429		4 823	12 862	19 293	m3/i,ii
	0	342	1 369		1 332	2 663	9 987		3 188	6 377	19 130	m3/iii
	333	445	1 111		1 263	1 768	3 788		1 980	4 243	8 486	n3*
	3 630	25 409	36 299		8 297	62 227	82 969		23 335	140 010	186 680	n3+04
	SUM CO ₂ e				SUM CO ₂ e				SUM CO ₂ e			
	11 940	43 432	75 039		26 653	135 393	206 125		72 811	265 121	415 280	

A számítás utolsó lépéseként a CO₂ egyenértékbeli megtakarítások monetáris, pénzügyi kifejezése következik. Ehhez a legfrissebb, az Európai Unió által is használt dokumentum adatait vettük alapul [183] (Ricardo-AEA, 2013). Eszerint egy tonna közlekedésből-szállításból származó CO₂ kibocsátásának kárkölsége 90 EUR. Tekintettel a probléma globális jellegére, ez az érték európai uniós szinten egységesen érvényesítendő, tehát az adat nem Magyarország-specifikus. Minthogy a jövedelmek folyamatos emelkedése várható a vizsgált időszakban, ezért az **externália-megtakarításokra vonatkozó becsléseink ebből a szempontból is igen konzervatívnak minősíthetők.**

A 32. Táblázat az egyes évekre vonatkozó, CNG-LNG meghajtással elkerülhető globális externáliák értékeit mutatja a vizsgált szennyezőkre, forgatókönyvekre és járműkategóriákra, a megfelelő években.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

32. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető globális légszennyezési externáliák Magyarországon (EUR/év)

	low	medium	high		low	medium	high		low	medium	high	kategória
2020	240 325	480 649	961 299	2025	524 396	2 621 979	3 670 771	2030	1 704 427	3 976 996	5 681 423	m1
	140 315	280 631	841 893		318 305	1 591 524	2 228 133		994 126	2 319 626	4 970 628	n1
	119 832	479 328	838 824		273 670	1 368 352	2 736 705		855 018	2 850 060	5 700 119	n2
	217 470	310 672	621 343		302 160	604 320	1 208 640		434 089	1 157 571	1 736 357	m3/i,ii
	0	30 806	123 223		119 847	239 693	898 849		286 957	573 913	1 721 740	m3/iii
	30 004	40 006	100 014		113 652	159 113	340 957		178 207	381 872	763 744	n3*
	326 689	2 286 826	3 266 895		746 719	5 600 391	7 467 188		2 100 147	12 600 880	16 801 174	n3+04
SUM CO2e				SUM CO2e				SUM CO2e				
1 074 636			3 908 918	2 398 749			12 185 373	6 552 970			23 860 918	37 375 184

Az összes járműkategóriában keletkező globális kár-megtakarításokat összegezve a 2030-as évre a legkisebb elterjedéssel számoló forgatókönyv alapján 6,55 millió EUR megtakarítás becsülhető, míg a legnagyobb elterjedést valószínűsítő esetben 37,38 millió EUR megtakarítás becsülhető. **Ezek a számok azt is tartalmazzák, hogy a metánt tekintve a CNG-LNG meghajtás ma, a jelenlegi technológiai szint mellett rosszabbul teljesít a dízeles (és a benzines) meghajtáshoz képest.**

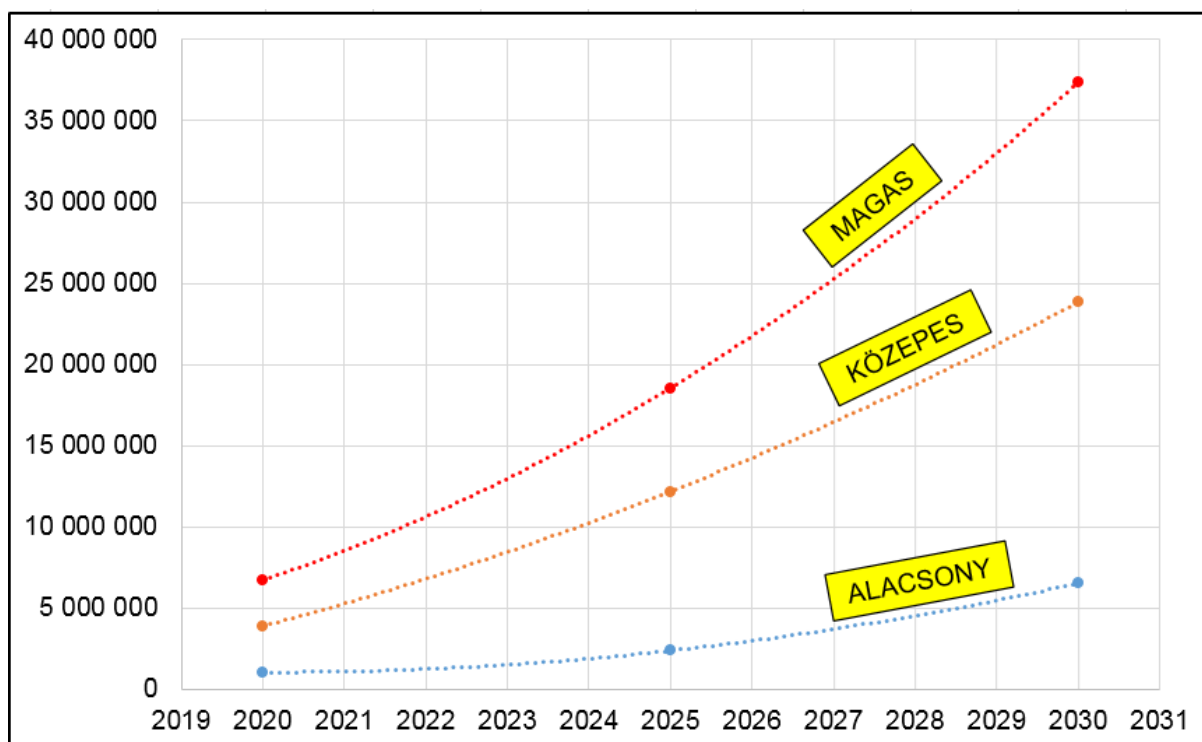
Azonban ezt a kijelentésünket árnyalja az, hogy több szempontból is igen konzervatív becslés eredményei ezek a számok. (A megfelelő jelenérték számításához pedig diszkontálni kellene ezeket az értékeket.)

Emellett azt is fontos hangsúlyoznunk, hogy a jelenlegi gázmotor-technika nem más, mint egy dízel, vagy benzines blokkból elkészített közönséges gázmotor (kivéve az új MB haszonjármű motor), a közeli jövőben pedig ez a szokás változóban van. Az ún. metánszlip is eltűnik, ami már a mostani frissen homologizált motoroknál sem tapasztalható.

Mindebből kifolyólag várható, hogy a metánszlip jövőképe **2025-re nulla lesz, ekkor a gázüzem egyértelműen, minden tekintetben jobb lesz, mint fosszilis üzemanyag társai** (benzin és gázolaj), azonban jelenlegi tudásunk szerint ezt a várható jövőképet nem tudjuk beárazni.

A várható éves globális megtakarításokat az egyes forgatókönyvekre a 25. Diagram foglalja össze.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

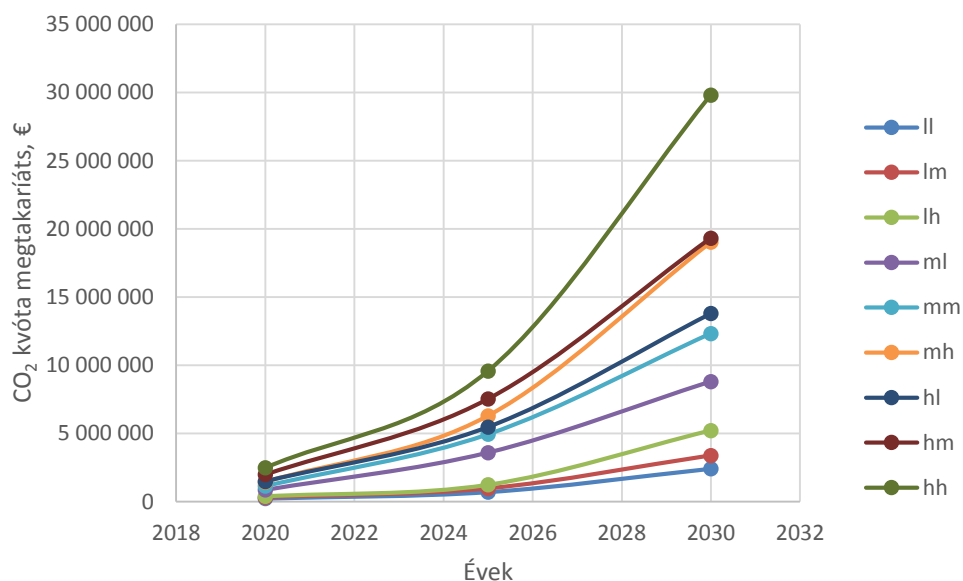


25. Diagram: CNG-LNG meghajtással várhatóan elkerülhető globális légszennyezési externáliák Magyarországon, projekció az alacsony, a közepes és a magas elterjedés forgatókönyvei alapján (EUR/év, diszkontálatlan értékek)

Az externális hatásokon túlmenően fontos a közvetlen bevételként jelentkező CO₂ kvóta értékesítéséből származó többletet is megemlíteni.

31. táblázat megtakarításai nemzetgazdasági szinten bevételt is jelenthetnek a CO₂-kvóta megtakarításokon keresztül. A kvótaárak közelmúltbeli alacsony ára az előrejelzések szerint közép- és hosszú távon nem lesz tartós (Synapse, 2015). Ezen előrejelzéseket és a CNG-LNG meghajtás elterjedési forgatókönyveit alapul véve a 26. diagramon látható, hogy a különböző változatokban milyen nagyságú bevételek (2014-es bázison) keletkezhettek nemzetgazdasági szinten a CO₂-kvóta megtakarításokból. (Jelölések: l-low, m-medium, h-high; ahol az első betű a CNG-LNG meghajtás elterjedésére, míg a második betű a kvótaárakra vonatkozik.)

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása



26. Diagram: CO₂-kvóta megtakarításokból származó bevételek különböző forgatókönyvek szerint

Látható, hogy kedvezőtlen körülmények esetén is 2020-ban több százezer Eurós, 2030-ban pedig már több millió eurós nagyságrendről lehet beszélni, míg kedvező esetekben 2030-ra 15-30 millió Eurós tételről lehet beszélni.

1.3.5 A városi buszközlekedésre vonatkozó konkrét externália számítás eredményei a Miskolcon 2016-ban mért adatok alapján

Az MGKKE által vezetett PAN-LNG Project részeként a Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. (KTI) Magyarországon első alkalommal helyezett üzembe olyan, úgynevezett PEMS-berendezést (portable emissions measurement system), amely menet közben folyamatosan képes a kibocsátott gázok összetételének és mennyiségének elemzésére. Időközben Miskolcra érkezett egy 75 darabos CNG-s buszflotta, amely ugyanennyi dízelbuszt váltott ki. Az új mérőberendezéssel egyfelől az új CNG buszokat, másfelől a kiváltott buszok közül a viszonylag fejlett, Euro IV-es dízel hajtásláncú változatokat tesztelték, amelyek emellett részecskeszűrővel is fel voltak szerelve, miközben a gyártó és a jármű alapvető konstrukciója is azonos. A mérésben a következő járművek vettek részt: Dízelüzemű: Neoplan 489 EURO IV (Vizsgálat ideje: 2016. március 21.-március 25.) Gázüzemű: MAN Lions City GL EURO VI (Vizsgálat ideje: 2016. március 29. – április 1.)

A mért adatok közül a CO₂ és az NO_x szennyezők azok, amelyekkel e tanulmány korábbi, városi vonaljáratok kategóriáit frissíteni tudtuk. A korábbi számításaink végig azt feltételezték, hogy az új gázmeghajtás EURO VI-os dízelmotorokat szorít ki, ami meglehetősen konzervatív feltételezés. Ehhez képest a mostani miskolci vizsgálat egy életszerűbb helyzetre szolgáltatott mért adatokat, amelyben a miskolci közösségi közlekedésben rendelkezésre álló legjobb, ám még így is csak EURO IV-es besorolású motorok kerültek kiváltásra. Mindezt az adatok is tükrözik, az elért javulás, azaz az elkerült externáliák a valóságban tetemesebbek lehetnek a korábban számítottaknál. Így a gáz-dízel meghajtás közötti különbséget az NO_x szennyezőre az M3/i,ii kategóriában 15,6 g/km-re (2,48 helyett), míg a CO₂

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

szennyezőre 253,8 g/km-re módosíthatjuk (64,26 helyett) a gázüzem javára. A korábban bemutatott, az elméleti számításokat tartalmazó 24. táblázat módosításait jelen táblázatban sárga színnel jelöltük.

33. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek reálisan előnye az EURO 4-es szabványnak megfelelő dízel meghajtású járművekkel szemben (g/km) Miskolcon; a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

kategória	VOC	NO _x	PM	CO ₂
m1	0,054	0,288	0,004	14,000
n1	0,054	0,378	0,004	21,000
n2	-0,008	0,972	0,006	42,000
m3/i,ii	-0,020	15,600	0,017	253,765
m3/iii	-0,012	3,126	0,007	77,112
n3*	-0,008	0,972	0,006	50,123
n3+04	-0,013	3,349	0,007	85,209

A miskolci mérés adatait következetesen végigvive a környezetterhelés-megtakarítás szcenárióin az elméleti számokhoz viszonyított eltéréseket sárgával jelöljük.

Az alábbiakban a helyi légszennyezést leginkább befolyásoló VOC, NO_x és CO₂ légszennyezők példáján bemutatjuk, hogy milyen összegű környezetterhelés-megtakarítást érhetünk el az egyes CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor, ha a reálisan mért miskolci értékeket vesszük alapul, és kategóriánként vázoljuk.

34. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2020-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

2020	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	12,03228	24,06456	48,12912	64,17216	128,3443	256,6886	3119,48	6238,96	12477,92	m1
	4,43475	8,8695	26,6085	31,04325	62,0865	186,2595	1724,625	3449,25	10347,75	n1
	-0,25574	-1,02298	-1,79021	32,35162	129,4065	226,4613	1398,6	5594,4	9790,2	n2
	-0,80234	-1,1462	-2,29239	637,7364	911,052	1822,104	10373,931	14819,9	29639,8	m3/i,ii
	0	-0,05451	-0,21803	0	14,26031	57,04123	0	351,8235	1407,294	m3/iii
	-0,05322	-0,07096	-0,17741	6,732634	8,976845	22,44211	347,351	463,1347	1157,837	n3*
	-0,56	-3,92	-5,6	146,51	1025,57	1465,1	3727,8833	26095,18	37278,83	n3+04
	SUM VOC			SUM NO _x			SUM CO ₂			
	14,79573	26,71942	64,65958	918,5461	2279,696	4036,097	20691,87	57012,65	102099,6	

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

35. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2025-ben Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

2025	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	26,2548	131,274	183,7836	140,0256	700,128	980,1792	6806,8	34034	47647,6	m1
	10,0602	50,301	70,4214	70,4214	352,107	492,9498	3912,3	19561,5	27386,1	n1
	-0,58406	-2,92032	-5,84064	73,8841	369,4205	738,841	3194,1	15970,5	31941	n2
	-1,11479	-2,22959	-4,45918	886,0917	1772,183	3544,367	14413,88	28827,75	57655,51	m3/i,ii
	-0,21205	-0,42411	-1,5904	55,47845	110,9569	416,0884	1368,738	2737,476	10265,54	m3/iii
	-0,2016	-0,28224	-0,6048	25,5024	35,70336	76,5072	1315,724	1842,013	3947,171	n3*
	-1,28	-9,6	-12,8	334,88	2511,6	3348,8	8520,876	63906,57	85208,76	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM CO2			
	32,92249	166,1187	228,91	1586,284	5852,099	9597,732	39532,41	166879,8	264051,7	

36. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2030-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi

2030	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	85,33512	199,1153	284,4504	455,1206	1061,948	1517,069	22123,92	51622,48	73746,4	m1
	31,4199	73,3131	157,0995	219,9393	513,1917	1099,697	12218,85	28510,65	61094,25	n1
	-1,82477	-6,08256	-12,1651	230,8332	769,4438	1538,888	9979,2	33264	66528	n2
	-1,60154	-4,27076	-6,40614	1272,977	3394,605	5091,907	20707,26	55219,36	82829,04	m3/i,ii
	-0,50773	-1,01547	-3,0464	132,8357	265,6715	797,0144	3277,26	6554,52	19663,56	m3/iii
	-0,31611	-0,67738	-1,35475	39,98776	85,68806	171,3761	2063,054	4420,831	8841,662	n3*
	-3,6	-21,6	-28,8	941,85	5651,1	7534,8	23964,96	143789,8	191719,7	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM CO2			
	108,9049	238,7822	389,7775	3293,543	11741,65	17750,75	94334,51	323381,6	504422,6	

A éves megtakarítási mennyiségek meghatározását követően kifejezhető a megtakarítás pénzbeni értéke is.

Ehhez a legfrissebb, az Európai Unió által is használt dokumentum adatait vettük alapul (Ricardo-AEA, 2013). Eszerint egy tonna közlekedésből-szállításból származó VOC kibocsátásának kárkölsége 1 569 EUR, míg egy tonna NO_x kibocsátásának kárkölsége 19 580 EUR [265] (Preiss-Klotz, 2007 alapján). Fontos megjegyezni, hogy ezen pénzürtékek kifejezetten Magyarországra vonatkoznak, a frissítés a 2010-es magyarországi jövedelmi viszonyok alapján történt (Ricardo-AEA, 2013). A helyi légszennyezés externális költségeit illetően fontos, hogy rendkívül nagy adatigényű, helyspecifikus modellek alapján kaphatnánk csak pontosabb értékeket [265] (Stróbl et al., 2011). Feltételezzük, hogy a fenti, Magyarországra vonatkozó átlagköltségek meghatározásakor ilyen modellek közelítő értékeiből indultak ki. A közlekedésből-szállításból származó CO₂ kibocsátásának kárkölsége Európai szinten egységesen 90 EUR.

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

A 28. Táblázat-29. Táblázat-30. *Táblázatcsoport* az egyes évekre vonatkozó, CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi externáliák értékeit mutatja a Miskolcon mért szennyezőkre, forgatókönyvekre és a vizsgált járműkategóriára, a megfelelő években.

37. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2020-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

2020	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	18 878	37 756	75 512	1 256 461	2 512 922	5 025 845	280 753	561 506	1 123 013	m1
	6 958	13 916	41 747	607 812	1 215 625	3 646 875	155 216	310 433	931 298	n1
	-401	-1 605	-2 809	633 430	2 533 719	4 434 008	125 874	503 496	881 118	n2
	-1 259	-1 798	-3 597	12 486 584	17 837 976	35 675 953	933 654	1 333 791	2 667 582	m3/i,ii
	0	-86	-342	0	279 210	1 116 841	0	31 664	126 656	m3/iii
	-84	-111	-278	131 822	175 762	439 406	31 262	41 682	104 205	n3*
	-879	-6 150	-8 786	2 868 598	20 080 186	28 685 979	335 509	2 348 566	3 355 095	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM CO2			
	23 214	41 921	101 447	17 984 707	44 635 401	79 024 906	1 862 268	5 131 139	9 188 967	

38. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2025-ben, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

2025	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	41 192	205 961	288 345	2 741 636	13 708 182	19 191 455	612 612	3 063 060	4 288 284	m1
	15 784	78 919	110 487	1 378 818	6 894 092	9 651 729	352 107	1 760 535	2 464 749	n1
	-916	-4 582	-9 164	1 446 616	7 233 082	14 466 164	287 469	1 437 345	2 874 690	n2
	-1 749	-3 498	-6 996	17 349 265	34 698 530	69 397 059	1 297 249	2 594 498	5 188 996	m3/i,ii
	-333	-665	-2 495	1 086 242	2 172 485	8 146 818	123 186	246 373	923 898	m3/iii
	-316	-443	-949	499 325	699 055	1 497 976	118 415	165 781	355 245	n3*
	-2 008	-15 062	-20 082	6 556 795	49 175 965	65 567 953	766 879	5 751 591	7 668 788	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM CO2			
	51 653	260 630	359 146	31 058 699	114 581 390	187 919 153	3 557 917	15 019 183	23 764 650	

A miskolci esetből kiindulva, a korábbi számításoknál felhasznált elterjedési adatokat felhasználva, 2030-ra, csak a városi buszközlekedésben Magyarországon az NOx szennyezőre kb. 24,9 millió EUR (alacsony gázüzemű elterjedtség), illetve 99,7 millió EUR (magas gázüzemű elterjedtség) negatív externália megtakarítás várható (szemben a 30. táblázat 4,0; illetve 15,9 millió EUR értékeivel). Ugyanígy, a CO₂-re (az egyéb szénhidrogén-kibocsátással nem korrigálva) kb. 1,8 millió EUR (alacsony gázüzemű elterjedtség), illetve 7,3 millió EUR (magas gázüzemű elterjedtség) negatív externália megtakarítás várható (szemben a 32. táblázat 0,4; illetve 1,7 millió EUR értékeivel).

39. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2030-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent)

2030	low	medium	high	low	medium	high	low	medium	high	kategória
	133 886	312 400	446 285	8 911 051	20 792 453	29 703 504	1 991 153	4 646 023	6 637 176	m1
	49 296	115 024	246 479	4 306 310	10 048 056	21 531 548	1 099 697	2 565 959	5 498 483	n1
	-2 863	-9 543	-19 086	4 519 606	15 065 354	30 130 708	898 128	2 993 760	5 987 520	n2
	-2 513	-6 701	-10 051	24 924 296	66 464 789	99 697 184	1 863 653	4 969 742	7 454 613	m3/i,ii
	-797	-1 593	-4 780	2 600 862	5 201 724	15 605 173	294 953	589 907	1 769 720	m3/iii
	-496	-1 063	-2 126	782 942	1 677 733	3 355 465	185 675	397 875	795 750	n3*
	-5 648	-33 889	-45 185	18 440 987	110 645 920	147 527 894	2 156 847	12 941 080	17 254 774	n3+04
	SUM VOC			SUM NOx			SUM CO2			
	170 865	374 635	611 537	64 486 054	229 896 029	347 551 476	8 490 106	29 104 346	45 398 036	

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

Összességében kijelenthető, hogy mindez arra utal, hogy az 1.3.4.3. és az 1.3.4.4. fejezetekben közzétett, amúgy sem csekély externália megtakarításoknál is nagyobb hasznokat várhatunk a gázüzem terjedése során a valóságban, ha mért adatokra és a ténylegesen kiváltott motorokra (azaz nem mind EURO VI-os dízel) alapozzuk a számításokat.

RÖVIDÍTÉSEK ÉS FOGALMAK MAGYARÁZATA

- **Anti-driveaway switch:** Elhajtást blokkoló kapcsoló: biztonsági kapcsoló, mely megakadályozza a jármű beindítását mialatt az a töltő rendszerhez csatlakozik
- **Approval of a vehicle:** Jármű jóváhagyása: nem csak a típusbizonyítvány, de a tanker járművet megtöltő LNG terminál jóváhagyására is szükség van)
- **Automatic valve:** Automatikus szelep: solenoid tekercessel vagy pneumatikus módon működtetett gázszelep
- **Biomethane:** biometán: biomassza forrásból előállított biogáznak a leválasztott metán része. A biogáz jellemzően 20-60 % metánt tartalmaz, valamint szennyező anyagokat, vizet és inert, pl. CO₂ gázkomponenst. A káros összetevők és a víz leválasztása alapvetően szükséges a motorok üzemeltetésének hosszú távú biztosításához, valamint a megfelelő energiatartalom eléréséhez az inert komponensek eltávolítása. A gáztisztításra ún. biometanizáló, vagy purifikáló berendezést alkalmazunk
- **Break-away device:** törőszelep: a töltőoszlopon, vagy az üzemanyag-töltő csövön lévő biztonsági szelep, amely mechanikai hatás esetén (pl. jármű elhajtás csatlakoztatott töltőcsővel) elzárja a gáz áramlását
- **Compressed Natural Gas (CNG):** nagynyomású sűrített földgáz: szabvány szerint 15°C hőmérsékleten mérve 200 bar nyomású gáz. A palackokba tölthető nyomás a hőmérséklet függvényében változik. A járművek gáz rendszerének minden eleme az R110 szabványnak kell megfeleljen, mely szerint a nagynyomású komponenseket 300 bar felett kell kiállják a próbát. Léteznek 250 bar névleges nyomású, sziget üzemű alkalmazások is, pl. Nagy-Britanniában, ez esetben a jármű teljes rendszerét 1,25x próbanyomáson kell vizsgálni.
- **CNG station:** CNG töltőállomás: nagynyomású földgázt, vagy biogázt kiszolgáló kompresszorállomás
- **CNG dispenser:** CNG töltőoszlop: CNG üzemanyag kimérő szerkezet, amely a kompresszor berendezés által előállított nagynyomású gázt a töltőcsövön és töltőcsatlakozón keresztül a járműbe juttatja
- **Cryogenic:** kriogén: különösen hideg hőmérséklet, melynek célja az anyag halmazállapot változásának bekövetkezése
- **Cryogenic pump:** kriogén pumpa: kriogén folyadék (pl. LNG) átfejtésére szolgáló, nyomást előállító pumpa, tipikusan centrifugális (lehetőség szerint az LNG-tartályba történő átfejtésre használják), vagy dugattyús szivattyú (ezt jellemzően nagy nyomású elpárolgatatóba való továbbításra alkalmazzuk)
- **Cryogenic temperature:** kriogén hőmérséklet: az a hőmérséklet mely jellemzően -40°C alatti
- **Delivery pressure or fuelling pressure:** Szállítási vagy tankolási nyomás: az a nyomás melyen a gáz a jármű tartályába jut
- **Electronic control unit (ECU):** Elektronikus szabályozó eszköz: az az eszköz mely szabályozza a motor üzemanyag ellátását és más motor vezérlő funkciókat, paramétereket, valamint automatikusan lezárja az automatikus szelepet ha az biztonságilag szükséges
- **Excess flow valve (excess flow limiting device):** átáramlást szabályozó szelep: eszköz mely automatikusan lekapcsolja vagy korlátozza a folyadékáramlást, ha az meghaladja az

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

előre beállított értéket

- **Externália:** Egy gazdasági szereplő tevékenysége következtében felmerülő káros vagy előnyös, nem szándékosan okozott, hatás(ok), amely(ek) piaci ellentételezés nélkül befolyásolják egy másik gazdasági szereplő helyzetét. Az externália számítás nem önmagában szolgáltat eredményt, hanem mindig valamihez képest: azaz jelen esetben arra adunk a számítást, hogy milyen externális pénzüsszegek megtakarítása várható a CNG-LNG meghajtások várt terjedése során.
- **Externália csökkenés:** környezetterhelés-megtakarítás, amelyet jelen esetben az egyes CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor érhetünk el
- **Filling:** töltés: az a művelet amely az cseppfolyósított földgáz szállítmánynak, a tankerjárműből az LNG tartályba történő átfertését foglalja magába
- **Filling unit or receptacle:** töltő eszköz, csatlakozó: jármű töltőcsatlakozójára illeszkedő eszköz a töltőcső végén, amelyet jármű üzemanyag tartályának megtöltésére használnak
- **Filter:** szűrő: védő szűrő mely eltávolítja az idegen hulladékokat/törmeléket a gázból valamint a folyadékáramból
- **Fitting:** csövezésben, vagy védőberendezésben használt kötőelem
- **Fuel rail:** üzemanyag szállító-elosztó: nagynyomású cső, mely ellátja az üzemanyag befecskendező szelepeket
- **Fuelling:** tankolás: üzemanyag ellátása a töltőoszloptól a jármű üzemanyag tartályáig
- **Fuelling pressure or delivery pressure:** tankolási nyomás: az a nyomás melyen az üzemanyag járműbe töltése történik
- **Gas/air mixer:** gáz-levegő keverő: gázbefúvó, mely a motor szívócsövében a megkívánt üzemanyag/levegő arány bekeverésére hivatott
- **Gas flow adjuster:** gáz áramlás szabályozó: gáz áramlást szabályzó eszköz a motorban
- **Gas injector:** gáz befecskendező: a gáz üzemanyag szívócsőbe, vagy égéstérbe befúvását végző szelep
- **Gas supply device:** Gáz üzemanyag ellátó berendezés: a szükséges gáznyomást és – mennyiséget biztosító egység
- **Gas-tight housing:** szoros gáz csőkötés: szivárgás-mentes csőkötés
- **Heat exchanger/Vaporizer:** hőcserélő/elpárolgató: olyan berendezés, amely a kriogén folyadék halmazállapotból környezeti hőmérsékletre emelt gáz halmazállapotot állít elő, így LCNG töltőállomáson LNG-ből CNG-t, LNG járműben LNG-ből kisnyomású gázt
- **Inner vessel or inner tank:** belső tartály: a duplafalú üzemanyag tartály belső tároló része
- **Liquefied Natural Gas (LNG):** cseppfolyósított földgáz: kriogén folyadék halmazállapotú földgáz, mely hőmérsékletének 1 bar nyomáson -161.7°C -ra csökkentésekor következik be. Ekkor az LNG mintegy 610-szeres sűrűséget ér el a normál gáz légköri nyomásához viszonyítva
- **LNG and LCNG station:** LNG és LCNG töltőállomás: olyan töltőállomás, mely az LNG tartályból az LNG és a CNG üzemanyagtartállyal szerelt járművek töltésére egyaránt képes
- **LNG dispenser:** LNG töltőoszlop/kútoszlop: LNG üzemanyag kimérő szerkezet
- **LNG filling receptacle or LNG fuelling receptacle:** LNG töltő csatlakozó: csatlakozó fej egység amely a töltőoszlop tömlőjét a jármű tartályának töltőcsőjéhez kapcsolja. Három eltérő kialakítás létezik, ezek kompatibilitása biztosított
- **LNG fuelling nozzle or LNG nozzle:** LNG töltőcső: Az LNG tartály töltőcsője lehetővé teszi a biztonságos és gyors kapcsolódást, szétválasztást
- **LNG fuel pump:** LNG üzemanyag pumpa: Feladata a jármű motorjának üzemanyagigényét

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

kielégítő üzemanyag mennyiség szállítása a tartályból a befecskendező szelepek felé

- **LNG station:** LNG töltőállomás: a földgáz cseppfolyósított állapotában a jármű tartályába kimérni alkalmas üzemanyagtöltő állomás
- **LNG storage tank:** LNG tároló tartály: rendkívüli szigetelésű tartály, esetenként kiegészítő kriogén nitrogén hűtéssel kondicionált tartály, mely az LNG üzemanyagot lehetőség szerint veszteség nélkül képes tárolni
- **LNG system:** LNG rendszer
- **LNG tanker:** LNG tartálykocsi: LNG szállítására szolgáló, rendkívüli szigetelésű tartályjármű
- **LNG vehicle tank:** LNG jármű üzemanyag tartály: vákuum és perlit szigetelésű üzemanyag tartály, CNG palackokkal azonos módon, az R110 szabványnak kell megfelelnie
- **LCNG station:** LCNG töltőállomás: LNG tartályból CNG járműveket kiszolgáló töltőállomás. A cseppfolyósított földgázt nagynyomású elpárologtató berendezésen keresztül szivattyúval átvéve, a földgáz hőmérséklet hatására felmelegszik ($>-40^{\circ}\text{C}$) és tágulás helyett első sorban nyomás növekedésen megy keresztül, felvéve a CNG szabvány szerinti nyomását
- **Manual valve:** Manuális szelep: azaz kézzel nyitható és zárható gázcsap
- **Monetizálás:** valaminek a pénzben való kifejezése, jelen esetben a benzin és gázolaj hajtóanyagok CNG/LNG-re való cseréje során fellépő kármérték csökkenés pénzben történő kifejezését jelenti
- **Natural gas:** Földgáz: fosszilis eredetű, nagyrészt metán tartalmú gáz. Pontos összetevőit a gázmezők határozzák meg és befolyásolják azok az átadó pontok, amelyeken a földgáz keresztül halad
- **Non-return valve or check valve:** Egyirányú szelep: automatikus szelep mely a gáz/ folyadék áramlását csak egy irányban engedi
- **Operating temperatures:** Működési hőmérséklet: az a hőmérséklet tartomány, amelyben a rendszert működtetni lehet
- **Outer vessel or outer jacket:** Külső tartály héj: az LNG tartálynak a külső része, amely a külső mechanikai igénybevétel felvételére szolgál, illetve a külső és belső tartályrész között a szigetelő anyagot, illetve vákuumot megtartja
- **Pressure:** Nyomás: a légköri nyomáshoz (vagy más viszonyítási rendszerhez) mért relatív nyomás
- **Pressure regulator:** Nyomás szabályozó: a nyomás szabályzó berendezés mindig a kívánt nyomás tartományban állítja elő a gáznyomást
- **Pressure relief valve (discharge valve):** Nyomáscsökkentő szelep: a gáztartály hőmérséklet emelkedés hatására felépülő túlnyomását korlátozó szelep, mely a biztonsági határnyomás elérése esetén kinyit és a határnyomás elérésekor bezár
- **Pressure sensor/indicator:** Nyomás érzékelő/jelző: nyomásmérő és kijelző egység
- **Pressurization:** Nyomás fokozás: a megkívánt üzemi nyomás előállítása
- **Rigid fuel lines:** Merev üzemanyag vezeték: a nem hajlékony, üzemanyag szállítására szolgáló csővezeték
- **Safety distance:** Biztonsági távolság: mely elsősorban a töltőállomások, gáztartályok (és más gyúlékony anyagot tartalmazó tartályok) körül alkalmazandó biztonsági sávokat jelölik ki
- **Saturation pressure:** Gőz nyomás: az LNG tartályban a cseppfolyósított üzemanyag felszíne a hőfelvétel következtében gőzölög. A cseppfolyós rész felszíne feletti gőz halmazállapotú gáz nyomás alá kerül, ez a gőznyomás. Az LNG járműtartályok 16-18 bar

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

nyomásig melegedhetnek, ennek elérése esetén a nyomáscsökkentő szelep kinyit

- **Service pressure or Operating pressure:** Működési nyomás: az a nyomás, amelyet a jármű tartályának töltésénél alkalmaznak
- **Service valve:** Szerviz szelep: gáz lezáró szelep mely csak a jármű szerelésénél van zárt állapotban
- **Tank (or vessel):** Tartály: LNG tároló tartály
- **Type of tank:** Tartály típus
- **Valve:** Szelep
- **Vehicle type:** Jármű típus
- **Venting:** Szellőzés: Nem várt esemény bekövetkezésekor a gáz kiengedése a légkörbe annak érdekében, hogy ne alakuljon ki veszélyes tartálynyomás
- **Venting system:** Szellőztető rendszer: A gáz kiengedését kontrollált körülmények között lehetővé tevő rendszer, részei a nyomáscsökkentő szelep és a csövezés.
- **WTT:** well-to-tank elemzés: Üzemanyagokra vonatkoztatott életcikluselemzés, amely az üzemanyag „útját” vizsgálja a kitermeléstől a töltőállomásig (szállítás, finomítás, stb.) energiafelhasználás és emissziók szempontjából.

DIAGRAM JEGYZÉK

1. Diagram: Egységnyi energiaadó támogatásra eső ÜHG megtakarítás Forrás: Schmidt et al., 2012.	13
2. Diagram: A nemzetgazdaság bruttó hozzáadott értékének* és a légszennyező anyagok kibocsátásának volumenváltozása (1995=100,0) *2005-ös áron számítva Forrás: KSH, 2014.....	20
3. Diagram: Nemzetgazdasági ágak üvegházhatási gáz kibocsátása (ezer tonna CO ₂ ekvivalens) Forrás: KSH, 2015.....	22
4. Diagram: Üvegházhatású gáz kibocsátás megoszlása a főbb nemzetgazdasági ágazonként 2013-ban Forrás: KSH, 2015	22
5. Diagram: A nemzetgazdaság üvegházhatású gáz kibocsátásának megoszlásának alakulása összetevők szerint Forrás: KSH, 2012	23
6. Diagram: Savasodást okozó gázkibocsátás főbb nemzetgazdasági áganként (tonna SO ₂ -ekvivalens) Forrás: KSH, 2015	24
7. Diagram: Savasodást okozó gázkibocsátás főbb nemzetgazdasági ágazati megoszlás 2013-ban Forrás: KSH, 2015	24
8. Diagram: Nemzetgazdasági ágak ózon prekursor kibocsátása (tonna NMVOC ekvivalens) Forrás: KSH, 2015.....	26
9. Diagram: Nemzetgazdasági ágak nitrogén-oxidok (NO _x) kibocsátása [tonna] Forrás: KSH, 2015.....	27
10. Diagram: A nemzetgazdasági ágak 10 µm alatti szállópor (PM 10) kibocsátása [tonna] Forrás: KSH, 2015.....	29
11. Diagram: A nemzetgazdasági ágak 2,5 µm alatti szállópor (PM 2,5) kibocsátása [tonna] Forrás: KSH, 2015.....	30
12. Diagram: Elhalálozási arányok a főbb betegségcsoportok szerint 2014-ben Forrás: KSH, 2015	37
13. Diagram: Légúti betegségek aránya. Forrás: BÁNOS, 2012.....	47
14. Diagram: COPD krónikus obstruktív légzőszervi betegségek aránya Forrás: BÁNOS, 2012.....	47
15. Diagram: Asztmatikus megbetegedések Forrás: BÁNOS, 2012.....	48
16. Diagram: Magyarország bruttó energiafelhasználása energiahordozók szerint Forrás: Eurostat ..	51
17. Diagram: Európai Unió országainak energiafüggősége (2014) Forrás: Eurostat.....	52
18. Diagram: Magyarország primer energiahordozók szerinti importfüggősége Forrás: Eurostat, Földgázszállító Zrt.	52
19. Diagram: Spot-TTF gázár és Brent olajár változásai Forrás: World Bank, Elexys	55
20. Diagram: WTT LNG útvonalak fajlagos energiaigénye	77
21. Diagram: WTT CNG útvonalak fajlagos energiaigénye	77
22. Diagram: WTT LNG útvonalak fajlagos ÜHG kibocsátása	79
23. Diagram: WTT CNG útvonalak fajlagos ÜHG kibocsátása	80
24. Diagram: CNG-LNG meghajtással várhatóan elkerülhető helyi légszennyezési externáliák Magyarországon, projekció az alacsony, a közepes és a magas elterjedés forgatókönyvei alapján (EUR/év, diszkontálatlan értékek)	89
25. Diagram: CNG-LNG meghajtással várhatóan elkerülhető globális légszennyezési externáliák Magyarországon, projekció az alacsony, a közepes és a magas elterjedés forgatókönyvei alapján (EUR/év, diszkontálatlan értékek)	92
26. Diagram: CO ₂ -kvóta megtakarításokból származó bevételek különböző forgatókönyvek szerint .	93

ÁBRA JEGYZÉK

1. Ábra: Benzin üzemű gépjárművek kibocsátási határértékének trendje Forrás: Ayala et al., 2009 ..	15
2. Ábra: Dízel üzemű teherjárművek kibocsátási határértékének trendje Forrás: Ayala et al., 2009...	15
3. Ábra: Az egészségi állapot és a gazdaság kölcsönhatása makroszinten Forrás: Kollányi, 2001.....	38
4. Ábra: Olajár múltbeli és várható alakulása IEA középtávú előrejelzése alapján.....	56
5. Ábra: Magyarország kőolajvezetékei Forrás: Lechner Lajos Tudásközpont.....	57
6. Ábra: Magyarország földgázvezetékei [3]	58

TÁBLÁZAT JEGYZÉK

1. Táblázat: Európai országok csoportosítása légszennyezettség szerint WARD eljárással Forrás: BÁNOS, 2012	36
2. Táblázat: Az asthma bronchiale morbiditási adatainak alakulása Forrás: Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet, 2015.....	43
3. Táblázat: A regisztrált asztmások etiológiai és területi megoszlása Forrás: Országos Korányi TBC és Pulmonológiai Intézet, 2015.....	44
4. táblázat. Fosszilis energiahordozó exportőrök az EU-ba [Eurostat].....	54
5. Táblázat: Éves nem megszakítható kapacitások a határkeresztező pontokon	58
6. Táblázat: WTT számításban használt GWP értékek	60
7. Táblázat: HU-ING-CNG útvonalra vonatkozó számítás.....	62
8. Táblázat: HU-ILNG útvonalra vonatkozó számítás	64
9. Táblázat: HU-ILNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás	65
10. Táblázat: HU-HNG-LNG útvonalra vonatkozó számítás.....	66
11. Táblázat: HU-HNG-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás	67
12. Táblázat: HU-HDG-LNG útvonalra vonatkozó számítás.....	68
13. Táblázat: HU-HDG-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás	69
14. Táblázat: HU-HSG_A-LNG útvonalra vonatkozó számítás	70
15. Táblázat: HU-HSG_A-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás.....	71
16. Táblázat: HU-HSG_R-LNG útvonalra vonatkozó számítás	73
17. Táblázat: HU-HSG_R-LNG-CNG útvonalra vonatkozó számítás.....	74
18. Táblázat: Vizsgált útvonalak összefoglaló táblázata.....	75
19. Táblázat: WTT energia igények számítási eredménye	76
20. Táblázat: WTT ÜHG kibocsátás számítási eredmények.....	79
21. Táblázat: Járműforgatókönyvek kategóriák szerint, 2020, 2025 és 2030 évekre Magyarországon (átvett adat).....	82
22. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek fajlagos kibocsátás értékei, EURO 6-os szabványnak megfelelő (g/km) (átvett adat).....	83
23. Táblázat: Dízel meghajtású járművek fajlagos kibocsátás értékei, EURO 6-os szabványnak megfelelő (g/km) (átvett adat).....	84
24. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek fajlagos előnye az EURO 6-os szabványnak megfelelő dízel meghajtású járművekkel szemben (g/km); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi	85
25. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2020-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi	86
26. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2025-ben Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi	86
27. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2030-ban Magyarországon (tonna/év); a negatív érték a CNG-LNG meghajtás hátrányát jelzi	86

1.3. Elterjedéssel járó externáliák, azaz környezeti és társadalmi hatások alakulása

28. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2020-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	87
29. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2025-ben, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	87
30. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2030-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	88
31. Táblázat: A CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú globális környezeti megtakarítások CO ₂ -egyenértékben Magyarországon (CH ₄ és CO ₂ együtt; tonna/év).....	90
32. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető globális légszennyezési externáliák Magyarországon (EUR/év)	91
33. Táblázat: CNG-LNG meghajtású járművek reálisan előnye az EURO 4-es szabványnak megfelelő dízel meghajtású járművekkel szemben (g/km) Miskolcon.....	94
34. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2020-ban Magyarországon (tonna/év);	94
35. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2025-ben Magyarországon (tonna/év).....	95
36. Táblázat: A miskolci mérés alapján a CNG-LNG meghajtás forgatókönyvek megvalósulásakor keletkező abszolút nagyságú helyi környezeti megtakarítások 2030-ban Magyarországon (tonna/év).....	95
37. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2020-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	96
38. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2025-ben, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	96
39. Táblázat: CNG-LNG meghajtással elkerülhető helyi légszennyezési externália 2030-ban, Magyarországon (EUR/év) (a negatív érték externália-többletet jelent).....	96

REFERENCIA JEGYZÉK