



**A földgázüzemű közlekedés hatékonyságáról,
lehetőségeiről
szóló átfogó elemző tanulmány**

Budapest 2010.

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	3
MOBILITÁS ÉS KÖRNYEZET	5
FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS	6
KÖZLEKEDÉSI KÖRNYEZETVÉDELEM	7
A LÉGSZENNYEZŐK EGÉSZSÉGI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI	16
A GÉPKOCSIK KÖRNYEZETVÉDELMI ESZKÖZEINEK FEJLŐDÉSE	19
HOGYAN CSÖKKENTI A KATALIZÁTOR A LÉGSZENNYEZÉST?	19
MIÉRT HASZNÁLJUNK ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOKAT?	26
A GÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEK HELYZETE EURÓPÁBAN, MAGYARORSZÁGON	27
A FÖLDGÁZÜZEMŰ AUTÓZÁS HELYZETE MAGYARORSZÁGON	32
ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOK HELYZETÉNEK BEMUTATÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FÖLDGÁZ ALAPÚAKRA	51
LPG ÉS CNG JELLEMZŐI	150
A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÁSA	160
A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG TÁROLÁSA	164
A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG SZÁLLÍTÁSA	177
A FÖLDGÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEK ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI	184

A GÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEKKEL KAPCSOLATOS JOGSZABÁLYOK ÁTTEKINTÉSE	197
AUTÓGÁZ TÖLTŐÁLLOMÁS ÉPÍTÉSÉNEK ÉS ÜZEMELTETÉSÉNEK SZABÁLYAI	211
MEGTÉRÜLÉSI SZÁMÍTÁSOK	213
CNG ÜZEMŰ JÁRMŰVEK ALKALMAZÁSÁNAK GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLATA	219
AJÁNLÁSOK A GÁZÜZEMŰ KÖZLEKEDÉS VONZÓBBÁ TÉTELÉRE MIND A MAGÁN, MIND PEDIG A TÖMEGKÖZLEKEDÉS VISZONYLATÁBAN	229

ELŐSZÓ

Az élet csak energiával tartható fenn. Energiaigényünket jórészt fosszilis energiahordozók elégetésével elégítjük ki. Az ekkor keletkező égéstermékek a környezeti levegő minőségét, üvegházhatású komponensei pedig a globális klímaváltozást befolyásolják. Az égéstermékek felhalmozódása a légköri hőmérséklet korábbi időszakoknál nagyobb mértékű emelkedésével jár. A klímaváltozás miatt a földi jégtakaró olvadásnak indul, ami tengerszintemelkedést és áradásokat okoz. Az áradások fokozzák a talajeróziót, ami csökkenti a földi élet növényi és vízi tartalékait.

A fosszilis égéstermékek okozta üvegházhatás növekedéséhez a gépjárművek CO₂ (széndioxid)-kibocsátása is hozzájárul. A gépkocsikat hajtó tüzelőanyagok minden literéből 2,4.2,8 kilogramm CO₂ keletkezik. Egy átlagos gépkocsi évente a saját tömegének háromszorosát kitevő tömegű CO₂-emisszióval növeli a légkörben az üvegházhatású gázok mennyiségét.

A szennyezett levegő növeli a légúti és egyéb megbetegedések kockázatát.

A légszennyező anyagok nemcsak életminőségünket, a környezetet, gazdaságunkat és gyermekeink jövőjét károsítják, hanem hosszabb távon magát a földi életet is

veszélyeztetik. Magyarország gépjárműállománya 2015-re várhatóan 4 millióra nő. A gépjárműállomány szállítási teljesítményének növekedésével ma más ágazatokénál nagyobb mértékű CO₂-kibocsátás növekedés jár együtt.

Az üvegházhatású gázok kibocsátásának nemzetközi szintű korlátozása keretében Magyarország vállalta, hogy a gazdasági tevékenységekből eredő összes szén-dioxid-kibocsátás 2000-ben és azt követően nem haladja meg az 1985-1987 közötti bázisidőszak átlagos évi kibocsátási szintjét. A 2008-2012 közti időszakra pedig, a kiotói találkozón a bázisidőszakhoz képest 6%-os csökkentést vállaltunk.

E célok végrehajtása minden hazai állampolgár kötelessége. A közlekedés területén is. A gépjárműgyártók, a maguk kötelezettségének a jelenleginél takarékosabb és környezetkímélőbb járművek kifejlesztésével és gyártásával tesznek eleget, ideértve a járművek tömegének csökkentését, alternatív tüzelőanyagok és hajtások bevezetését is. Mi utasok és járművezetők, ésszerű magatartással és környezetbarát közlekedési mód választásával járulhatunk hozzá környezetünk védelméhez és jövőnk megalapozásához.

MOBILITÁS ÉS KÖRNYEZET

A politikának a gazdaság és a közlekedési teljesítmények egymással összehangolt növekedését a fenntartható fejlődés eszközeivel kell szolgálnia, hiszen a megfelelő közlekedési infrastruktúra javítja, a hiányos pedig, akadályozza a gazdaság fenntartható növekedését.

Forgalmi elemzések szerint a gépkocsik mobilitására (mozgékonyságára) jellemző átlagos járműhasználat évtizedek óta változatlan: napi három utazásból áll. Napi időmérlegünkben a közlekedésre fordított idő évek óta folyamatosan nő, mindeközben az éves átlagos futás csak lassan változik. Ez csak akkor állhat fenn, ha az átlagsebesség csökken, ami a városi közlekedésben sajnos igaz is.

Belső égésű motorral hajtott gépkocsival lassan haladni olyan drasztikus károsanyag-kibocsátással jár, aminél rosszabb csak az akadályoztatott körülmények közötti agresszív vezetés, állj és indulj (stop and go) igénybevétel lehet, különösen hideg motorral, télidőben. Hogyan csökkenthetjük környezetünk közlekedési terhelésnövekedését? A főlös közlekedési szükséglet (az ésszerűtlen gépjárműhasználat) visszafogásával és környezetbarát közlekedési mód választásával (például egyéniről tömegközlekedésre váltással). Megfigyelhető, hogy a közlekedési szükséglet csökkentésére törekvő építészet a rövid utak városává formálja a városszerkezetet. Ez, és a hozzá hasonló megoldások azonban

csak hosszú távon eredményesek. Vajon rövid távon is tehetnek-e valamit a járműtulajdonosok a környezet védelméért? Nem is keveset.

FENNTARTHATÓ FEJLŐDÉS

A jövő fejlesztései csak „fenntartható” szempontú fejlesztésirányítással uralhatók. Fenntartható az a fejlődés, amely a mai generáció szükségleteit az elkövetkező generációk jövőbeli lehetőségeinek korlátozása nélkül elégíti ki. Úgy, hogy a legkisebb térségektől bolygónkig bezárólag, ma és a jövőben is, érdemes legyen élni, a természeti források veszélyeztetése nélkül. A fenntartható közlekedésnek tehát, a mai generáció közlekedési szükségleteit az elkövetkező generációk jövőbeli lehetőségeinek korlátozása nélkül kell teljesíteni. Ez azonban távolról sem egyszerű feladat. A „sustainable mobility”-t, azaz a „fenntartható mobilitás”-t, negatív hatások nélkül megvalósítani ugyanis eddig sehol sem sikerült.

A fenntartható közlekedésnek, miként a fenntartható fejlődésnek is határt szab a Föld korlátozott teherbíró képessége. Ráadásul a környezetszennyezés nem ismer országhatárokat. Ezért a közlekedés káros környezeti hatásainak jelentős mérséklése csak nemzetközi együttműködésben valósítható meg.

Mindennapi döntéseinket ezért a globális környezetvédelem szempontjainak figyelembevételével kell meghoznunk.

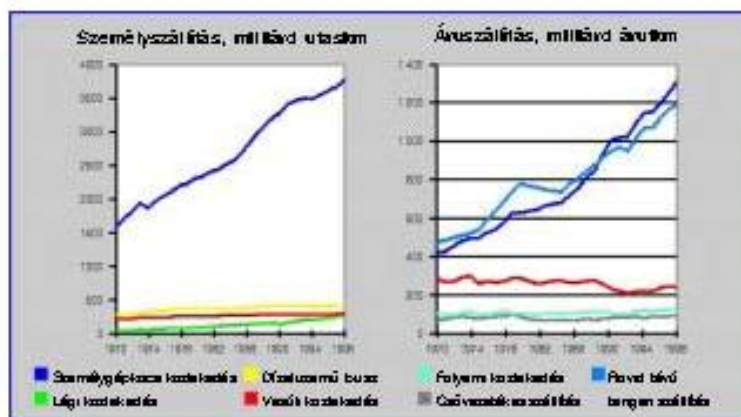
KÖZLEKEDÉSI KÖRNYEZETVÉDELEM

A közlekedés a gazdaság vérkeringése mind a személyek, mind az áruk szállításában. A közlekedési eszközök kölcsönhatásban állnak a természeti és az emberi környezettel. A közlekedés környezeti hatásait képünk szemlélteti.



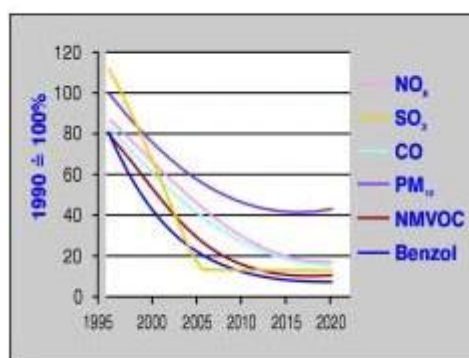
A közlekedés környezeti hatásai

A közlekedés szállítási teljesítményei világszerte jelentősen növekednek.



Az Európai Unió (EU) szállítási teljesítményeinek alakulása az elmúlt három évtizedben

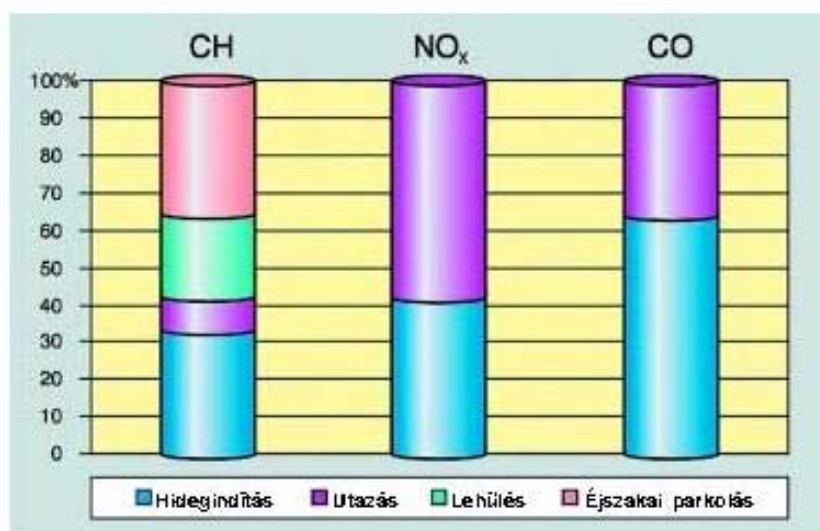
A motorizációban fejlett országokban az éves összes futás (összes jármű által megtett összes km) növekedése ellenére egyre csökkenő károsanyagkibocsátást realizálnak, illetve prognosztizálnak. Az EU közúti közlekedési eredetű légszennyező emisszióinak a következő évtizedekben várható alakulását az ábra szemlélteti.



Az EU közúti közlekedési eredetű légszennyező emisszióinak a következő évtizedekben várható alakulása

Vannak azonban kedvezőtlen tendenciák is. A közlekedési szokások például az utóbbi években környezetvédelmi

szempontból meglehetősen rossz irányba változtak. A járműveiket ugyanis egyre többen mind rövidebb utakra veszik igénybe. Ma az európai gépkocsiforgalom több mint fele 6, 10%-a pedig 1 kilométernél is rövidebb útszakaszokból áll. Az indítást követően a légszennyezés nagy, mert a károsanyag-kibocsátást csökkentő szerkezetek még nem melegedtek fel üzemi hőmérsékletükre. Az egyre rövidebb utakból álló átlagos városi utazások légszennyezésének nagy része a bemelegedés során keletkezik. Amíg a hideg motor bemelegedéskor keletkező CO-emissziója 30 g, a felmelegedett motorral megtett utazásra eső emisszió alig 15 g. Kedvezőtlen az is, hogy bár a korszerű gépkocsik üzemmelegv állapotú motoremissziói az utóbbi években nagyságrenddel csökkentek, indítási emisszióik alig változtak.



Az egy utazásra eső károsanyag kibocsátások alakulása

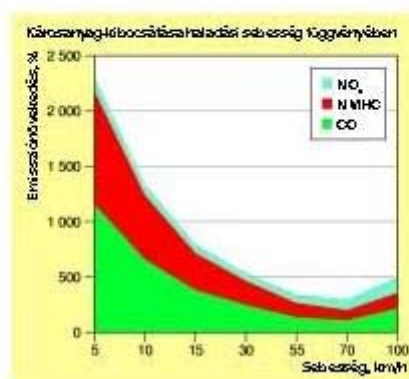
A járműmotor leállítása után a gépkocsi viszonylag lassan, mintegy háromnegyed óra alatt hűl le. A lehűlés során a még meleg motor üzemanyagából számottevő szénhidrogén-

párolgási emisszió keletkezik. A 45 perces lehűlést követő újraindításkor ismét fokozott mennyiségű hidegindítási emisszió jelentkezik. Amit szinte mindig elfelejtünk: a párolgás minden hőmérsékleten lejátszódó fizikai folyamat. Ennek megfelelően az üzemanyag a gépkocsi parkolása során is párolog. A parkolási emisszió a parkolás időtartamával és a külső hőmérséklettel arányosan nő.

A fentiek értelmében a gépkocsik három forrása szennyezi a levegőt: a motor (az égéstermékek kipufogásával), az üzemanyag-ellátó rendszer (a saját párolgásával) és az üzemanyag-ellátó rendszer feltöltése (a tankolás), amely a párologó szénhidrogének levegőbe kerülésével jár együtt.



A gépkocsi emissziós forrásai

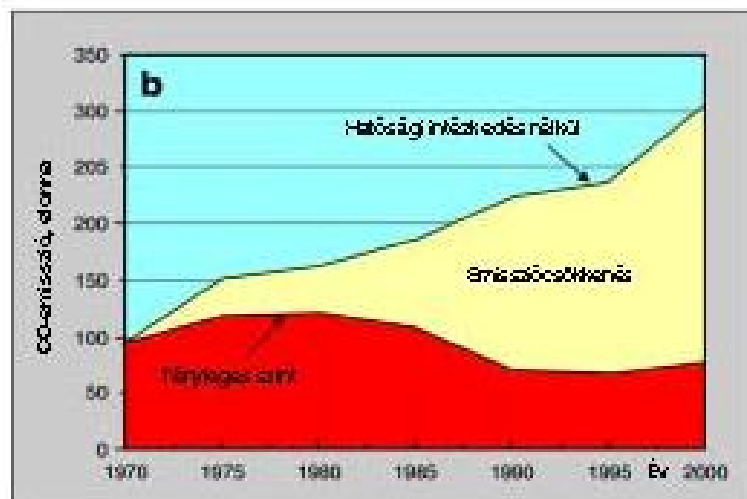
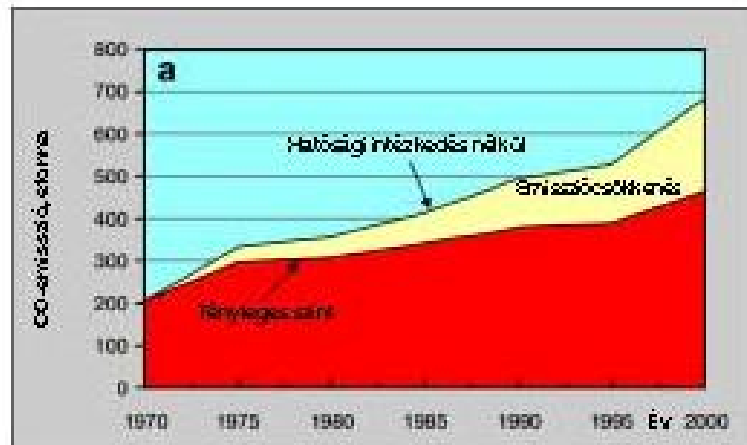


A gépkocsi jellemző károsanyag kibocsátása a hajtási sebesség függvényében

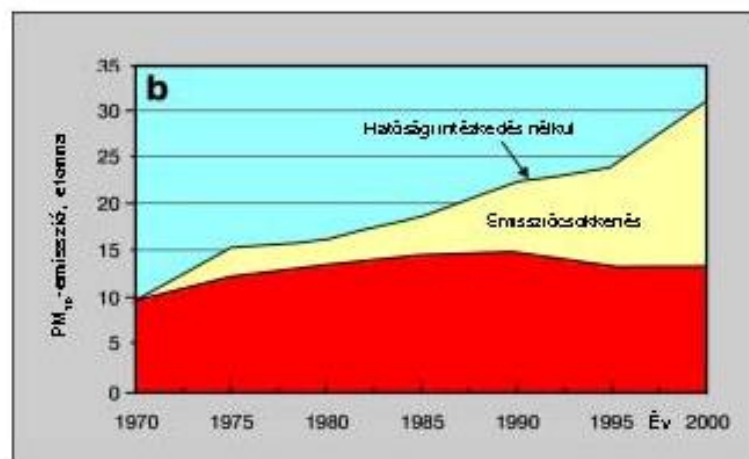
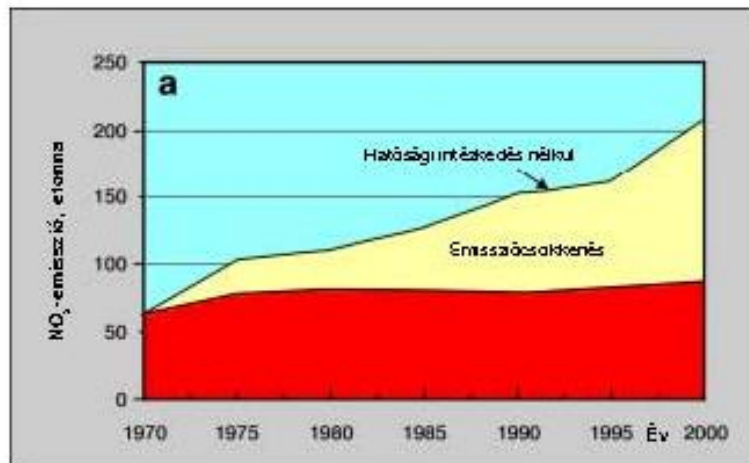
A gépkocsik légszennyező hatása jelentősen függ haladási sebességének megváltozásától, a jármű felgyorsításától. A nagyon kis haladási sebesség környezetvédelmi szempontból kedvezőtlenebb a közepes tempójú haladásnál.

A közlekedés szerepe Magyarország összes levegőszennyezésében a szennyezőanyag-fajtától függően változó. A szén-monoxid-kibocsátás döntő részben (62%) a közlekedésből származik, és meghatározó (55%) a közlekedési NO_x szennyezés is. Az üzemanyagok minőségét javító intézkedések eredményeként ma már nincs ólomszennyezés, és csekély mértékű a közlekedési eredetű SO₂-kibocsátás.

A közlekedés okozta levegőszennyezés csökkentése, megfelelő gazdasági és piaci feltételek esetén, főképp a környezetkímélő járműállományhányad növekedésének ösztönzésével, azaz az új járműbeszerzés gyorsításával és a járműüzemeltetés minőségének javításával érhető el.

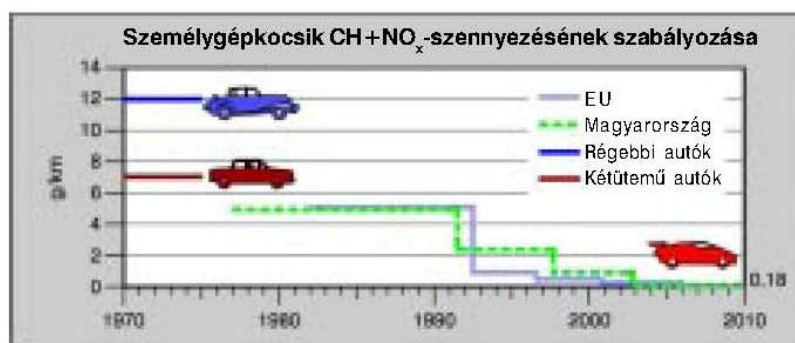


A magyar közlekedés CO (a) és CH emisszióinak (b) alakulása az elmúlt három évtizedben

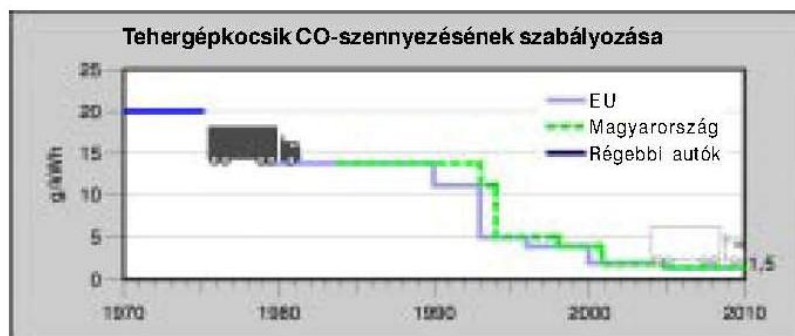


A magyar közúti közlekedés NO_2 (a) és PM_{10} emissziójának (b) alakulása az elmúlt három évtizedben

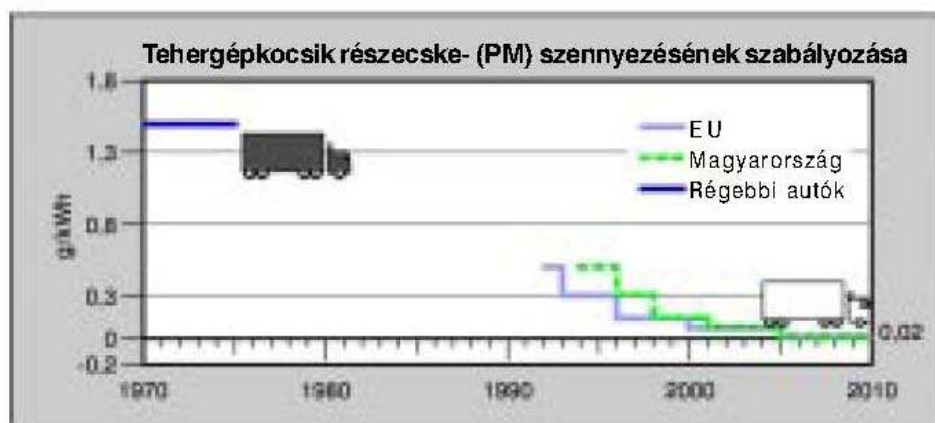
Amint a következő diagramokból kitűnik, a közlekedési környezetvédelmi intézkedések hazánkban is eredményesen mérséklék a járművek károsanyagkibocsátását.



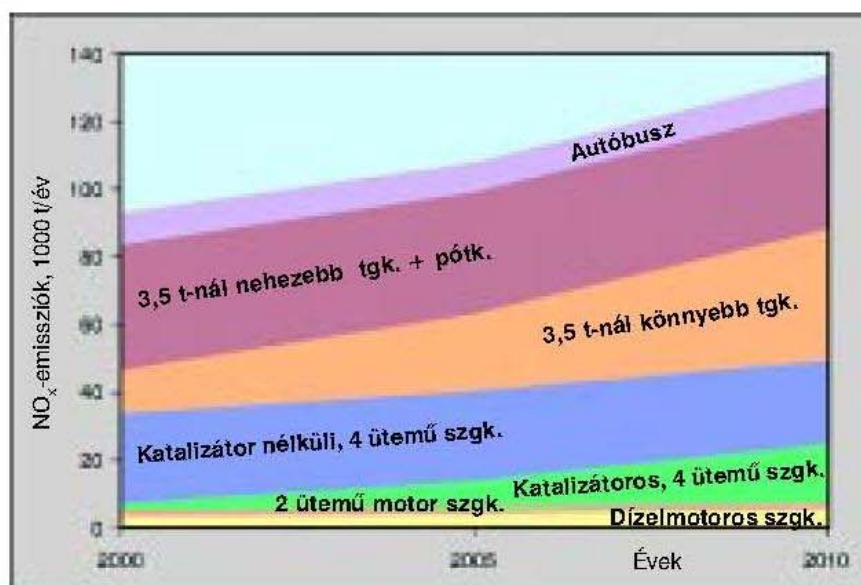
A hazai új személygépkocsik CO- és CH-kibocsátásának alakulása a jogi szabályozás hatására



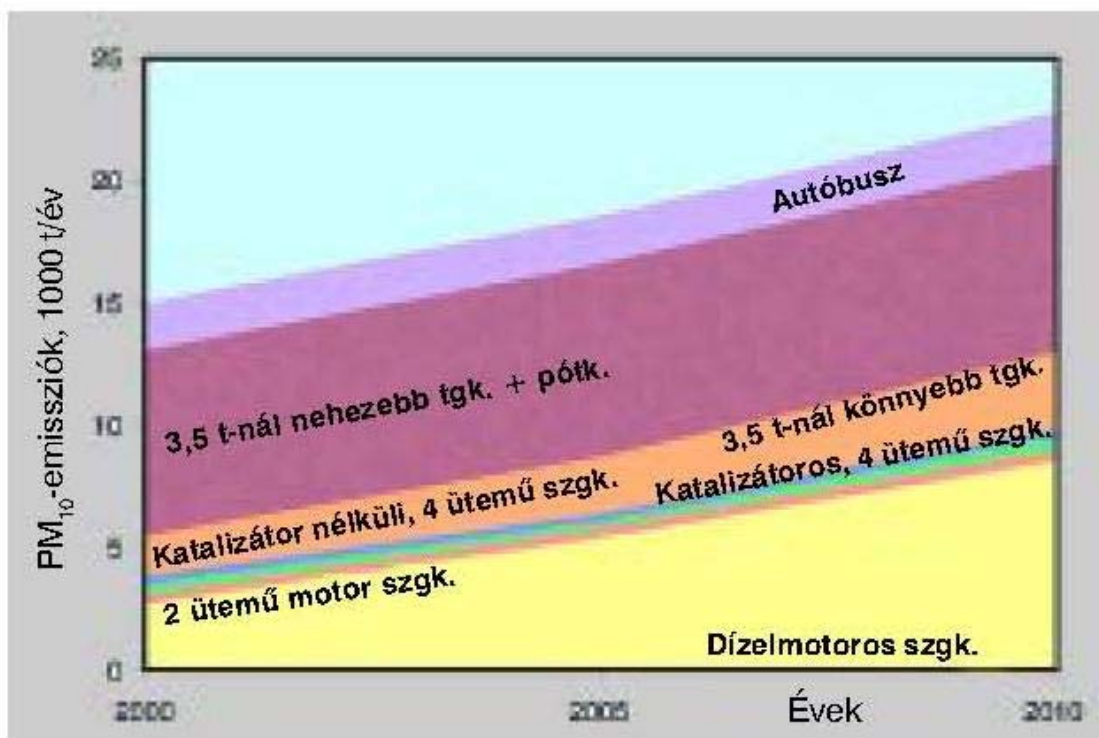
A hazai új tehergépkocsik CO- és CH-kibocsátásának alakulása a jogi szabályozás hatására



A hazai új tehergépkocsik NO_x és PM_{10} -es részecske-kibocsátásának alakulása a jogi szabályozás hatására



A hazai gépkocsik NO_x -kibocsátásának alakulása 2010-ig



A hazai gépkocsik PM₁₀-kibocsátásának alakulása 2010-ig

A közúti közlekedés a mai állapotában azonban nem környezetkímélő, ezért nem is fenntartható. Ugyanakkor a személy- és áruszállítási igények szabályozással legfeljebb kismértékben korlátozhatók. A közlekedés fenntartása, az autózás szabadságának megtartása érdekében egyre több jelentőséget kap az értelem, a meggyőzés és az ésszerűség.

A LÉGSZENNYEZŐK EGÉSZSÉGI ÉS KÖRNYEZETI HATÁSAI

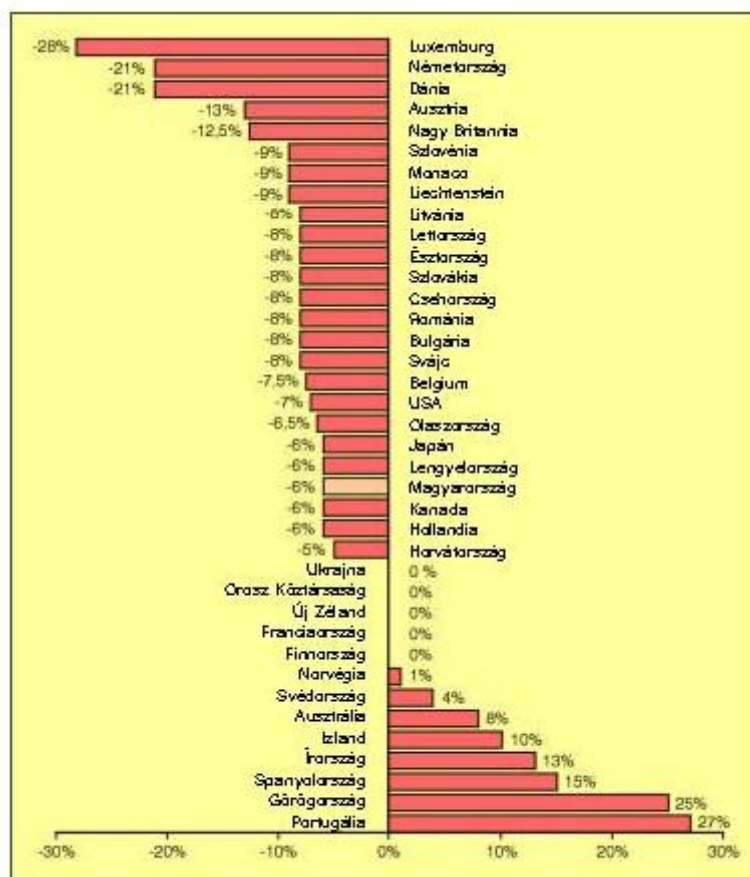
A levegőszennyeződés nemcsak magas koncentrációban, hanem rövid ideig tartó akut vagy krónikus terhelésként is

káros. A kedvezőtlen körülmények esetén kialakuló alacsony, de tartós koncentrációk is komoly környezeti és egészségügyi károkat okoznak. A rövid krónikus hatások légúti és egyéb szerveinket károsíthatják, sőt bizonyos összetevők rákkeltők. Ugyanakkor talaj- és vízszennyező hatásuk az állat- és növényvilág biológiai sokszínűségét, a természetet is veszélyezteti. Az ártalmak hatásmechanizmusai teljes körűen még ma sem ismertek. Az azonban bizonyos, hogy jelenlétük növeli az allergiás és rákos megbetegedések kockázatát. A kutatások azt mutatják, hogy az utóbbi idők savas esői és azok talajelsavanyító hatása mögött is a levegőszennyeződések tartós jelenléte mutatható ki.

A közlekedés levegőszennyezése arányos a tüzelőanyag-fogyasztással, a tüzelőanyag-fogyasztás pedig egyenesen arányos a CO₂ kibocsátással, amelynek Magyarországon közel egyötöde a közúti közlekedésből származik.

Az Európai Autógyártók Szövetsége (ACEA, tagjai: BMW, Fiat, európai Ford, GM Európa, DaimlerChrysler, Porsche, PSA Peugeot Citroën, Renault, Rolls Royce, Volkswagen és Volvo) önként vállalta az EU felé az átlagos CO₂-kibocsátások további, jelentős csökkentését. 2008-ig fokozatosan 140 g/km-re (5,73 liter/100 km-re) csökkenti új járműveinek átlagos CO₂-kibocsátását (illetve fogyasztását). Ez 25%-os csökkenés az 1995-ben európai uniós országokban megállapított 187 g/km (7,84 l/100 km) CO₂-kibocsátáshoz

képest. (Magyarországon az átlagos fogyasztást 1990-ben 9,4 liter/100 km-re kalkulálták!)



Kiadvány 2009 2012-re vállalt nemzeti CO₂ kibocsátáscsökkentések

Az ACEA azt is bejelentette, hogy új járművei átlagos CO₂-kibocsátását 2012-ig 120 g/km-re (5,03 l/100 km) tervezi tovább csökkenteni. Ami a hazai személygépkocsi-állomány átlagos üzemanyag-fogyasztásának alakulását illeti, annak csökkenése várhatóan az EU-énál is nagyobb ütemű lesz majd. A döntően EU importból eredő állománymegújulás eredményeképp ugyanis az 1990-ben 9,4 l/100 km-nek mért átlagos fogyasztásszint 2012-ig ugyancsak 5,03 l/100 km-re

csökken majd. E fogyasztáscsökkenés levegőszennyeződést mérséklő hatása önmagában is jelentősnek mondható.

A GÉPKOCSIK KÖRNYEZETVÉDELMI ESZKÖZEINEK FEJLŐDÉSE

A világ és Magyarország járműállományának mintegy 70.90%-át személygépkocsik alkotják. Ennek megfelelően a személygépkocsik levegőszennyezése csakúgy, mint annak csökkentése a közlekedési környezetvédelem kiemeltenfontos feladata. Olyan feladat, amelynek egyik megoldási lehetőségét a személygépkocsinál kedvezőbb környezetvédelmi adottságú, azt helyettesítő járműfajta megválasztása adja. A feladat megoldásának másik lehetőségét a gépkocsik környezetvédelmi tulajdonságainak javítása jelenti. A mai korszerű gépkocsi kedvező környezetvédelmi jellemzői több évtizedes fejlesztőmunka eredménye. E fejlesztőmunka kulcseszköze a katalizátor, amely a kipufogógázok utólagos tisztításának döntő részét végzi.

HOGYAN CSÖKKENTI A KATALIZÁTOR A LÉGSZENNYEZÉST?

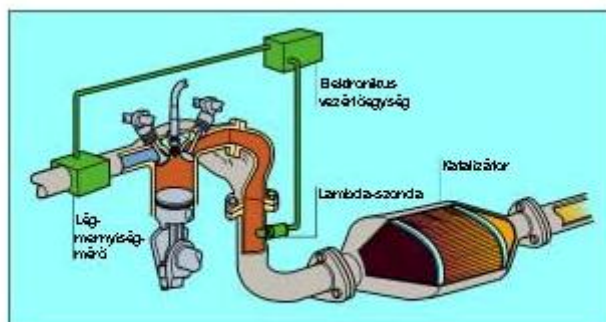
A legtöbb korszerű gépkocsi úgynevezett hármas működésű (más néven szelektív) katalizátorral van felszerelve, amely a kipufogógázok három ártalmas összetevő, a szén-monoxid (CO), az el nem égett szénhidrogének (CH) és a nitrogén-

oxidok (NO_x) koncentrációját csökkenti. A katalizátor kétféle molekuláris átalakítást végez: a NO_x -ot redukálja (oxigént von el belőle) a CO-t és a CH-t pedig oxidálja (oxidokká égeti el). A katalitikus átalakítás (katalízis) különleges vegyi reakció, amelynek létrejöttét a katalizátor kezdeményezi., de ő maga nem vesz részt a vegyi folyamatban. Valójában bonyolult helyettesítő reakciók sora következik be, hiszen hatóanyaga a használat során elhasználódik, előregszik, emiatt a katalizátor véges élettartamú.

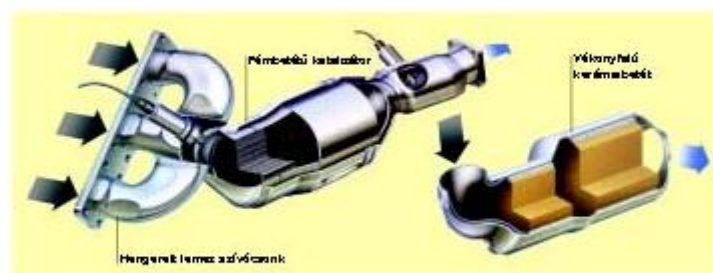
A hármas működésű nemesfém hatóanyagú katalizátor régebben kerámia, újabban fémvázazs betétanyagra készül, amely a hatékony reakciók érdekében futballpályánál is nagyobb aktív felülettel készül. A katalizátor két, egységes, méhsejt szerkezetű tömbből áll, amelyek közül a motorhoz közelebbi tömbön redukció, a távolabbi tömbön pedig oxidáció megy végbe. A redukció a NO_x -molekulákról oxigénatomokat hasít le, amelyek oxigénmolekulává egyesülve áramlanak át a második, oxidációs tömbbe. Oda, ahol a CO és a CH oxidációja megy végbe. A katalitikus átalakulás végterméke H_2O (víz) és CO_2 .

A katalizátor hatékony működésének fontos feltétele az előírászerű levegő/benzin keverékarány biztosítása. Ezt a katalizátor előtt elhelyezkedő ún. lambda-szonda teszi lehetővé, amely a katalizátorba belépő kipufogógáz oxigéntartalmát érzékeli, és ezt továbbítja a keveréket

szabályozó motorirányító egységbe. A motorirányító egység a jel alapján állítja elő a katalizátor működési optimumát jelentő 1=1 keveréket.

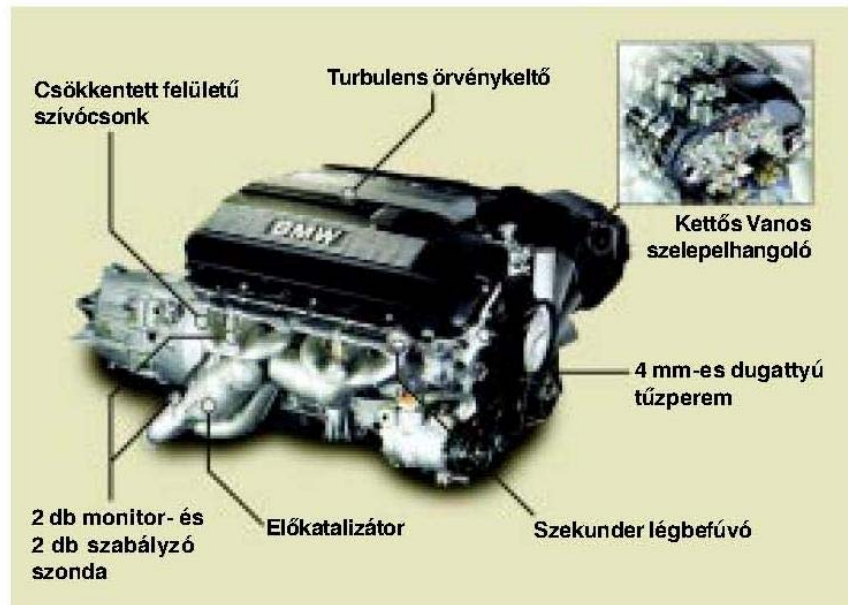


A hagyományos, hármas működésű katalizátoros kipufogógáz tisztító rendszer fő részei és működési vázlat

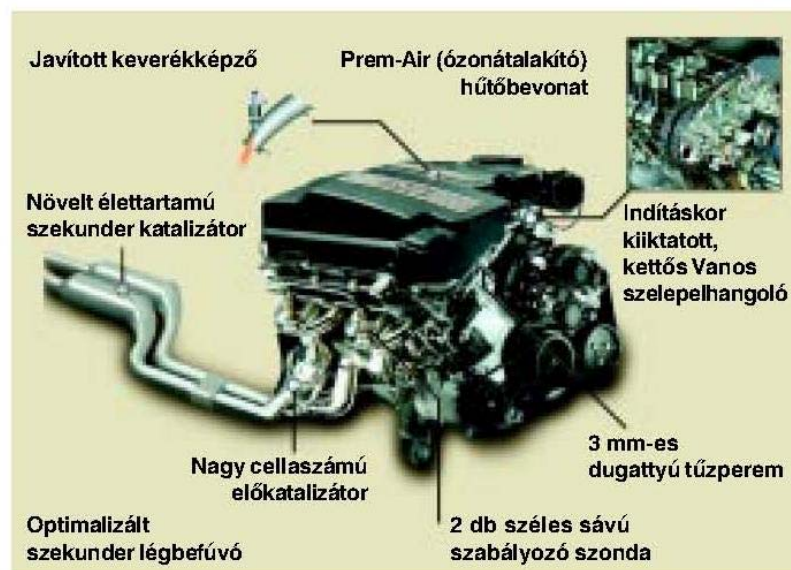


A korszerű katalizátorok hatóanyagait vékonyfalú fém (falu), vagy kerámiabetétű (kub) katalizátor hordozza

1975-ös bevezetése óta a hármas működésű katalizátor az egész világon elterjedt és folyamatosan továbbfejlesztett eszközévé vált a benzinmotoros gépkocsik környezetvédelmének. Azóta természetesen maga a motorteknika és a motorszabályozás technikája is sokat fejlődött.



A SULEV-nél egy osztállyal kevésbé szigorú, ULEV kipufogógáz-tisztító rendszer egyik változata

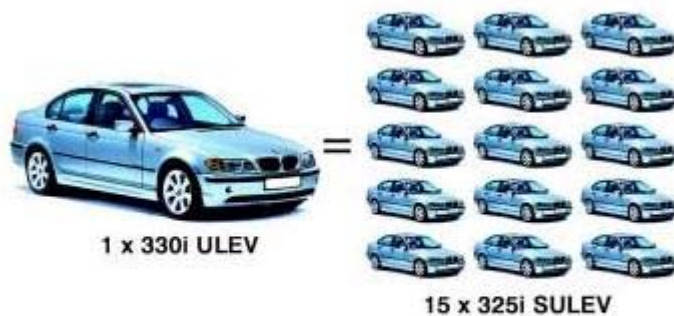


A SULEV kipufogógáz-tisztító rendszer egyik változata

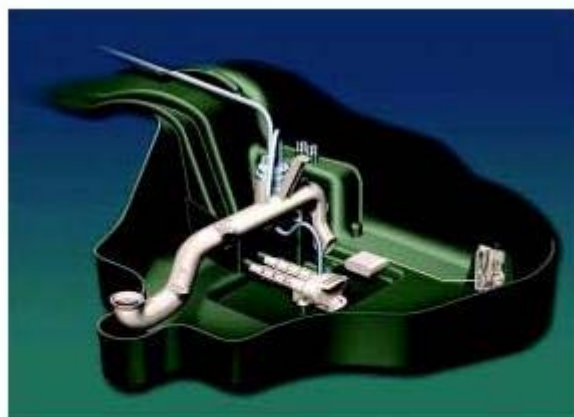
Ma a kaliforniai alkalmazásra kifejlesztett SULEV szintű levegőminőségvédelem, a belső égésű motorokkal hajtott gépkocsik katalizátoros környezetvédelmének legfejlettebb és leghatékonyabb eszköze (SULEV = a ma ismert legszigorúbb

kipufogógáz-minőségi követelmény). A SULEV-szintnek megfelelő kipufogógáz a nagyvárosokban beszívott levegőnél tisztább. Ez úgy is értelmezhető, hogy az ilyen gépkocsi tisztább kipufogógázzal javítja a nála szennyezettebb városi levegő minőségét.

A motorszabályozó rendszerek megbízható működését az EOBD-nek rövidített, folyamatos ellenőrzést végző fedélzeti számítógép felügyeli. A SULEVszintet megközelítő, a jelenleginél legszigorúbb Euro 5-ös követelmény ajánlott bevezetése 2010.



15 db SULEV szintű gépkocsi kipufogógázában van annyi szennyező anyag, mint 1 db Euro 4-eszel azonos, ULEV szintű gépkocsi gázában.



A legújabb fejlesztésű benzintelektrokokból például nem kerül párolgó szénhidrogén sem a levegőbe.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a legkorszerűbb személygépkocsik a közeljövőben csupán 1/1000-ed részét szennyezik a nálunk még mindig nagy számban futó, elavult levegőtisztaság-védelmű gépkocsinak, ezért nagy forgalmú városokban a beszívottnál tisztább levegőt bocsátanak ki. Ez a körülmény is valószínűvé teszi, hogy az elkövetkező 10.15 évben a benzinmotorok még biztosan megőrzik a személygépkocsik hajtásában betöltött vezető szerepüket. Ehhez hasonló a CO₂-kibocsátáscsökkentés következő évtized után várható megítélése is.



Az emissziócsökkentő fejlesztések másik eredményes iránya a belső égésű és villamos motoros, úgynevezett hibridhajtás. Ilyen erőforrás működik a képen látható Honda Insightban is, amely immár egy éve vezet az amerikai tüzelőanyag-fogyasztási listán.

Tény ugyanakkor, hogy a legtöbb gépkocsit üzemeltető Amerikában mégsem javul az új személygépkocsik átlagos tüzelőanyag-fogyasztása, gazdaságossága. Az amerikai kormány levegőtisztaság-védelmi hivatala által a 2003-as modellév járműveinek tüzelőanyag-fogyasztási jellemzőiről készített kiadványa szerint a legkisebb fogyasztású gépkocsik listájának első három helyén a

- Honda-Insight (3,67 l/100 km),
- Toyota-Prius (4,9 l/100 km),
- Honda Civic hibrid (4,9 l/100 km),

hibridhajtású járművek állnak. A sort az 5,22 l/100 km átlagfogyasztású dízelmotoros Volkswagen Beetle, Golf és Jetta modellek folytatják. Az amerikaiak mégsem elégedettek, mert a teljes amerikai modellkínálat átlagfogyasztása 9,97 l/100 km, 2,5%-kal haladja meg a tavalyi év átlagát. A fogyasztás- és emissziónövekedés oka a közlekedési szokások, igények kedvezőtlen változása, a nagy fogyasztású és nagy légszennyezésű sport célú és pickup felépítményű (vegyes célú) járművek részarányának további növekedése. Az ottani törvény szerint az átlagot a gyártóknak egyre több kis fogyasztású gépkocsi értékesítésével kell ellensúlyozniuk. A listavezető hibridhajtású járművek persze Amerikában is kuriózumnak számítanak, de magas vételáruk miatt tömeges elterjedésre még évekig nem számíthatnak (ennél Magyarországon sem jobb a helyzet). Ugyanez a probléma a jövő évi kísérleti bevezetésre szánt tüzelőanyagcellás gépkocsikkal is.

Mivel Európában az USA-nál is későbbre várható a hibridhajtású és főképp a tüzelőanyag-cellás járművek piaci bevezetése, így évtizedünk gépkocsijainak

környezetszennyezését még bizonyosan az Euro 4-es és az Euro 5-ös előírások fogják meghatározni.

Mi a helyzet más közlekedési eszközökkel; milyen alternatívát kínálnak a környezetvédelmi szempontból kevésbé előnyös személygépkocsikkal szemben választható más közlekedési eszközök?

MIÉRT HASZNÁLJUNK ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOKAT?

Az EU-ban a globális felmelegedést okozó üvegházhatású gázok összes kibocsátásának mintegy 21%-a a közlekedésből származik. 1990 és 2003 közt, míg az üvegházhatású gáz emisszió összességében csökkent, addig a közlekedésből származó kibocsátás részaránya

21%-ra nőtt. A közlekedésből származó üvegházhatású gázok csökkentése jelentősen hozzájárulna az EU Kyoto-i céljainak eléréséhez. Az EU közlekedési szektorában 98%-os részesedésével a fosszilis olaj a fő energiaforrás. 2002-ben az alternatív motorhajtóanyagok használatának 2%, a bioüzemanyagok pedig csak 0,3% (jelenleg az EU bioüzemanyag használatának 80%-át a biodízel, 20%-a pedig a bioetanol adja). Mindemellett az utóbbi néhány évben a bioüzemanyagok alkalmazása nőtt a bioüzemanyag direktívának köszönhetően ami több tagállamban is elkészült.

Az EU-ban a bioüzemanyagok elterjedését az üvegházhatású gázok csökkentésének céljával támogatják, fellendítve ezzel az üzemanyagok széntelenítését, az üzemanyagforrások diverzifikációját, új jövedelem lehetőségeket kínálva a vidéki területek számára és fejlesztve a fosszilis üzemanyagok hosszú távú kiváltását. 2002-ben az Európai Parlament és az Európa Tanács elfogadta a 2003/30/EC számú direktívát, ezzel segítve a bio üzemanyag alkalmazásának elterjedését. Ez a direktíva megköveteli a tagállamoktól, hogy 2005-ben dízel és kőolajhasználatának 2%-át bio üzemanyaggal helyettesítsék, habár az ettől való eltérést, amennyiben ez indokolt lehetővé tették.

A vezetők nagyszerűen tudják csökkenteni ezeket a hatásokat, bár néhány egyszerű lépést meg kell tenniük a tisztább járművek kiválasztása illetve hatékonyabb vezetés érdekében. A legtöbb esetben ezen intézkedések költség megtakarítással és környezeti haszonnal egyaránt járnak.

A GÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEK HELYZETE EURÓPÁBAN, MAGYARORSZÁGON

Az IANGV (International Association for Natural Gas Vehicles) adatai szerint a világon kb. 7 millió földgázüzemű jármű és 10000 földgáztöltő állomás létezik. A világon Argentínában, Pakisztánban, Brazíliában; Európában Olaszországban, Ukrajnában, Németországban, Bulgáriában és

Svédországban, míg Közép-Európában a Cseh Köztársaságban a legelterjedtebbek a földgázüzemű járművek.

A földgáz relatív olcsó és kisebb emissziós értékekkel is rendelkezik a hagyományos tüzelőanyagokhoz képest, emiatt mind környezetvédelmi, mind gazdasági előnyökkel rendelkezik. A földgázüzemű járművekkel a benzinüzemhez képest 60-80%-kal kisebb szénmonoxid emisszió, 50-80%-kal kisebb NOX emisszióval érhető el, a dízelüzemmel szemben pedig nagy előnyük, hogy alig emittálnak részecskéket. Európában a földgázüzemű járművek elterjedése az elmúlt 10-15 évben nem mutat egységes arculatot és az egyes országok között nagy különbségek tapasztalhatók a CNG üzemű járművek végfelhasználóit tekintve is. A CNG üzemű autózás elterjedésének akadályaként számos tényező felmerül. A legjelentősebbek a töltőállomás infrastruktúra hiánya valamint a nem kedvező gazdasági és jogi környezet. Földgázüzemű járművek beszerzése melletti döntés meghozatalakor mind a gazdaságossági mind a környezetvédelmi szempontok szerepet játszanak. Jelenleg azonban amikor a járműhasználók földgázüzemű jármű vásárlása mellett döntenek, akkor a kedvezőbb gazdaságossági feltételek játsszák a fő szerepet döntésük meghozatalakor. A környezetvédelmi előnyök jelenleg akkor játszanak szerepet, ha gazdasági előnyként jelennek meg a vásárlók számára.

A CNG üzemű autók forgalomba helyezése és a megfelelő töltőállomás infrastruktúra kiépítése új szabályozások, vagy a már meglévő szabályozások módosítását teszi szükségessé a jogalkotásban.

Nemzetközi kitekintés

- Kanada

Kanadában nagy mennyiségben bányásznak földgázt, minek következtében a CNG ott gazdaságos üzemanyagnak számít. A kanadai ipar kifejlesztett CNG-vel működő buszmotorokat, kisbuszokat, teherautókat, taxikat is. A nagyobb városokban könnyen lehet találni CNG töltőállomásokat.

- Dél-Amerika

A földrészen Argentína és Brazília rendelkezik a két legnagyobb CNG-vel működő járműállománnyal. Az átalakítást ösztönzi a más üzemanyagokkal összehasonlítva jelentkező árkülönbség, a helyben gyártott berendezések, valamint a növekvő CNG infrastruktúra. A CNG-állomások úgynevezett "kék hálózatát" a délen elhelyezkedő főbb autóutak mentén fejlesztették ki (például Chile és Bolívia) a távolsági szállítások folyamatos üzemanyaggal való ellátására.

- Ázsia

Az olyan ázsia gazdaságokban, mint India, a CNG 18,90 rúpia/kg (0,46 USD/kg) összegbe kerül, míg a benzin ára 50 rúpiára (1,25 USD) rúg. A költségmegtakarítás a csökkentett szennyezőanyag-kibocsátású és környezet barátabb autók esetében óriási. Iránban, Pakisztánban, Bangladesben és Indiában a CNG az egyik legjelentősebb üzemanyagforrássá vált a személyautók területén. India fővárosában Újdelhiben és a Gujarat tartománybeli Ahmenebadban a tömegközlekedési rendszer működtetése is ezen üzemanyaggal történik. A Delhi Szállítási Társaság üzemelteti a világon a legnagyobb CNG-vel működő flottáját. Pakisztán legnépesebb tartományában, Punjabban a kormány határozata értelmében 2007-re már valamennyi tömegközlekedési járműnek sűrített földgázzal kell működnie. Indiában és Bangladesben napjainra sok riksa és személyszállító eszköz át lett alakítva komprimált metán üzeműre, az átalakítás költsége 800-1000 USD-t tesz ki. Dhakában, Banglades fővárosában a riksák csak CNG-vel működhetnek 2003 óta. 2007 júliusától Pakisztán Ázsiában az első, világviszonylatban pedig a második legnagyobb CNG felhasználó. A Nemzetközi Sűrített Földgázzal működő Járművek Társasága tájékoztatása szerint Pakisztán rendelkezik a második legnagyobb sűrített földgázzal működő járműállományával. A Közel keleten és Afrikában Egyiptom jár az élen a 63000 darab CNG járművével és 95 töltőállomásával.

- Európa

Németországban az előrejelzések alapján a CNG-vel működő gépek mennyisége 2020-ra várhatóan 2 millióra fog emelkedni. a CNG költsége Európában az egyéb fosszilis üzemanyagok költségeinek a fele, vagy harmada.

Nagyobb, jelentősebb európai városokban üzemelő flották:

- Bréma: 250 CNG-jármű
- Bristol: 5 elektr. autó, 550 LPG jármű, hibrid fejlesztések
- Burgos: 8 CNG és 27 biodízel-busz
- Lille: 34 elektromos és 285 CNG jármű (ebből 128 busz)
- Toulouse: „CNG at home”, CNG-, biodízel-buszok és koromszűrők
- Velence: 35 CNG-busz, LPG-gondolák
- Athén: földgáz üzemű 416 busz,
- Torino: földgáz üzemű 223 busz,
- Madrid: földgáz üzemű 202 busz,
- Malmö: földgáz üzemű 180 busz,
- Párizs: földgáz üzemű 90 busz

A FÖLDGÁZÜZEMŰ AUTÓZÁS HELYZETE MAGYARORSZÁGON

Magyarországon a földgázüzemű autózás még gyermekcipőben jár, azonban az utóbbi években megjelentek

a kezdeményezések a földgázüzemű autózás népszerűsítésére és elterjesztésére.

A Tisza Volán Zrt. 1997-ben 2 db, 1999-ben 15 db autóbust üzemeltetett földgázzal, 2005-ben pedig ez a szám 42-re nőtt. Az autóbuszok Szeged város helyi közlekedésében vesznek részt, nagymértékben javítva a város levegőjének tisztaságát. Az autóbuszok a szegedi töltőállomáson tankolnak, melynek kapacitása 890 m³/h. Az autóbuszokon kívül a vállalat 40-50 saját gépjárműve, 10-15 egyéb felhasználó, több magángépjármű és külföldi gépkocsik is a szegedi töltőállomáson tankolnak.



A Hajdú Volánnál már az 1986-ban 19 járműből álló flottát alakítottak át vegyes és kettős üzemre állami támogatás segítségével. A helyközi üzemnél jelenleg 7 darab nagykapacitású autóbusz szállítja az utasokat, a teljes

járműpark összesen 29 darabból áll. Városi körülmények között tesztelték a biogáz motorikus felhasználását is. A buszok átlagfogyasztása 55 – 58 kg CNG (80,7 Nm³) / 100km-re adódott.

Az Égáz-Dégáz Zrt. kirendeltségeinél jelenleg 8 lassútöltő berendezés üzemel: Hódmezővásárhelyen (2), Szentesen (2), Orosházán, Kiskunhalason, Kalocsán és Szabadszálláson.

Egy töltőberendezés 3-4 gépkocsi kiszolgálására alkalmas. A lassútöltőkkel évente mintegy 20-25 000 m³ autógázt állítanak elő. Békéscsabán, Kiskunfélegyházán, Kecskeméten 50 m³/h, Baján 25 m³/h, Győrött 340 m³/h teljesítményű töltők létesültek a vállalat környezettudatos stratégiájának köszönhetően.



Hét fővárosi vállalat által 2008. április 15-én aláírt szándéknyilatkozat célja, hogy elősegítsék a sűrített földgáz (CNG) üzemű járműhasználat budapesti infrastruktúrájának kialakítását, a főváros egyre növekvő légszennyezettségének csökkentését és ezzel a tisztább, élhetőbb környezet megteremtését.

A szándéknyilatkozat aláírói a Fővárosi Gázművek Zrt. mellett a Budapesti Közlekedési Vállalat Zrt., a Budapesti Elektromos Művek Nyrt., a Budapesti Távhőszolgáltató Zrt., a Magyar Posta Zrt., a Fővárosi Csatornázási Művek Zrt. valamint a Fővárosi Vízművek Zrt.

A megállapodás értelmében a közreműködő társaságok CNG üzemű járműveket szereznek be és állítanak üzembe. A következő években a lehetőségeknek megfelelően a társaságok bővítik földgázüzemű járműveik állományát. Az együttműködés alapját képezi, hogy a Fővárosi Gázművek Zrt. a partnercégekkel egyeztetett helyszíneken olyan töltőállomásokat építtet és működtet, amelyek lehetővé teszik a társaságok által beszerzendő CNG üzemű járművek megfelelő üzemanyaggal való ellátását, valamint a közforgalmi igények kielégítését is. A töltőállomások földgázzal való ellátását a Fővárosi Gázművek Zrt. végzi.

A CNG üzemű közlekedés elterjesztésének további lépéseként a Fővárosi Gázművek Zrt. keresi az együttműködést az ásványolaj-forgalmazó társaságokkal is, töltőállomásaikon történő CNG üzemanyag értékesítése céljából. A rendezvény házigazdája Dr. Bakonyi Tibor az aláírás kapcsán elmondta, hogy egy tisztább, élhetőbb környezetet kell kialakítanunk magunk körül, és ezt csak összefogással lehet.

Szintén április 15-én került sor a Fővárosi Gázművek Zrt. Köztársaság téri telephelyén létesített saját használatú CNG töltőállomás ünnepélyes átadására. Az E.ON Földgáz Trade Zrt., a földgáz nagykereskedelmét bonyolító társaság támogatásával létrehozott üzemanyagtöltő kút átadásával újabb fejezet kezdődött a társaság környezetvédelmi

stratégiájának megvalósításában, és a CNG hajtóanyagban rejlő lehetőségek kiaknázásában.

A technológia ismertté tétele során a Fővárosi Gázművek Zrt. támaszkodni kíván a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem által a földgáz üzemanyagként való alkalmazásának terén a múlt év végén elvégzett kutatásának eredményeire is.

A Fővárosi Gázművek Zrt. a környezetbarát közlekedés népszerűsítésében felvállalt szerepéért elnyerte a 2009. évi "Greenexpo Innováció" díjat 2009. március 13-án a Greenexpo kiállításon bemutatott sűrített földgáz üzemű autójával.

Az Európai Unió és a Főváros levegőminőség javítási célkitűzései további okot szolgáltatnak a földgázüzemű gépjárművek üzemeltetésére. Különösen a finom por és nitrogén-oxid határértékeinek betartása érdekében jelentős lépéseket kell tenni a közúti és közösségi közlekedés károsanyag-kibocsátásának csökkentése érdekében. A helyzet kritikus, gondoljunk a 2009 januárban, Budapesten elrendelt korlátozásra, az azóta megjelent, a szabályt megszegők szankcionálására vonatkozó kormányrendeletre.

A környezetbarát gépjárművek elterjedése szinkronban van a 2007. novemberben elfogadott Budapest Főváros Környezeti Programjával, és a 2008. decemberben jóváhagyott Budapest Főváros Integrált Városfejlesztési Stratégiával. Az alacsony károsanyag-kibocsátású földgázüzemű gépjárművek segítséget nyújthatnak a levegőminőség javítását szolgáló célkitűzések megvalósításához. A földgázüzemű gépjárművek további előnye, hogy az esetleges szmog-riadó elrendelésekor mentesülnek a forgalomkorlátozás alól, ekkor is szabadon közlekedhetnek.





A továbbiakban a haszongépjárművekben használt dízel és gázmotorok, mint elsődleges alternatív megoldás, közötti különbségeket elemezzük.

A dízelmotorok fejlődése, emissziós normák

A haszongépjárműveket általában úgynevezett nehézüzemű dízelmotorok hajtják meg. Csak kevés gyártó rendelkezik saját motorgyártással, ezek a jellemzően nagy, tőkeerős gyáarak. A kisebb gyáarak vagy járóképes alvázal együtt, vagy ha önhordó, akkor egy nagy motorgyártótól vásárolják meg a motorokat és építik a saját karosszériájukba.

A dízelmotorok gázolajat égetnek el, kipufogógázaikban számos az ember egészségére veszélyes gáz található. Ilyenek

a tökéletlen égésből származó szén-monoxid(CO), szénhidrogének(HC), a magas hőmérsékletű égés következtében megjelenő nitrogén-oxidok(NO_x), a dízelmotorokra jellemző szilárd részecskék(korom, PM) és az ammónia(NH₃). A törvényhozók világszerte felismerték ezeknek a gázoknak a káros hatásait és egyre szigorúbb előírásokat hoznak, hogy mennyi károsanyagot tartalmazhat a dízelmotorok kipufogógáza.

A különböző káros-anyagok a kipufogógázokban

Nitrogén oxid és részecske kibocsátás a legártalmasabb a városi levegőt tekintve. A szén-monoxid kibocsátás kisebb jelentőségű a gázüzemű járművek esetében. A HC koncentráció a dízel üzemű járművek esetében elég alacsony, de egyéb más mérgező és erős szagú gázt tartalmaz a kipufogógáz a gázüzemű járművekéhez képest.

a. Szén-monoxid CO

Normálisan, CO(régen ezt hívtuk széngáznak) kibocsátás tekintetében egy diesel-motor relatív alacsony szintű. A magas CO kibocsátás főleg a régi, katalizátor nélküli, benzines autók esetében problémás. A levegőben oxidáció hatására a szén-monoxid (CO) szén-dioxiddá (CO₂) alakul át. A túl magas koncentrációjú CO nagyon veszélyes tud lenni, szédülést, bódultságot okoz, hosszabb idő után eszméletlenséghez vezet, amit ha nem vesznek észre halálos

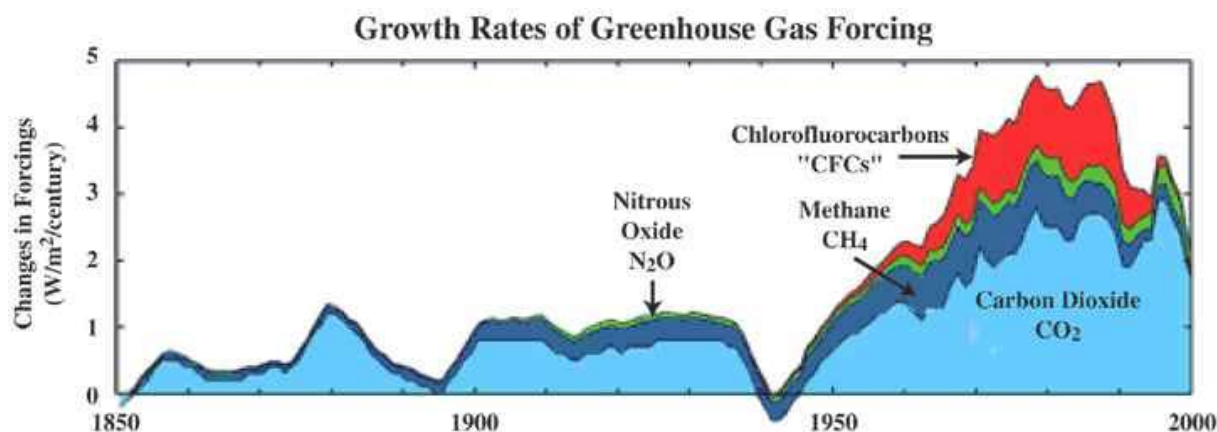
lehet. Magas CO koncentráció tud kialakulni garázsban, alagútban, keskeny utcában. Ezeket a helyeket jó átszellőztetéssel ellátva megelőzhető a baj. A CNG üzemű motorok CO kibocsátása közel egyenértékű a dízel motorokéval. A CO-nak az emberekre csak pillanatnyi hatása van, de halmozódó, hosszú távú hatásai nincsenek.

b. Szénhidrogén (HC), telített szénhidrogén (THC), nem metán szénhidrogén (NMHC)

A dízel motor kipufogógázaiban a szénhidrogének részben az elégetett üzemanyagból származnak. Az égési folyamat alatt néhány új szénhidrogén fajta képződik, vagy aldehidekké és ketonokká alakulnak. A katalizátor nélküli benzines járművek a HC kibocsátás fő forrásai. A hagyományos kétütemű motorral szerelt járművek különösen nagy szennyezést jelentenek.

A nemzetközi törvényhozásban megkülönböztetést tesznek a metán és nem-metán szénhidrogének között (NMHC), az alapvető szabályozás gyakorlatilag már sok évre előre elkészült, ami szabályozza a nem-metán szénhidrogének mennyiségét. Az ésszerű lépés azoknak az alkánoknak a használata, amelyek nem mérgezőek, sem reagensek, azonban az üvegház hatásuk csak a 80%-a a széndioxidénak.

1.ábra: Az üvegházhatást okozó gázok mennyiségének változása



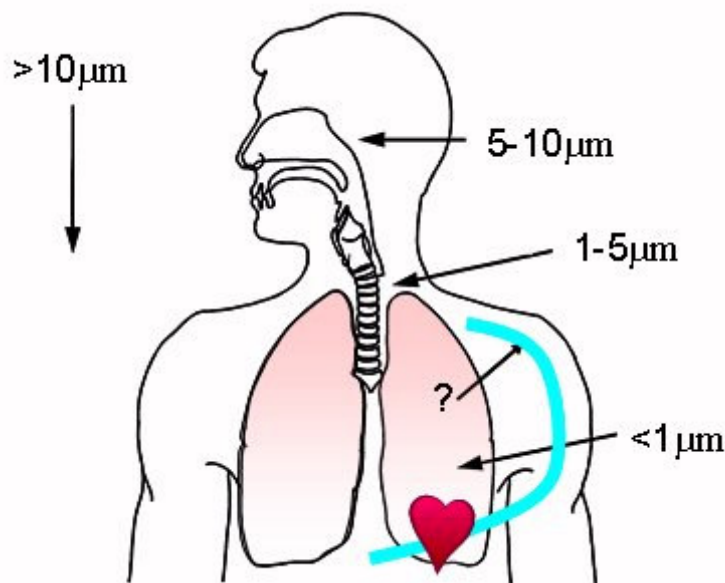
c. Nitrogén oxidok, NO_x

A NO_x kibocsátás nagyságát törvény szabályozza, amely összege a nitrogén-oxidnak (NO) és nitrogén-dioxidnak (NO₂). A környezeti levegőben a NO oxidálódik NO₂-dá. Ennek egy csípős, jellegzetes szaga van, és a légzőszervekre kedvezőtlen hatást gyakorol. A kedvezőtlen hatása miatt a levegőben minőségi határértéket szabnak a NO₂-nak. Egy hagyományos diesel-motor károsanyag kibocsátását leginkább a NO adja (NO körülbelül 90 % NO_x-nak). Ez a nemkívánatos elem vezet a “bűdös” kipufogáshoz és helyileg emelkedett NO₂ koncentrációhoz.

d. Részecske kibocsátás, PM

Az emberi légzési rendszer véd a durva részecskék belélegzése ellen, úgy mint pl. a portól. Az égés általában, és

különösen a belső égésű motorok, hatalmas mennyiségben termelnek nagyon finom részecskéket. Az emberi testnek nincs védelmi rendszere ezek az ultra-finom részecskék kiszűrésére így ezek a káros részecskék beszivárognak a vérbe és egyéb testfolyadékokba.



A 2.ábra mutatja hogy a különböző méretű részecskék hogyan árthatnak az emberi testnek.

Az okozható károsodás függ a részecske méretétől és a részecske összetételétől. A kibocsátott részecskéket méretük, eredetük és tulajdonságaik szerint különböző osztályokba soroljuk. Az a részecske árt a legtöbbet amely nagy tömegben tud felhalmozódni a szervezetben annélkül hogy azt ki lehetne üríteni. Ezek nagyobb mint 30-50 nm átmérőben és a tökéletlen, befejezetlen üzemanyag elégsnek a melléktermékei, a korom.

e. Egyéb alkotórészek

A szulfát és salétromsó szintén károsan hatnak az egészségre, különösen mindkettő egyéb károsanyag kibocsátással kombinálva. A modern járművek alacsony kén tartalmú üzemanyaggal és kenőanyaggal működnek.

A kipufogógázok károsanyag tartalmának mértékére az előírások országonként és járműkategóriánként eltérőek. Európában az EURO, amerikában az EPA előírások érvényesek. A fejlődő és harmadik világbéli országokban az előírások csak késve lépnek életbe, ezért ott még a mai viszonyok közt korszerű karosszériákban igen elavult motorokkal is találkozhatunk. A fokozatosan szigorodó emissziós normáknak egy ideig a motorok tökéletesítésével meg tudtak felelni a gyártók. Azaz a motorok nyers kibocsájtását tudták csökkenteni.

Az Európában nehéz teherautókra és buszokra érvényes emissziós előírások:

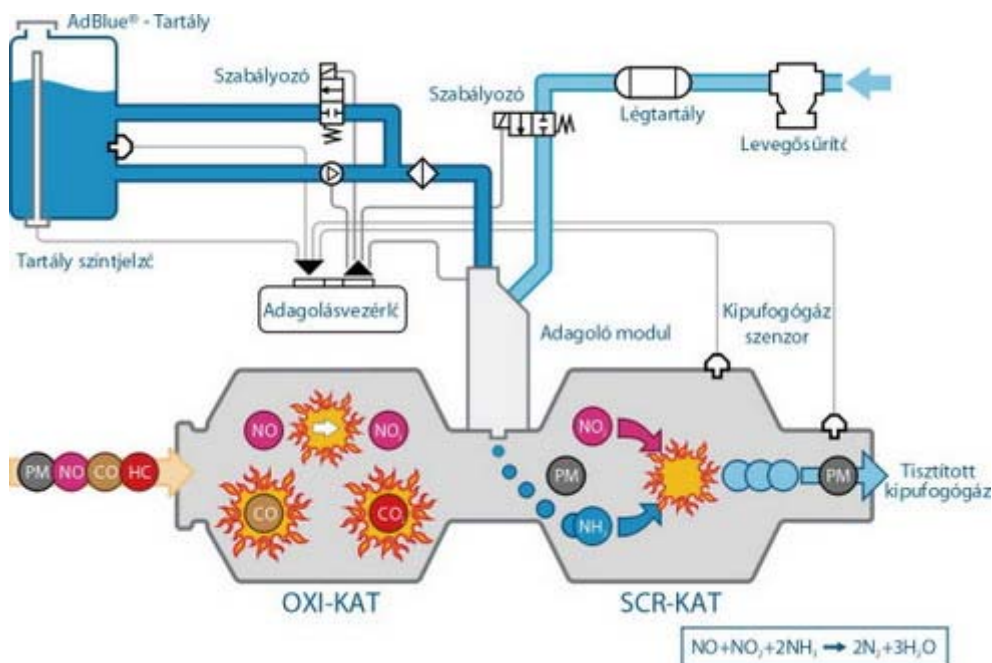
1. táblázat
EU Emissziós előírások HD dízel motorokhoz, g/kWh

Tier	Date	Test	CO	HC	NOx	PM	Smoke
Euro I	1992, < 85 kW	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612	
	1992, > 85 kW		4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25	
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	1999.10, <i>EEVs only</i>	ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15
	2000.10	ESC & ELR	2.1	0.66	5.0	0.10 0.13 ^a	0.8
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI	2013.01		1.5	0.13	0.4	0.01	

a - for engines of less than 0.75 dm³ swept volume per cylinder and a rated power speed of more than 3000 min⁻¹

Az első nehézséget az Euro III bevezetése jelentette, ekkor a gyártók többsége rákényszerült az elektronikusan szabályozott nagynyomású befecskendezők használatára. Az Euro IV előírás szigorú értékei nehéz helyzetbe hozták a motortervezőket. A motoron belüli intézkedésekkel már nem lehetett csökkenteni a károsanyagok kibocsájtását, mert a nitrogén-oxidok és a szilárd részecskék(korom) koncentrációja csak ellentétes üzemállapotokban csökkenthető és mindkét szennyezőanyagot csökkenteni kellett. Vagy a részecskék képződését lehet mérsékelni, de ekkor a kipufogógáz utókezelésével kell a nitrogén-oxidokat csökkenteni. Vagy a nitrogén-oxidok képződését lehet mérsékelni, de ekkor a kipufogógáz utókezelésével kell a részecskéket eltávolítani

SCR



Forrás: www.molling.hu

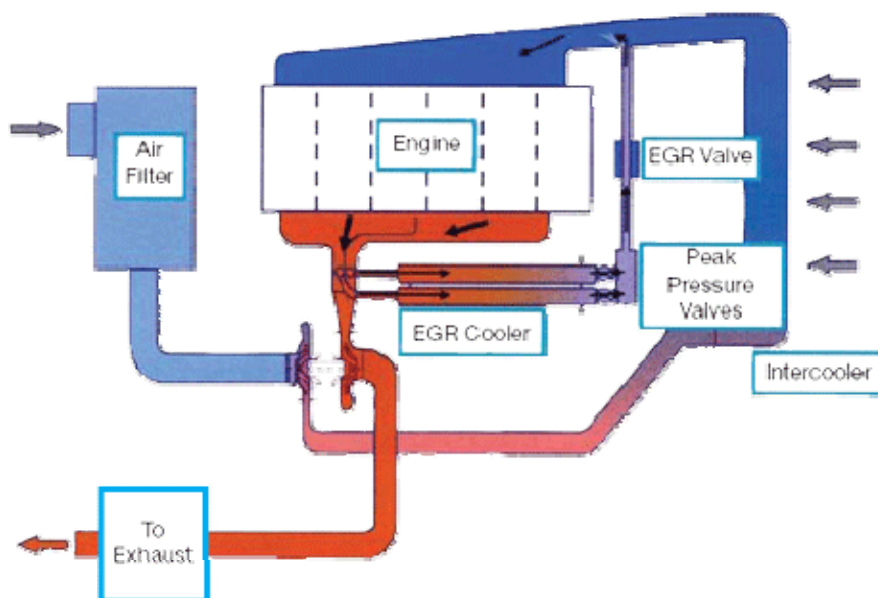
Az első megoldásban a motorban magas égési hőmérséklet uralkodik, így kevés részecske keletkezik. A nitrogénoxidok csökkentését adalékanyagot igénylő katalizátorral végzik. Ez a szelektív katalizátoros redukció, angol rövidítése SCR, ami az AdBlue nevű folyadék használatán alapul. Az AdBlue a karbamid vizes oldata, teljesen környezetbarát. A kipufogócsőbe a katalizátor elé befecskendezett AdBlue folyadékból ammónia (NH_3) szabadul fel, amely a NO_x -katalizátorban a következő egyszerűsített egyenlet szerint:



a kipufogógáz nitrogénoxid tartalmából nitrogén és vízgőz keletkezik. Az AdBlue adagolását pneumatikus, vagy

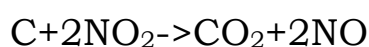
mechanikus adagoló szerkezet végzi, a motorvezérlő elektronika parancsai alapján. A katalizátornak részecsqueszűrő tulajdonsága is van. Az AdBlue fogyasztás általában a gázolajfogyasztás 4-8%-ának megfelelő mértékű. A megoldás előnye, hogy relatíve csökken a fogyasztás, a motor ideális körülmények között üzemel. Hátránya az AdBlue folyadék fagyásveszélye, az AdBlue tartály helyigénye, egyes ellenzői szerint a városi buszokban a katalizátor el se éri az ideális üzemi hőmérsékletet. Az ellenző tábor az AdBlue tartály elhelyezését is támadja, ugyanis sok esetben a gázolajtartály betöltőnyílásától messze, esetleg a jármű másik oldalán kap helyet a betöltőnyílása. Ez főleg kis karosszálók esetén igaz, a nagyobbak nem követnek el ilyen bakit.

EGR



Forrás: <http://www.rktrucks.com/>

Ez a második variáció, a kipufogógáz visszavezetés. Az égéstérben ebben az esetben alacsonyabb hőmérséklet uralkodik, így kevesebb nitrogénoxid keletkezik. A megnövekvő számú részecskéket részecskeszűrővel vagy speciális katalizátorral távolítják el. Erre a folyamatra egy példa reakcióegyenlet:



A visszavezetett kipufogógázt hűteni kell, hogy biztosítani lehessen a nitrogénoxidok kis mennyiségét. Nincs szükség egyéb adalékra, csak gázolajat igényel a jármű. Hátrány a nagy helyigény, a reaktíve magas fogyasztás, a lerakódások és a részecskeszűrő eldugulásának veszélye. További hátrány, hogy kamionokba szerelt nagy teljesítményű motorokhoz már nem alkalmazható.

Európában a motorgyártók többsége az új adalékanyag ellenére az SCR rendszert választotta (Mercedes, Volvo, Iveco, DAF, Cummins, stb.), az EGR mellett csak két gyártó, az MAN és a Scania döntött. Az Euro V előírásnak az SCR rendszer könnyedén meg tudott felelni, csak az adalék fogyasztása növekedett. Az EGR rendszer Euro V képessége sokáig kérdéses volt, azonban ma már a szigorúbb EEV előírásoknak is megfelelnek az ilyen motorok. A nehezebb út kétségkívül az EGR volt, azonban az emellett döntő gyártók befektetése hosszú távon megtérülhet.

Az Euro 6 előírás igen szigorú, egyelőre úgy tűnik, hogy csak az SCR és az EGR rendszerek kombinálásával tudják teljesíteni a motorgyártók. Tovább nehezíti a dolgukat, hogy az előírásnak való megfelelést vizsgáló tesztciklus is változott, szigorúbb lett. Eddig csak hideg állapotban vizsgálták a motorokat, most hideg és meleg állapotban egyaránt fogják. Az eddig megszokott káros anyagokon túl egy újabbra, az ammóniára is határértéket jelöl meg. A folyamatos szigorítás így olyan fázisba lépett, amikor már csak nagy költség és növekvő üres tömeg árán tudják a gyártók teljesíteni az új előírást. A szigorítások üteme, a tesztciklusok átalakítása, az új normáknak megfelelő dízelmotorok növekvő költségei és tömegük az alternatív és hibrid megoldások terjedésének kedvez.

Alternatív megoldás: gázüzemű motorok

A legelterjedtebb alternatíva a gázüzem. A motorokban ekkor vagy földgáz(metán) vagy probán-bután gáz ég el. A gázüzemű motorok általában szikra gyújtásúak és ennek megfelelően az égésterükből Otto körfolyamat játszódik le.

A felhasznált gáz és a tárolás módja szerint az alábbi gázos rendszereket különböztetjük meg:

- CNG: Compressed Natural Gas-sűrített földgáz, főleg metánból áll

- LPG: Liquefied Petroleum Gas-főleg propán és bután alkotja, magasabb a fűtőértéke a földgáznál, kevésbé elterjedt
- LNG: Liquefied Natural Gas- cseppfolyós földgáz

A gázüzemű buszok beszerzési árai valamivel (5-20%)drágábbak a dízel motorral szereltekénél. A gáz beszerzése olcsóbb a gázolajnál, de a motorok fogyasztása az otto körfolyamat és a kis energiasűrűség miatt magasabb (kb (5-20%). Előnyeik közé tartozik, hogy a gáz elégetése során csak nagyon kevés szilárd részecske(PM) keletkezik, ami a nagyvárosi közlekedés egyik legveszélyesebb és általában legnagyobb koncentrációban jelen lévő károsanyaga. A környezetvédelmi előírásokat könnyen túlteljesítik, alacsony a szén-dioxid kibocsájtásuk, és alacsonyabb a zajszintjük is a dízelmotorénál.

A gáz tárolását a buszok tetején nagyméretű tartályokban oldják meg, ez növeli a busz üres tömegét. A buszokban használt gázmotorokra érvényes emissziós előírások:

2. táblázat
Emissziós előírások dízel és gáz motorokhoz, ETC teszt, g/kWh

Tier	Date	Test	CO	NMHC	CH ₄ ^a	NO _x	PM ^b
Euro III	1999.10, EEVs only	ETC	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02
	2000.10	ETC	5.45	0.78	1.6	5.0	0.16 0.21 ^c
Euro IV	2005.10		4.0	0.55	1.1	3.5	0.03
Euro V	2008.10		4.0	0.55	1.1	2.0	0.03
Euro VI	2013.01		4.0	0.16 ^d	0.5	0.4	0.01

a - for gas engines only (Euro III-V: NG only; Euro VI: NG + LPG)
b - not applicable for gas fueled engines at the Euro III-IV stages
c - for engines with swept volume per cylinder < 0.75 dm³ and rated power speed > 3000 min⁻¹
d - THC for diesel engines

Hazánkban Szegeden a Tisza Volán Zrt. és Hajdú-Bihar megyében a Hajdú Volán Zrt. üzemeltet fölgázzal működő buszokat.



Ikarus 263 és Jelcz CNG üzemű autóbuszok Debrecenben



CNG üzemű Ikarus 260 típusú autóbusz Szegeden

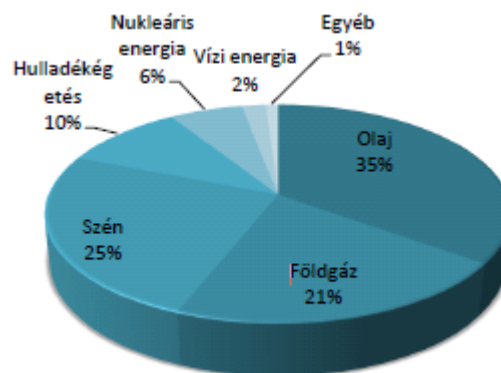
Az LPG üzem kevésbé elterjedt, az egyik legnagyobb LPG gázzal működő buszflotta Bécsben üzemel, itt közel 500 busz alkalmas ilyen működésre.

ALTERNATÍV ÜZEMANYAGOK HELYZETÉNEK BEMUTATÁSA, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A FÖLDGÁZ ALAPÚAKRA

A fenntartható fejlődés elve és céljai mindennapi életünk szerves részévé váltak, és talán az egyik legnagyobb kihívás mindannyiunk számára a 21. század Európájában és a világon egyaránt. A jövőbeli gazdasági fejlődés biztosításához az erőforrások és a környezeti elemek megóvása szükséges. Fenntartható fejlődés az, amely a jelen generációk szükségleteit oly módon elégíti ki, hogy közben nem veszélyezteti a jövő generációk hasonló igényeinek kielégítését. A feladat globális méretűvé vált, amelyben az állam, a gazdaság és az egyének tevékenysége egyaránt igen fontos szerepet játszik. A fenntartható fejlődés egyik legfontosabb eleme a termékfelelősség, mely alapján a termék életciklusában részt vevő valamennyi érintett felelősséggel tartozik termékei környezeti hatásának folyamatos csökkentéséért. Tudatos és nagy beruházási költségű fejlesztéseknek köszönhetően az üzemanyagok ólomtartalma

az elmúlt években nullára csökkent, aromásvegyület-tartalmuk kisebb lett, és ma már kizárólag kénmentes üzemanyagokat forgalmaznak. A megújuló energiaforrások tekintetében a legkézenfekvőbb kihívások egyike a bioüzemanyagok piaci részarányának az Európai Unió célkitűzéseivel összhangban történő növelése. Következésképpen 2005 nyarán megkezdődött a biológiai eredetű alapanyagokból előállított benzinkomponens, a bio-ETBE gyártása és felhasználása motorbenzinekben. Megkezdődött a második generációs biokomponens termékek és technológiák fejlesztése. A fenntartható fejlődés megvalósítása csupán fokozatos átalakulással, hosszú távú tervezéssel lehetséges.

Napjainkban egyre fontosabb a környezetvédelem, a környezettudatosság kérdése. Sok ország, amelyik megteheti, változtatásokat végez a természet védelmének érdekében a gazdaságában. Az egyik ilyen leglényegesebb változtatás a fosszilis tüzelőanyagok jobb hatásfokú felhasználása, csökkentése illetve felváltása megújuló energiahordozókkal.



Az itt látható kördiagramon is jól láthatjuk mennyivel fontosabbak és nagyobb mértékben felhasználtak a fosszilis energiahordozók. Nem elhanyagolható sem a földgáz sem a szén irgalmatlan felhasználásának kérdése, de a kőolaj, amellett, hogy rohamos kitermelése és felhasználásának növekedése miatt káros a környezetre, lassan el is fogy. A legegyszerűbb becslések, melyek csak az éppen ismert készleteket és az átlagos fogyasztásunkat veszik figyelembe, 40 -50 évet jósolnak, míg elfogy az olaj, ez nyilvánvalóan csak erős becslés, de a nagyságrend érezhető belőle.

Természetesen már régen felmerült eltérő energiahordozók használata. Persze ez az átállás nagyon sok szempontból bonyolult, nehézkes és kényelmetlen, de ha nem akarjuk, hogy pánikszerű legyen a váltás, már most el kellene kezdeni. Ha már át kell térni egy újfajta üzemanyagforrásra, fontos, hogy az ne legyen annyira káros a környezetre, mint a kőolaj és a földgáz égetése, mert ezzel egy jelentős környezeti problémát oldanánk meg. Ilyen anyagok, eljárások viszont már most is léteznek, de ezekkel továbbra is problémák vannak.

Alternatív hajtóanyag használatának indokai

- Kőolajkészletek egyenlőtlen eloszlása (importfüggőség csökkentsége)
- Kőolajkészletek előre jelzett kimerülése

- Kőolajár változások
- Kőolajtól valófüggőség csökkentése
- Környezetvédelmi és humánbiológiai okok
- Megújítható és megújuló energiaforrások kihasználása
- Környezetszennyező fosszilis energiahordozók kiváltása
- Jobb minőség igénye
- Kisebb költség igénye
- Vidéktámogató politikai lehetőség
- Mezőgazdasági túltermelési válságok levezetése
- Parlag-földek hasznosítása
- Kisebb szén-dioxid kibocsátás
- Hozzájárulás a talaj-és vízvédelemhez, továbbá az élőhely-minőség javításához

A jelenlegi helyzet

Összesen kb. **710 millió** gépkocsi van a világon

- Ennek több, mint 99 %-a benzin-vagy dízelüzemű
- **3,5millió(0,5 %)**propán-butángáz(LPG) hajtású autó
- 850 ezer (**~0,1 %**)földgáz(CNG és LNG) hajtású autó

Motorhajtóanyagokkal szemben támasztott követelmények

- Alkalmas legyen energiaátadásra a belsőégésű motorok működési körülményei között
- Könnyű kitermelhetőség vagy előállíthatóság

- Minél kisebb mértékű károsanyag-kibocsátás legyen kitermeléskor vagy előállításakor
- Nagy és viszonylag állandómennyiségben rendelkezésre álljon
- Környezetre káros összetevőket ne, vagy csak nagyon kis mennyiségben tartalmazzon
- Nagy energiatartalom
- Szükséges mértékű elpárolgás
- Ne okozzon korróziót
- Kellő hő-stabilitás
- Megfelelő kémiai ellenálló-képesség
- Ne legyen mérgező
- Lehetőleg ne legyenek szennyezők és korróziókeltők sem a visszamaradóhajtóanyag-komponensek, sem az égéstermékek; ezek ne koptassák a hengereket és más motorelemeket
- Megfelelő kenőképesség
- Összeférhetőség motorolajokkal
- Elfogadhatóár
- Könnyű és veszélytelen kezelhetőség
- Felhasználáskor viszonylag környezetbarát égéstermék
- Meglevőmotorokban való alkalmazhatóság: ne okozzon beruházási bizonytalanságot az üzemeltetőknél; ne legyen piac-bevezetési fékezőhatása; hajtóanyaggyártók és –forgalmazók kockázatmentessége; gépjárművek

üzemeltethetősége alternatív hajtóanyag hiányában hagyományossal

- Meglevőmotorok kismértékű átalakítási igénye: problémamentes és kis költségű megvalósítás; alkalmasság a hagyományos hajtóanyaggal valóüzemeltetésre vagy könnyű visszaállíthatóság; beállítható paraméterek változtatása
- Környezetvédelmi és humánbiológiai szempontból legalább olyanak kell lenniük, mint a hagyományos hajtóanyagoknak: korlátozott emisszió; fontosabb nem korlátozott kibocsátások pl. aldehidek; kis összes szén-dioxid emisszió; jó biológiai lebonthatóság; nem nagyobb zajkibocsátások
- Üzemeltethetőség legkisebb költségráfordítással: ne legyen nagyobb a fogyasztás; hosszú távú rendelkezésre állás; karbantartási és javítási költségek ne növekedjenek; ne legyen drágább a hagyományos hajtóanyagnál; összeférhetőség a szokásos motorolajokkal
- Elegendő és állandó minőségű hajtóanyag rendelkezésre állása mindenütt

Milyen alternatív üzemanyagok léteznek?

- **Folyékony PB-gáz**
- **Sűrített földgáz**
- **Folyékony földgáz**

- **Metanol (M85)**
- **Etanol (E85)**
- **Biodízel (B20)**
- **Elektromosság**
- **Hidrogén/Víz**

Hidrogén

A hidrogént vagy kőolajból/földgázból állítják elő, ami nem valószínű, vagy vízből hidrolízissel. Utóbbi esetben az előállítását természetesen ugyanúgy fedezni kell más energiahordozó felhasználásával.

Előnyök:

Hidrogén égetésével semmilyen szennyezőanyag nem keletkezik, csak víz. Az energia hidrogénben való tárolásának az igazi előnye az, hogy sokkal gyorsabban, gazdaságosabban lehet feltölteni, mint egy akkumulátort.

Hátrányok:

A hidrogén igazi hátránya a tárolhatóságában van. Vagy nagyon jól szigetelő tankot igényel, és folyékony, kriogén állapotban tároljuk, vagy vastag, erős tankot, és akkor nagy nyomáson. Lehetne tárolni fém-hibridben abszorbeálva (elnyelve), de ez a tárolási módszer drága. Ha a hidrogént a jármű állítja elő, az a hatásfokot nagyban rontja. Szállítani is nehéz, ha viszont az értékesítés helyszínén állítják elő

mondjuk vízből, az a kisebb vízbontó berendezés hatásfoka miatt hátrányos, ugyanis egy nagyobb, központi vízbontó berendezés jobb hatásfokkal bír. A hidrogént vagy fosszilis energiahordozókból, vagy vízbontással kell előállítani, mindkettő problémás az erőforrásválság, valamint a globális felmelegedés oldaláról.

Elektromosság

Az elektromosságot elő lehet állítani, környezetszennyező, illetve teljesen környezetbarát módon is, ugyanakkor a robbanómotor hatásfoka olyan alacsony, hogy ha a modernebb szén tüzelésű erőművekkel előállított energiát használjuk fel, még a szállítási veszteségekkel együtt is megéri mind pénz, mind a szén-dioxid kibocsájtása szempontjából. Az elektromos járművek alapvetően két csoportba sorolhatók: lehetnek akkumulátorosak illetve hibridek. A hibrid autók működési elve az, hogy van bennük egy robbanómotor is, ami akkor lép működésbe, amikor az elektromotor hatásfoka alacsonyabb, mint az övé.

Előnyök:

Gyakorlatilag a legtisztább meghajtás az elektromos meghajtás, ugyanis nem bocsájt ki szennyező anyagot. Az elektromotorok hatásfoka igen jó, olyannyira, hogy tulajdonképpen megéri egy erőműben elégetni az erőforrást, elektromos áramot generálni, transzformálni, szállítani, visszatranszformálni, az akkumulátort feltölteni, majd azzal

meghajtani egy elektromotort, mint ugyanazt az erőforrást belsőégésű motorban elégetni (az erőmű generátora sokkal jobb karban van, mint egy átlagos motor). Ezen felül az elektromotor akár generátorként is üzemel motorfék használata esetén. Ez más energiahordozóra lefordítva kb. azt jelentené, ha fékezéskor töltődne a tank. És bár az energia erőműből jön, ahol ugyanúgy szennyezőanyag jut a levegőbe, ez a probléma még mindig könnyebben oldható meg, mint az, hogy például egy autón alakítsuk át az energiát, ahol korlátozott a hely. Az elektromos autók fenntartási költsége, illetve beléjük az „üzemanyag” igen olcsó.

Hátrányok:

Az elektromos járművek ára igen magas. Ezzel szemben a fenntartási költség csekély, így idővel megtérül a befektetett összeg, főleg a városi közlekedés során kevesebb az üzemanyagköltség. Az elektromos járművek nagy hátránya, hogy nem tudnak egy töltéssel nagy távolságokat megtenni (kb. 100-200 km), ez pl. városi közlekedésben elegendő, de hosszabb utakra kevés.

A hibrid járművekben legalább két különböző erőforrást, és két különböző energiatároló rendszert is találunk. Általában villamos motorok és energiatárolók egészítik ki a belső égésű motorokat, de akad példa hidraulikus hibridekre is. A villamos motorok fékezéskor generátorként működtethetők, ezáltal a mozgási energia egy részét újra fel lehet használni

gyorsításra. Ennek következtében csökken az üzemanyag fogyasztás és a károsanyagok kibocsájtása. A városi buszok a nagyszámú indulás-megállás miatt a hibrid rendszerek kipróbálásának és alkalmazásának kiváló alanyai.

A hibrid rendszerek hosszú évtizedek kísérleti üzeme után mára érték sorozatgyártásra alkalmassá. Az olajválság hatására kezdődtek az első kísérletek, ez alól Magyarország sem volt kivétel. Kettő darab Ikarus buszt épített át hibrid üzeműre az Autokut és a Villamosipari Kutató Intézet.



A múlt század hetvenes éveiben kitört olajválság ráirányította a figyelmet a közlekedés túlzott kőolajfüggésére és már szóba került a környezet védelme is. Ezért a hetvenes évek közepére számos kísérleti meghajtású busz készült szerte a világon a

gázturbinás meghajtástól kezdve egészen a teljesen akkumulátorokról üzemelő elektromos buszokig. Azonban ekkor még csak a hagyományos ólom akkumulátoroknak volt elérhető áruk, az egyetlen komoly alternatívát a manapság már elavult Nikkel-Kadmium akkumulátorok jelentették. Az ólom akkumulátortelegeknek komoly hátrányuk volt az igen nagy, több tonnás tömeg, ezért a dízel-hibrid megoldások felé fordult a fejlesztők figyelme, itthon is.

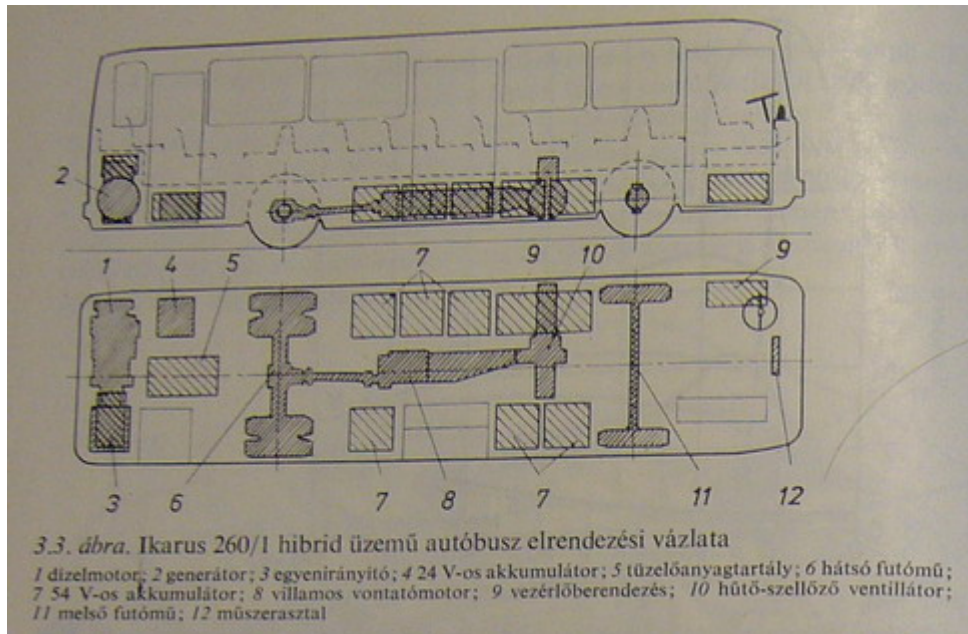
A hetvenes években a hazai buszgyártás felfutásával intenzíven kutatott területté vált az autóbuszokkal kapcsolatos számtalan terület. A fejlődődésben lévő elektronikus alkatrészek és a növekvő légszennyezés hatására a Villamosipari Kutató Intézet(VKI) 2. főosztálya az alternatív meghajtásokat kereste, kutatta és fejlesztette az Ikarus számára.

Az 1970-es évek elején a budapesti trolibusz hálózat felett a megszüntetés rémképe lebegett, ezért a trolibuszok fejlesztése ekkor még nem került szóba. Így a nemzetközi kutatásokkal összhangban kettő darab hibrid busz megépítésére vállalkozott a VKI és 1971-ben kezdte el a buszokba szánt hajtás fejlesztését.

1975-re két darab kísérleti hibrid busz készült el. A buszok karosszériája az Ikarus szalagjáról került le, az ekkor a fővárosnak szállított Ikarus 260.00 típus szolgált a hibrid

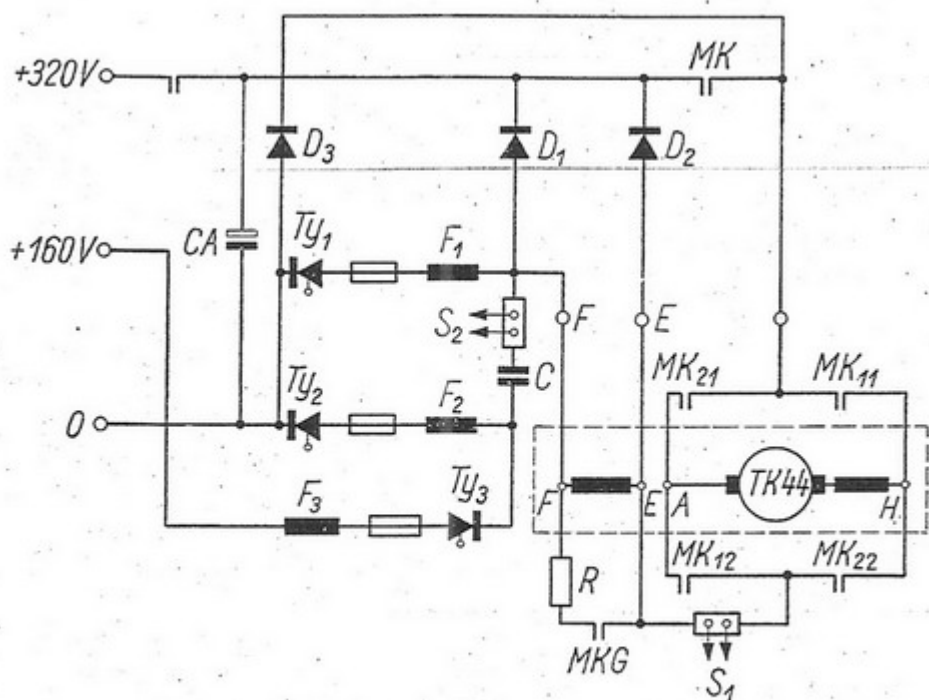
buszok alapjául. A helyigényes hibrid hajtáshoz át kellett alakítani a karosszériát, ezt az Autokut végezte, ahogy az új főegységek beépítését is. Kívülről a legjelentősebb változás, hogy a megszokott 2-2-2 felszállósávós elrendezésű ajtóképlet 2-2-1-re változott, azaz az utolsó ajtó keskenyebb lett. Erre azért volt szükség, mert a busz végében kapott helyet a generátor és az azt hajtó dízelmotor. A busz eredeti főhajtóművét kicserélték a Rába szovjet trolibuszokhoz gyártott főhajtóművével. A buszok soros hibrid rendszerűek voltak, azaz a buszokat csak villamos motor mozgatta, a hajtáshoz szükséges energiát akkumulátor és egy belsőégésű motorral hajtott generátor biztosította. Mindkét busz angliai gyártású Ford dízelmotort kapott, a generátor háromfázisú, kefe nélküli EVIG szinkron generátor volt. A generátor által termelt váltakozó áramot háromfázisú egyenirányító híd alakította egyenárammá. A beszerelt ólom akkumulátorokat a Villamos Berendezés és Készülék Művek (VBKM) gyártotta. A buszok első megvalósított formájukban a légsűrítőt és a szervó szivattyút a dízel motor hajtotta, csak a villamos segédüzemek, a villamos motor és az akkumulátor szellőzői voltak villamos hajtásúak. A hagyományos kezelőszerveken túl egy menetpedál, fékpedál, főkapcsoló, gyújtáskapcsoló gomb, irányválasztó kapcsoló, generátor gerjesztés kapcsoló, mezőgyengítés kapcsoló, motorfék kapcsoló került beépítésre. A villamos motorok a generátortól és az akkumulátorteleptől is kaphatták az energiát. A két buszban különböző villamos

motorokat építettek be, és ennek megfelelően az ezeket tápláló áramátalakítók is különböztek.



Az Ikarus 260/1 hibrid busz elrendezési vázlata

Az Ikarus 260/1 hibrid típusú buszba a Ganz Villamossági Művek(GVM) TK 44 típusú, soros egyenáramú motorja került beépítésre, noha eredetileg az erősebb és újabb THK34 (95kW) típusút tervezték beépíteni. A motort a VKI-ban kifejlesztett tirisztoros egyenáramú szaggató táplálta. A szaggató főtirisztora AEG, a segédtirisztorok és a diódák Szaranszk gyártmányúak voltak, a levegővel hűtött szaggató 83,3Hz frekvenciával üzemelt.



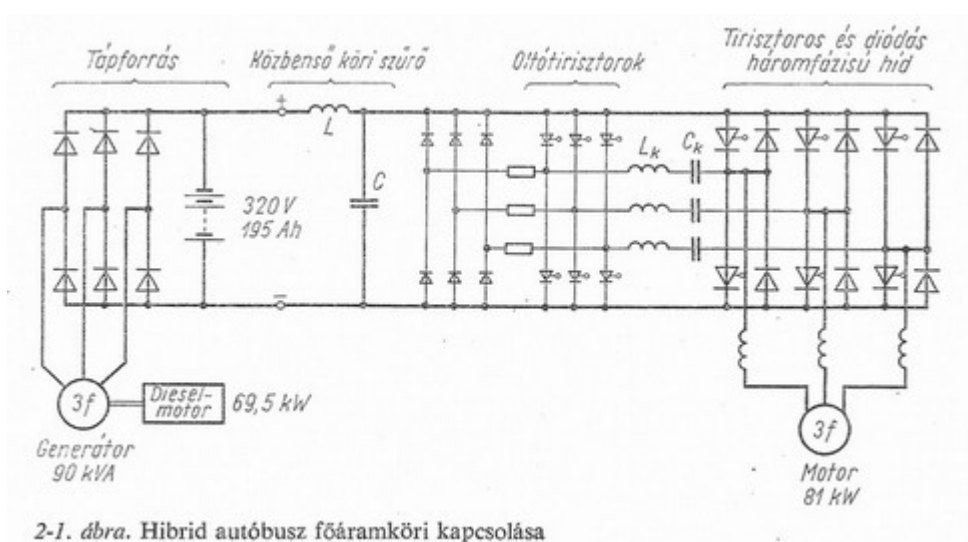
15-2. ábra. Laboratóriumi modell. Egyenáramú szaggató és vontatómotor

A 260/1 hibridben használt szaggató laboratóriumi modelljének kapcsolási vázlata

Az Ikarus 260/2 hibrid típusú buszba az Egyesült Villamosgépgyár (EVIG) RHX 225 V2 típusú, kétpólusú, rövidre zárt forgórészű aszinkron motorja került beépítésre. A motort a VKI-ban kifejlesztett tirisztoros impulzus inverter táplálta.

Érdekesség, hogy egy ehhez nagymértékben hasonlító hajtást 1977-ben a BKV 3633-as pályaszámú „Stuka” villamosába is beépítették. Ennél a megoldásnál az egyes motorok kisebb teljesítményűek (37kW) voltak, az egyes forgóvázakon 2db motor volt elhelyezve, amik párhuzamosan kapcsolódtak a

busznál használnál nagyobb teljesítményű inverterre. A két különböző járműben használt inverter felépítése és vezérlése azonos volt.



A 260/2 hibridbe épített főáramkör kapcsolási vázlat

Az inverter igen újszerűnek számított, nagyobb darabszámban történő alkalmazását az ekkor még fejletlen kapcsolóelemek (tirisztorok) hátráltatták. Az inverter McMurray-féle kapcsolású, a váltakozó feszültség nagyságát impulzus vezérléssel változtatták. 0 és 22Hz között szinuszos modulációval változtatták az impulzusok szélességét. Az elvi legnagyobb kimeneti frekvenciája 100Hz, a próbák során 90Hz volt, az elért 54km/h maximális sebesség mellett. Az inverter szabályozása a motor áramát és a frekvenciát állította be.

A kapcsolóelemek Siemens gyorsirisztorok voltak, oltásukhoz 1190A csúcsértékű félszínusz alakú oltóáram szolgált. A legnagyobb motoráram 495A volt 470Nm indítónyomaték leadása esetén, ehhez képest igen nagy a tirisztorok kikapcsolásához szükséges áram, de ekkor ez még szükséges rossz volt. Az oltókör sok áramkörü elemet igényelt, nehézkes és nagy veszteségű működés jellemezte. A későbbiekben megjelentek a külső segítség nélkül is az átfolyó áram megszakítására képes kapcsoló elemek (GTO,IGBT), amik lehetővé tették előbb az egyenáramú szaggatós járművek(GVM trolibusz) majd az aszinkron hajtás(IK412T, GST12) tömeges elterjedését.

Típus	Ikarus 260/1. hibrid	Ikarus 260/2. hibrid
Belsőégésű motor	Ford 2704ET álló, soros 6 hengeres turbó feltöltéses dízel motor	
Lökettérfogat	5,95l	
Teljesítmény	69,5kW (94,5LE)	
Tömege	455kg	
Generátor	EVIG SHX 200 M4 forgóegyenirányító, háromfázisú	
Látsz. Teljesítmény	S=70kVA	
Névl. Feszültség	300V~	
Tömege	300kg	
Akkumulátortelep	VBKM III. P310 ólom	
Tárolt energia	63,18kWh	
Névl. Feszültség	324V	
Tömege	2600kg	
Vontatómotor	GVM TK 44	EVIG RHX 225V2
	soros egyenáramú motor	háromfázisú kalickás aszinkron motor
Teljesítmény	66kW	81kW
Névl. Feszültség	300V	200V~
Nyomaték	n.a.	475Nm
Tömege	n.a.	n.a.
Szaggató	VKI egyenáramú szaggató	-
Inverter	-	VKI feszültség inverter



A tapasztalatok:

Pozitívum hogy a buszok működőképesek voltak, különösen nagy jelentőségű, hogy az ekkor még fehér hollónak számító aszinkron motoros busz is jól működött. 1976-ig ez volt a

legnagyobb teljesítményű inverteres hajtás, ami itthon készült. Ezek a kísérleti hajtások képesek voltak visszatáplálni a fékezés során az akkumulátorba. Negatívum, hogy az Ikarus a busz biztosításán túl nem vett részt tevőlegesen a fejlesztésben, ez a dízel motor beállításában, a hangszigetelések hiányában nyilvánult meg. Az ekkor rendelkezésre álló motorok és az ezeket tápláló átalakítók a mai viszonyokhoz képest szerény visszatáplálási képességekkel rendelkeztek, nagy veszteséggel működtek, ezért és a nehéz akkumulátorok miatt nagyon megnövekedett önsúly miatt csak szerény megtakarítás jelentkezett a fogyasztásban. További jelentős hátrány, hogy az akkor még csekély megengedett tengelyterhelés miatt a buszok befogadó képességét csökkenteni kellett. Így a dízel 260-asoknál megszokott 97 fő helyett csak 39 fő szállhatott volna fel a hibrid buszokra.

Időközben az olajválság hatására a felszámolás helyett a budapesti troli hálózat fejlesztése prioritást kapott, így a következő tervidőszakban már a trolibuszokhoz kapcsolódó fejlesztések kaptak hangsúlyt a VKI-ben. Bár ekkor még a szovjet-magyar együttműködésben kifejlesztendő új karosszériákba szánták volna a villamos hajtást, végül a 280-as Ikarus karosszériába épített GVM villamos berendezés profitált ennek az érdekes és már-már elfeledett kísérletpárnak az eredményeiből.

A hibrid hajtásláncoknak sokféle változata van, mi azonban csak a buszokba szánt és az Európában forgalmazott és gyártott megoldásokkal foglalkozunk. Alapvetően kétféle hibrid hajtáslánc létezik, a soros és a párhuzamos. A soros megoldás lényege, hogy a belső égésű motor egy generátort hajt meg és nincs mechanikai kapcsolata a kerekekkel. A generátor tölti az energia tárolókat és a meghajtásról gondoskodó villamos motornak is továbbíthat energiát. Előnye, hogy a dízelmotor optimális tartományban működtethető. Az elrendezés hátránya, hogy az energia sok átalakításon megy keresztül, ez csökkenti a rendszer hatásfokát.

A párhuzamos megoldásban a belső égésű motor és a villamos motor is tudja hajtani a kerekeket, ebben az esetben elegendő egyetlen villamos gép is. Ez a villamos gép a soros megoldásnál használt motornál kisebb lehet, mert nem csak ez hajtja a kerekeket. Előnye a súlytakarékoság és a hagyományos hajtáslánc felhasználása. A megoldás hátránya, hogy a belső égésű motor működése nem független a jármű mozgásától. Összességében az elvek és az eddigi tapasztalatok alapján a soros rendszer a kis megálló távolságú városi vonalakra, a párhuzamos a nagyobb megálló távolságokkal rendelkező vonalakra alkalmas hajtási mód.

A villamos motorok előnye, hogy a legnagyobb nyomatékuk már az indulástól rendelkezésre áll, és rángatás nélkül

képesek gyorsítani. Ez az előny igazán a soros rendszerek esetén jelentős. A villamos motorok a megállóban és dugókban állva nem fogyasztanak, ezek az állapotok városi buszok esetén gyakran előfordulnak. Ezt és az energiatároló létét kihasználva, ha a segédüzemeket is elektromos hajtásúra alakítják, akkor az energiát termelő dízelmotor bizonyos ideig leállítható, ezt hívják start-stop üzemnek.

A soros megoldáshoz áll közel a hidraulikus rendszerű hibridek működési elve. Ebben az esetben a belső égésű motor egy szivattyút hajt meg, a kerekeket a szivattyú által biztosított nyomás segítségével hidromotorok hajtják meg. A fékezés során visszanyert mozgási energia tartályokba kerül, ahonnan a gyorsítás során ismét fel tudják használni a hidromotorok. Európában a Kutsenits cég Hydra City busza alkalmazza ezt a hajtási módot.

De térjünk vissza az elektromos hibridekhez! A fékezések során a visszanyert energia tárolásáról általában akkumulátorok gondoskodnak, újabban az úgynevezett szuper- vagy ultrakapacitások is kezdenek elterjedni. Viszonylag ritkán használt megoldás a lendkerekes energiatároló. A buszokra szerelt, több száz volt feszültséget szolgáltató akkumulátor egységek blokkokból, a blokkok pedig cellákból állnak. A cellákat sorosan és párhuzamosan kapcsolva épülnek fel a blokkok, ezeket összekapcsolva kapjuk az egységeket. Az akkumulátorok között a nikkel-

fémhidrid(NiMH) és a lítium-ion akkumulátorok használatosak a hibrid járművekben. Jelenleg a nikkel-fémhidrid akkumulátorok az elterjedtebbek. Élettartamuk 5-7év. Ezekről nagyobb energia- és teljesítménysűrűségűek a lítium-ion akkumulátorok. Ez azt jelenti, hogy azonos kapacitású akkumulátorok esetén a lítium könnyebb és kisebb. Hátrányuk, hogy érzékenyek az üzemi körülményekre, az igénybevétel minőségére és a külső hőmérsékletre. Ezért folyamatos hűtést és precíz töltésszabályozást igénylenek. Az elterjedésüket az újfajta alapanyagok és a különböző cellák közötti töltéskiegyenlítő megoldások segítik. Egy lítium-ion cella névleges feszültsége 3,3-3,6V. Az alábbi képen egy ilyen cellát láthatunk, mégpedig a Volvo 7700 Hybridben használt A123Systems 32113 típusút:



Ultrakapacitások

Az ultrakapacitásokat szokás szuperkapacitásoknak is nevezni, azonban az eredeti elnevezése ezeknek az

eszközöknek a az elektrokémiai kettős kapacitás. A működésük elve a kondenzátorén alapul, azaz a villamos energiát sztatikusan tárolják. Mivel nincs kémiai reakció, ezért nagyon sokszor, akár egy milliószor is feltölthetők és kisüthetők(lemeríthetők). Az akkumulátoroktól eltérően az ultrakapacitásoknak kicsi az energia sűrűségük, cserébe nagy a teljesítmény sűrűségük. Ez azt jelenti, hogy az akkumulátorok hosszabb ideig tudnak relatíve nagy terhelést egyenletesen kiszolgálni, az ultrakapacitások viszont rövid ideig tartó nagy teljesítmény leadására alkalmasak, amit az akkumulátorok általában kevésbé tolerálnak. Az ultrakapacitások a környezeti hőmérséklet változására kevésbé érzékenyek, mint az akkumulátorok, egyszerűbb a töltöttségi állapotuk meghatározása. A töltésük és a kisütésük hatásfoka magasabb, nem érzékenyek hirtelen fellépő nagy áramokra, az úgynevezett mikro- és mélykisütésekre sem. A legfontosabb azonban, hogy az akkumulátorok maximálisan várható 5-7 év élettartamával szemben az ultrakapacitások akár egy évtizeden át is üzembiztosan működnek, azaz a jármű élettartamát kiszolgálják. A gépkocsik fedélzeti elektromos rendszerében már ma is találunk ultrakapacitásokat, a jövőben a vontatási célú akkumulátorok és ultrakapacitások együttes használata tovább csökkentheti a járművek fogyasztását, az ultrakapacitások jelenléte pedig növelheti az akkumulátorok megbízhatóságát és élettartamát.

A hibrid rendszerek bonyolultak, ezért az eddig belső égésű motort gyártó nagy gyáraknak is szüksége van a villamos iparban jártas partnerekre. A táblázatban a nagy gyártóknál mégis azért tüntettük fel részvételüket a szállítók között, mert a kis karosszálóktól eltérően jóval nagyobb hangsúlyt fektetnek a rendszer különböző elemeinek az összehangolására. Ez a saját karosszériájukhoz, meglévő belső égésű motorukhoz való igazítást jelenti. A különböző városok eltérő megállótávolságai és terepviszonyai nagy kihívás elé állítja a hibrid buszt gyártókat, mert jelentős eltérések adódhatnak az üzemanyag megtakarítás mértékében, akár egy város eltérő vonalain is. Erre az automata váltókhöz hasonló előre programozott üzemmódokkal, töltési stratégiákkal készülnek fel.

A környezet védelme és a kimerülő félben lévő kőolajkészletek miatt egyre nagyobb teret kap a buszok károsanyag kibocsájtásának és a kőolaj felhasználásának minimalizálása. A hagyományos dízelmotorokat kiegészítve villamos motorokkal lehetővé válik a mozgási energia egy részének a visszanyerése, elraktározása és újbóli felhasználása, csökkentve ezzel a gázolajfogyasztást. A hibrid buszok gyártói általában 20-30%-os fogyasztás csökkenést ígérnek. A károsanyagok kibocsájtása is nagymértékben csökken. Ezen felül a hibrid buszok csendesebbek hagyományos társaiknál és a hagyományos fékberendezés is kevésbé kopik.

Legnagyobb hátrányuk, hogy a beszerzési költségük jóval magasabb a hagyományos buszokénál, az ígért fogyasztás csökkenést nem mindig tudják produkálni és az energiatárolók élettartama egyelőre a jövő homályába vész.

Lássuk a konkrét megoldásokat:

Gyártó Típus	Mercedes Citaro G Bluetec Hybrid	MAN Lion's City Hybrid	Solaris Urbino18 Hybrid	Solaris Urbino18 Hybrid	Solaris Urbino12 Hybrid	Volvo 7700 Hybrid	Scania Omnalink Hybrid	Hess LightTram Hy.	VDL Phileas	Temsa Avenue Hybrid
A hibridrendszer szállítója	Mercedes, ZF, Siemens soros	MAN, Siemens soros	Allison Ep50 párhuzamos	Voith párhuzamos	Eaton párhuzamos	Volvo, TM4 párhuzamos	Scania, Voith soros	Vossloh soros	soros	Siemens soros
Dizelmotor	Mercedes OM 924	MAN D08	Cummins ISB6.7	Cummins ISB6.7	Cummins ISB 6.7	Volvo D5E	Scania Etanol 9 literes	Scania DC918	Ford WSG 1068	Cummins ISB 6.7
teljesítmény	160kW(218LE)	184kW(250LE)	184kW	184kW	165kW(220LE)	158kW(210LE)	198kW(270LE)	228kW	160kW	184kW(250LE)
nyomaték	810Nm	1050Nm	1020Nm	1020Nm	850Nm	850Nm	1200Nm	1200Nm	450Nm	1020Nm
Váltó	nincs	nincs	Allison Ev60	Voith DIWA	Eaton 6 seb. Aut.	Volvo I-shift 12 seb.	nincs	nincs	nincs	nincs
Generátor	nincs adat	Siemens 1FV5139 szinkron	nincs	nincs	nincs	nincs	Voith ELVO drive	Kirsch PME 315/45 szinkr.	Kirsch	Siemens
teljesítmény	n.a.	145kW	-	-	-	-	220kW	190kW	150kW	-
Vontatómotor	ZF AVE 130 kerékagymotor	2* Siemens 1PV5138 aszinkron	2*Remy HVH 410	Voith DIWAhybrid	Eaton állandó mág. Szinkron	TM4	Voith ELVO drive TFM	Skoda aszinkron	Brush HMA aszinkron	2*Siemens 1PV5138 aszinkron
teljesítmény	4*60kW (60kW pillanatnyi)	2*75kW	2*75kW	150kW	28kW(44kW pillanatnyi)	70kW pill. 118kW(160LE)	150kW	2*160kW	4*39kW	2*85kW vagy szinkron 140kW
nyomaték	2*1000Nm	2*205Nm (max. 2*450Nm)	2*580Nm	n.a.	420Nm	400Nm (max. 800Nm)	1800Nm(pill. 2750Nm)	2*1800Nm	n.a.	2*220Nm(max. 2*530Nm)
Energiatároló	A123Systems Li-ion akkumulátor	Maxwell ultrakapacitás	Cobasys Ni-Mh akkumulátor	Maxwell ultrakapacitás	Kokam Li-ion akku.	A123Systems--Magna-Steyr Li-ion akku.	Maxwell ultrakapacitás	Maxwell ultrakapacitás	CCM lendkerék	Maxwell ultrakapacitás
Feszültség, tárolt energia	27kWh	400-630V; 0,4kWh	600V; 10kWh	modulonként 125V	340V; 3,6kWh	600V; 4,8kWh	4*125V; >0,4kWh	4 modul, össz. 1kWh	4kWh	720V 0,6kWh
teljesítmény	240kW	200kW	n.a.	n.a.	n.a.	~80kW	n.a.	240kW	300kW	n.a.
Start-stop	igen	igen	nem	n.a.	igen	igen	n.a.	igen	n.a.	n.a.
Fogyasztás	-20-30%	-30%	-22-24%	-35%	-20-30%	-30%	-25%	-20-30%	n.a.	-20-30%



Solaris

Európában a Solaris lépett a leghamarabb, már 2006-ban bemutatta saját hibrid buszát. A hajtásláncot az amerikai Allison cégtől vásárolták meg. Az Allison hibridrendszere ekkor már több száz buszban működött sikeresen az amerikai kontinensen. Azonban Európában az első buszok próbafutásai nem hozták meg a várt 20-30%-os fogyasztáscsökkenést, ezért átdolgozták a rendszert. A hagyományos dízelbusz átlagos 57,1 literes fogyasztásához képest 49,3 litert mértek Drezdában, több vonal átlaga

alapján, ami 13,7%-os megtakarítást jelent. A kezdetben használt 8,9 literes, 330 lóerős Cummins dízelmotor helyett egy kisebb, 6.7 literes 250 lóerős került és az akkumulátorok töltési stratégiáját is az európai viszonyokhoz igazították. Motor elhelyezése is megváltozott, az alacsonypadlós buszoknál szokatlan középmotoros elrendezés helyett vevői kérésre visszatértek a farmotoros kialakításhoz. A fogyasztás javult, azonban pár városban még jelenleg se váltja be a hozzá fűzött reményeket. Münchenben az MVG csak tíz százalékos fogyasztáscsökkenést tapasztalt a dízel buszokhoz képest, de a szintén müncheni MVV már 25% megtakarítást tudott elérni. A fogyasztást általában azonos típus dízelmotoros verziójához hasonlítják, vagy azonos kategóriájú buszokhoz. Németországban több helyen is közlekednek Urbino hibrid buszok, Brémában 8-11% közötti megtakarítást, Münster városában egy hetes tesztfutás alatt 13-15% , Genfben szintén pár hetes tesztüzem alatt 7%-os megtakarítást mértek.

A hibrid rendszer felára 170000euró, a körülbelül 300 ezer euróba kerülő dízel busz ára így 470 ezer euróra növekszik hibrid meghajtás esetén.

A Solaris karosszáló, ezért nem kötelezte el magát egyetlen rendszer mellett. A tavaly Kortrijkban bemutatott 12m-es szóló buszukba már a szintén amerikai Eaton rendszerét építették be. Ennek a busznak az a különlegessége, hogy az

akkumulátorokat sikerült az utastérben elhelyezni anélkül, hogy a dízel változattól számottevően több dobogó lenne az utasterében és a tetőre nem került semmi. Ebben a buszban már start-stop rendszer van beépítve, azaz a motor a megállókban leállhat. Ennek az a feltétele, hogy a segédüzemek (légsűrítő, szervó szivattyúk) villamos meghajtásúak legyenek.

A valós fogyasztásáról a rövid ideig tartó tesztüzemek miatt még korai lenne nyilatkozni, azonban az utasok és a járművezetők sok helyen a busz gyenge gyorsulására panaszkodtak.

A Solaris további hibrid hajtásláncok beépítésétől sem riad vissza, 50db Voith párhuzamos rendszerrel felszerelt buszra van megrendelése és a tervek között szerepel egy Vossloh-Kiepe gyártmányú, soros hibrid rendszerrel szerelt Urbino 18-as busz megépítése is.

Mercedes

A Mercedes a Citaro csuklós változatába építette be először a hibrid hajtást, a busz neve Citaro G BlueTEC Hybrid. Egy soros hibrid rendszert használ. A hagyományos dízel csuklós buszokban használt, 6 hengeres, 12literes 300-350lóerő teljesítményű dízelmotor helyére egy 4,8literes 160kW(218LE) teljesítményű motor került, mivel nincs szükség a 12literes motor nagy indítónyomatékára.

Ezzel 450kg tömeget sikerült megtakarítani. Ez a motor egy generátort hajt, a tetőre pedig 170kW teljesítményű, 27kWh energiát tárolni képes 330kg-nyi lítium-ion akkumulátort helyeztek. Az akkumulátorokat folyadék hűti. A busz hajtásáról 4db kerékagy motor gondoskodik, amelyeket az utolsó 2 darab portáltengelybe építettek be. A motorok egyenként 80kW teljesítményűek, folyadékhűtéssel. 650V-os feszültségről működnek.

A villamos motorok a dízelmotortól független hűtőkörrel üzemelnek, mert az üzemi hőmérsékletük 73°C szemben a dízelmotor 95°C-os hőmérsékletével.

A villamos motorok a portáltengelybe vannak integrálva, a tengely szállítója a ZF. A tengely egy módosított változata bármely karosszéria építőnek elérhető, típusa AVE130, a beépített villamos motorok teljesítménye 2*80kW nyomatékuk 2*10500Nm.

A Mercedes hibrid buszban a segédüzemek villamos meghajtásúak, így a busz tisztán elektromos haladásra is képes. A busz tömege kb 1 tonnával több a dízeltől, a kisebb dízel erőforrás ellenére. A fejlesztése a busznak nehezen haladt, az ígért első közforgalmú próbákkal egy évet csúsztak. Jelenleg már folyik a buszok próbaüzeme Stuttgart, Hamburg és Rotterdam városokban.

MAN



Az MAN is a soros hibrid rendszerre szavazott, a hajtást szállító partnere a Siemens.

A visszatáplált energia tárolásáról itt nem akkumulátorok, hanem ultrakapacitások gondoskodnak. Ezeknek nagyobb a várható élettartamuk az akkumulátoroktól és a környezeti hőmérsékletre is kevésbé kényesek. A busz fejlesztése sokáig tartott, azonban az MAN nem szeretne a Solaris hibájába esni, így a hajtást megpróbálják a lehető legjobban összehangolni és a várt 25-30%-os megtakarítást minden körülmény között elérni. Bár a városi buszok esetében a légellenállás többnyire elhanyagolható, mégis jól jelzi a

fejlesztés aprólékosságát, hogy a busz alaktényezője a tetőre szerelt légterelővel $c_w=0,51$ lett, ez a hagyományos buszoktól kb.20%-al kedvezőbb.

Egyelőre csak a hibrid prototípusának Nürnberg városában zajlott próbáiról vannak adataink. A hajtásra fordított energia fogyasztása átlagosan 1,3kWh/km volt.

A segédüzemek (légsűrítő, szervoszivattyú, egyenáramú átalakítók) fogyasztása 0,33kWh/km.

A kapacitásokba való visszatáplálás átlagos hatásfoka 43%, a maximális visszatáplálási érték 47,% volt. A 36-os vonalon végzett próbafutás során a hagyományos buszok 50,8liter gázolajat fogyasztanak 100 kilométerenként, az előző generáció hibrid buszok 41,18litert, a start-stop automatikával is felszerelt prototípus 34,8litert fogyasztott. Az egyik előszériás példány az elmúlt hetekben állt forgalomba München városában, München után Hágában, Párizsban, Barcelona, Milánó, Bécs városokban hamarosan forgalomba állnak.

Van Hool

A Siemens ELFA II rendszerét építi be a buszaikba, ez az MAN-nél használt megoldással nagyrészt megegyezik, eddig 105db buszra van megrendelés, több mint húsz már üzembe állt. A hibrid hajtás a midibusztól kezdve a városi szólón és

csuklóson át az elővárosi le buszig szinte az összes városi modelljükbe beépítik. Az AG300 csuklós Genfben 17%-os fogyasztás csökkenést tudott felmutatni.

A középmotoros elrendezésű, 11,5m hosszú A300H típusú szóló buszok ára 375 ezer Euró, ebből a hibridrendszer többletköltsége 155 ezer Euró. A buszokban 191kW teljesítményű MAN D0836 motor hajtja meg a Siemens generátort, az energiát Maxwell ultrakapacitások tárolják.

Scania

A Voith soros rendszerét használja, az energiatárolók ultrakapacitások, a generátort meghajtó motor etanollal működik, így a busz igen tiszta üzemű.

Volvo

A Volvónak az alvázgyártása is igen hangsúlyos a komplett buszok mellett, így a hibrid rendszerét alváz formájában is be lehet építeni idegen karosszéria alá. A Volvo fejlesztése igen gyorsan haladt. A megoldás a párhuzamos hibridek elvét követi, azonban számos érdekes és egyedi megoldást is felvonultat. A dízelmotor csak 5 literes lökettérfogatú és 850Nm nyomatékú. Ilyen mértékben „alulméretezett” (downsizing) motor a párhuzamos hibridekben ritka. A motorhoz tengelykapcsoló keresztül kapcsolódik egy integrált indító-villanymotor(I-SAM). A villanymotor képes önállóan is mozgatni a buszt, a dízelmotor start-stop automatikával fel

van szerelve. Az I-SAM egységet a kanadai TM4 cég szállítja, az energiát Li-ion(LiFePO4) akkumulátorok tárolják, ezeket az A123 Systems cég gyártja.

Jelenleg 17db jármű készült el, a genfi közlekedési vállalat az EU-ban tesztelésen lévő 4db 7700 hybrid busz egyikén 26%-os fogyasztás csökkenést mért, a dízel buszokhoz képest. A Volvo Londonba szállított hibrid B5L alvázakat, ezekre helyi gyártó emeletes karosszériát épített.

Típus	Város	Üzemeltető	Mért fogyasztás
Solaris U18 Allison I.	Drezda	DVB	-13,7%
Solaris U18 Allison II.	München	MVG	max. -10%
Solaris U18 Allison II.	München	MVV	-25%
Solaris U18 Allison II.	Bréma	BSAG	-8-11%
Solaris U18 Allison II.	Münster		-13-15%

Solaris U18 Allison II.	Genf	TPG	-7%
Van Hool AG 300 Siemens	Genf	TPG	-17%
Volvo 7700 Hybrid	Genf	TPG	-26%
MAN Lion' City Hy. Siemens	Nürnberg		-30%

A buszgyárak a sorozatgyártásra készülnek fel, a most bemutatott buszok előszériás járművek, kiterjedt tesztelésük zajlik. Azonban ez a tesztüzem nem olcsó, és nem csak a hibrid rendszer többletköltsége miatt van. A buszok folyamatos felügyelete, a járművezető kiképzése, a hajtáslánc optimalizálása mind pénzbe kerül. Például egy Dél-Hollandiában zajló tesztüzem 4db Van Hool A300H típusú busszal történik. A buszok beszerzési ára egyenként 375000 Euro (~101-105millió forint) volt, a két évig tartó (2010.12.31-ig) projekt teljes költségét 2 millió 900 ezer euróra becsülték. Ebből 500 ezer eurót tesz ki a buszok hajtásláncának finomhangolása. A nagy gyártók általában saját maguk végzik a hajtáslánc hangolását, a hagyományos automata váltók automata terepfelismerő programjához hasonló megoldásokat keresve. Ugyanis a beszerzési árban mutatkozó felárat az akkumulátorok élettartama alatt (ez 5-7évre becsülhető) a

kisebb fogyasztásnak kell kompenzálnia, ehhez a csökkenés mértékének nem árt 20% körül, vagy inkább e fölött mozognia.

Összességében még drága játék a hibrid buszok üzemeltetése, azonban a technika fejlődésével egyre megbízhatóbbak lesznek ezek a járművek. Nyugat-Európában a következő években valószínű hibrid boom várható, a főegységek gyártói évente több ezer hibrid busz eladására készülnek fel.

Napelem:

A napelemes autók időjáráshoz vannak kötve, és ha, tegyük fel, egy ideális helyen sosem lenne borult ég, kevés napsütés, akkor is a mai átlagos (nem versenyre szánt) napelemes autók 20-25 km-t képesek megtenni, míg lemerülnek, ami egy benzinmotoros autóhoz képest – valljuk be – nevetségesen kevés. A napelemes gépjárművek a szoláris energiát alakítják elektromos árammá:

a napelem „szíve” a napelem-modul.

Itt történik meg a fény elektromos energiává alakítása, a napsugarak fotonjai elmozdítják a napelem-modul félvezetőjének elektronjait a kötéseiből, ez pedig az elem diódájának anódján és katódján potenciálkülönbséget kelt. Ez pedig elektromos feszültséget gerjeszt.

Elektromos áram:



Ennek egy egyszerűbb formája, ha az autó nem maga termeli meg, hanem „kapja” az elektromosságot, vagyis feltöltjük. Sajnos ez a módszer sem tökéletes, mivel az elektromos áramot előállítani nem olcsó, de ha valaki megengedheti is magának, ennek ellenére csalódni fog, mert a legtöbb elektromos autó kifejezetten lassú. Ezért csak városi kisautóknak gyártják ezeket a járműveket. A töltőállomások kérdése is kényes, mivel egy jól kifejlett kőolaj alapú üzemanyag hálózattal rendelkezik a világ és elektromos töltőállomás csak alig néhány helyen van kísérleti verzióban. Ámbár nyilvánvaló, ha megnőne a kereslet elektromos

töltőállomásokra, gyorsan ki lehetne építeni az ellátó hálózatot. Mindezeket összegezve ez a járműfajta még nem tart ott, hogy felvehesse a versenyt igazán a benzinmotoros járművekkel, de sokat lehet hallani az elektromos autók energiaszükséglet csökkentésének egyre jobb eredményeiről, ezért ha sikerülne kifejleszteni egy optimálist, akár helyettesíthetné a fosszilis tüzelőanyagú járműveket a jövőben.

Gázüzemű motor:

Földgáz/Kőolaj alapú üzemanyagok

- ***Folyékony PB (LPG)***
- ***Sűrített földgáz (CNG)***
- ***Folyékony földgáz (LNG)***

A kategóriába tartozó üzemanyagokat kőolaj lepárlásával, illetve földgázból történhet. A PB gáz cseppfolyósítása forráspont csökkentésével történik, amit a nyomás növelésével érnek el (20 atm), ellentétben a LNG-nél, ahol ezt a hőmérséklet csökkentésével érik el.

Előnyeik:

A PB gázt gázpalackokban tárolják, ilyenekből nyeri a jármű is az üzemanyagot működés közben, bár ezek balesetvédelem miatt beépített tankok. Kevésbé balesetveszélyesek, mint a benzin, vagy a dízel, a vastagabb üzemanyagtartály miatt, és hogy lék esetén biztonságosan elszivárognak, bár ha zárt

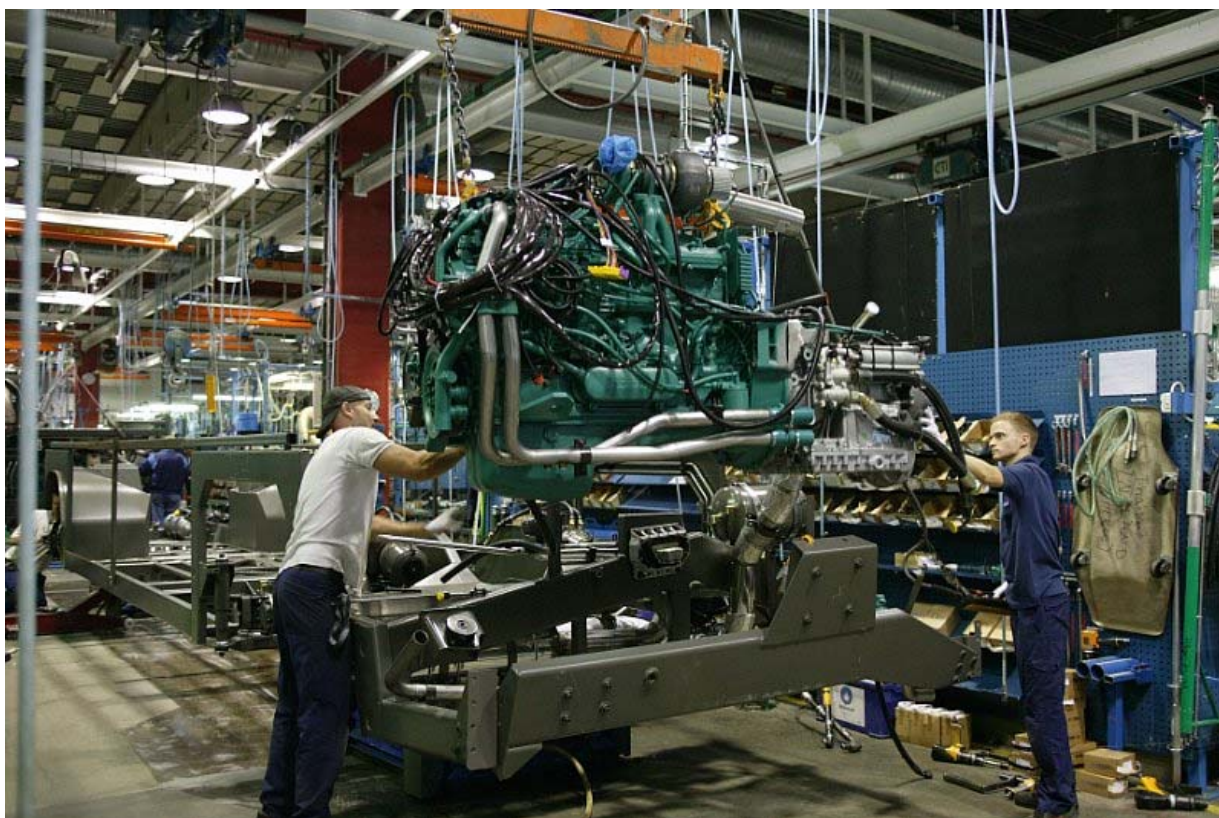
térben vannak, szivárgás esetén akár fel is robbanhat, ezért sem lehet mélygarázsokba beállni LPG járművekkel. A jármű élettartama hosszabb, és a fenntartási költsége is kisebb. A kompresszió tűréseik is jobbak, mint a benziné (oktánszámban kifejezve a PB-nek 105, míg a CNG-nek és az LNG-nek 130 körül van). A folyékony földgázt a hűtés során egyúttal desztillálják is, így tulajdonképpen tiszta metán, ami garantálja az üzemanyag minőségét, míg a sűrített földgázra ez nem feltétlen igaz, hisz az egy keverék (kb. 90% metán). Az üzemanyagtartály kevésbé súlyos, hisz nem kell kibírnia akkora nyomást, így könnyebb a jármű.

Hátrányok:

Tekintve, hogy kőolaj- illetve földgázszármazékok, az erőforrásválság megoldására alkalmatlanok. Alkánokból állnak, ezzel sajnos magában hordozzák azt a tulajdonságot, hogy szén-dioxidra és vízre égnek el, így a globális felmelegedés problémáját szintén nem sikerül velük megoldani, habár a szén-dioxid kibocsájtásuk kisebb, mint a hagyományos üzemanyagoké. Energiatartalmuk is kisebb, mint a benziné, így több kell belőlük, hogy ugyanazt a hatást érjük el. Ez nagyobb üzemanyagtartályt igényel. A tanknak továbbá a PB és a LCG esetében vastagabb falúnak kell lennie, hogy kibírja a megnövekedett nyomást. Ez a két tényező megnövekedett tömeggel jár, ami növeli a veszteséget, nem szólva arról, hogy drágább is. Továbbá az LNG esetében

az egész jármű üzemanyag-rendszerének jól szigeteltnek kell lennie, hogy ne forrjon föl a földgáz (metán), így sokkal drágábbak a hagyományos járműveknél. Akármilyen jó a szigetelés, ha több napig nem használjuk a járművet, elpárolog a földgáz, így ezt az üzemanyagot gyakran, folyamatosan és sokat használt járművekben érdemes alkalmazni.

A sűrített földgáz (CNG) és a cseppfolyós gáz (LPG) a hagyományos motorhajtó anyagokhoz hasonlóan szénhidrogénekből, a szén és a hidrogén különböző vegyületeiből áll. Erre a célra két fő forrásból termelhetünk gázokat. Az első lehetséges csoport a kőolaj párlási folyamataiból származó gázok és a kitermelésnél felhalmozódó gázok. A második a biológiai folyamatok során felszabaduló gázok összessége. A fő eltérés az autógázok és a hagyományos üzemanyagokkal szemben, hogy az előbbiek gáz halmazállapotúak légköri nyomáson. Ezért az üzemanyag tartály nyomása nagyobb, mint 1 Atm. A legtöbb motorhajtásra használt gáz szagtalan, ezért szagosítják őket a biztonság érdekében (hasonlóképpen, mint otthonunkban a bekötött földgázt, hogy megérezzük a szivárgást).



Földgáz hajtású motor

A gáznemű motorhajtóanyagok égési tulajdonságai hasonlóak a hagyományos motorhajtó anyagokéhoz. A gázhalmazállapot miatt a gáz és a levegő összekeveredése egyszerűbb, mint a folyékony üzemanyag esetén. A gáznemű hajtóanyagok gyulladási hőmérséklete magasabb, mint a benziné, a benzin 230-280, cseppfolyósé 500, a sűrített gázé 600-640 Celsius fok. Vagyis gázüzemnél a gyújtás feszültsége, a gyújtórendszer állapota sokkal fontosabb, mint a benzinüzem. A benzinhez képest a gáz égési sebessége kisebb. A gázok égetése során kevesebb káros anyag keletkezik, mivel kisebb a széntartalmuk, ezért kevesebb szén-dioxidot bocsátanak ki illetve hidrogénre és oxigénre

bomlanak, tehát nagyrészt vízre. A vizes környezet miatt jóval nagyobb elővigyázatosság kell a rozsdásodás ellen a motorokban, mint a benzinmotoroknál, mivel ott a benzin, miközben kering, kenőanyagként is funkcionál. Az autógáz használata különféle haszonnal jár. Tökéletesebben égnek, a kipufogógáz kevesebb rákkeltő hatású policiklikus aromás vegyületet tartalmaz. Motortípustól függően a nitrogén-oxid 20-40, a szén-monoxid 60-90, a CH 40-60%-kal kevesebb, ezenkívül nincs a kipufogógázban szilárd részecske.



Földgáz hajtású autóbuszok

CNG:

Compressed Natural Gas – vagyis sűrített földgáz. Bányászattal nyerik ki, majd elosztóállomásokról egyenesen jut el a lakóházakba a fűtéshez, főzéshez és egyéb

gázfogyasztó készülékekbe. Mivel a gázhajtású motorokhoz ugyanaz a földgáz szükséges, hasonlóképpen jut el a töltőállomásokra. Egy töltőállomáson kompresszorokkal körülbelül 250 bar nyomásra sűrítik a földgázt. Ez direkt 50 bárral több, mint a feltöltött palackok nyomása a nyomásveszteség miatt. A gáz összetételében körülbelül 90% metánt tartalmaz a maradék 10% etán, propán, bután összetételű javarészt és tartalmaz szén-dioxidot és nitrogént. Sűrített földgázt főleg egy üzemeltetőnél működő homogén járműparkok használnak. Számuk igen alacsony. Maga a gáz nem mérgező, de oxigénhiányt okoz hosszabb távon.



Sűrített gáz hajtású autó

LPG:

Liquified Petroleum Gas – jelentése cseppfolyós gáz. PB gáznak is hívják, ennek több lehetséges módosulata is van. A cseppfolyós motorhajtó anyag közel azonos összetételű a háztartási PB gázzal, azonban annál előírás szerint kevesebb szennyeződést tartalmazhat, nem tartalmazhat továbbá

kénhidrogént és vizet. Ezek a gázok szénhidrogének finomítása közben keletkeznek melléktermékként. Propán és bután alkotja nagyrészt az elegyet, melyek cseppfolyósak viszonylag alacsony, 6 bar körüli nyomáson, átlagos környezeti hőmérsékleten. A gázüzemanyag kutak részére tartályautókban szállítják, a töltőállomáson tartályban tárolják és szivattyúval töltik a gépkocsi tartályába. A gépkocsik üzemanyag tárolását intelligens szabályozókkal oldják meg, mert a gázok lecsapódási nyomása nagyban függ a hőmérsékletüktől, ezért 3 és 15 bar között is lehet a nyomás, szélsőséges esetekben, télen akár 2 bar is elég, nyáron viszont megközelítheti a 20 bar-t is a nyomás. A cseppfolyós gázok olcsóbbak, elégetésükkor nagyobb energia szabadul fel, a szállításuk olcsóbb, mivel nem kell túl nagy nyomást biztosítani folyamatosan, illetve a töltőállomásokat is jóval olcsóbb telepíteni, mint a sűrített földgáz esetében. A cseppfolyósításra használt üzemanyagok sem mérgezőek, ahogy a CNG gázok sem, viszont nagyobb adag belélegzésekor szintén légszomjat, drasztikusabb esetben fulladást okozhatnak.

Bioüzemanyagok:

Biomassza alapú üzemanyagok

- **Metanol (M85)**
- **Etanol (E85)**
- **Biodízel (B20)**

Az alkoholok esetében földgázból, vagy biomassza erjesztéséből állítják elő, amit főképp kukoricából nyernek, míg biodizelnél: a biomassza növényi olajokból, ritkán állati zsiradékból, akár háztartási fűrészt olajból áll. Jelzésükben a szám arra utal, hogy legtöbbször az üzemanyag hány százaléka a hagyományos üzemanyagok mellett.

Előnyök:

Mivel szobahőmérsékleten is folyadékok, nem kell sűríteni/lehűteni, így könnyebb a kezelése. Tulajdonképpen nem különböznek sokban a hagyományos autóktól, így pár alkatrész cseréjével akár át is alakítható az egyik a másikba, ezért nem drágábbak, továbbá a metanolnál, az üzemanyag sem drágább az energiaértékeket figyelembe véve. Az etanolt, és a biodízelt teljes egészében biomasszából nyerik, így az anyagmegmaradás törvénye szerint a növények pont annyi szén-dioxidot kötnek meg, amennyi a belőlük készült üzemanyag égetésekor keletkezik, tehát felhasználásuk nem növeli a légkör szén-dioxid-tartalmát. A modern biomassza alapú autók akármilyen arányú keverékkel működnek, így akár tankolhatunk bele csak benzint, illetve dízelt is. Így sok változatuk elterjedt a világon, mint USA-ban az E10, sőt Magyarországon az üzemanyagok 5%-a megújuló forrásból származik (E5 és B5), és folyik a kidolgozása a további megújuló források kihasználásának. A Biodízel esetében nem

kell kevernünk dízellel, így a B100 is kezd elterjedni. A biodízelnél ezen felül az autó semmilyen átalakítást nem igényel (kivételt képeznek egyes régebbi típusok), de a korom kibocsájtása alacsonyabb lesz.

Hátrányok:

Az alkoholok kémiai adottságai révén (korrozivitás) reakcióba léphet az üzemanyag-rendszer részeivel, így ezeket az elemeket le kell cserélni. Az autót nehezebb beindítani a folyékony voltuk miatt. Többek közt ezért is keverik a metanolt és az etanolt benzinnel, ugyanis a benzin keverék, és normális körülmények között van szobahőmérsékleten is gáz halmazállapotú komponense. Ezenkívül belőlük többet használ el az autó adott távon, mint benzinből. Az etanol és a biodízel, mivel teljes mértékben biomasszából készül, előállításuk sokkal drágább a benzinnél, de ezen a helyi jövedéki adók nagyban befolyásolhatják a fogyasztói árat, így Magyarországon az E85-el működő járművek költségei akár alacsonyabbak is lehetnek. Folynak a kutatások a biomassza többértékű előállítása érdekében, jelenleg nincs jelentős eredmény a témában.

A bioüzemanyag definíciója szerint a biomasszából előállított folyékony vagy gáz halmazállapotú üzemanyagot nevezhetjük bioüzemanyagnak.

A bioetanol, a biodízel, a biometanol, a biogáz, a biodimetiléter, a bio-ETBE (etil-tercier-butiléter), a bio-MTBE (metil-tercier-butiléter), a szintetikus bioüzemanyagok, a biohidrogén és a tiszta növényi olaj bioüzemanyagnak tekinthető. A bioüzemanyagok közül a legfontosabbak a következők:

Bioetanol:

a biomasszából, illetve a hulladékok biológiailag lebomló részéből előállított, bioüzemanyagként felhasználható etanol. Magyarországon sajnos csak 13 bioetanol töltőállomás van.

Biodízel:

dízelüzemanyag minőségű, bioüzemanyagként felhasználható növényolaj-zsírsav-metilészter.

Biogáz:

biomasszából, illetve hulladékok biológiailag lebomló részéből földgázminőségűre tisztítható, bioüzemanyagként felhasználható gáznemű üzemanyag vagy fagáz. A gépjárművek tüzelőanyagaként történő alkalmazási területet tekintve a bio-tüzelőanyagok közül a benzin helyettesítésére illetve bekeverésre a bioalkoholok a gázolajba keverésre illetve a helyettesítésre a biodízel vehető elsősorban számításba ezek fizikai-kémiai és motorikus tulajdonságainak hasonlósága alapján.

Bio-alkoholok:

A bioetanol és a biometanol talán a "legkényelmesebb" alternatív üzemanyagforrások, mivel egyszerű módosításokkal már lehet használni őket eredetileg benzin hajtotta motorokban is. Ezért a 90-es években nagyobb mértékben Braziliában használták a kőolaj kiváltására például. A bioetanol a világon a legelterjedtebben alkalmazott bio-üzemanyag (a bioetanol víztelenített alkohol lényegében). Használhatják kőolaj alapú üzemanyag helyettesítőjeként, vagy a benzinbe keverve. A keverés történhet közvetlenül, illetve a kőolaj finomítás során is akár. Sűrűségük a benzin és a gázolajé közé esik körülbelül, növelni kell a motorba bevitt térfogati mennyiségüket, mert fűtőértékük csak a fele a benzinének, illetve a gázolajénak. Párolgási hőjük háromszor nagyobb a benzinénél, ami hidegindítási problémákat okozhat. A bio-alkoholok előnye, hogy környezetbarátabbak, kisebb a szén-dioxid kibocsátás illetve mivel magasabb hőfokon égnek el nitrogén-oxidokból is kevesebb jut a levegőbe.

Biodízel:

Biodízelt a növények észterezett olajaiként nyerik ki. Erre néhány növény alkalmas igazán, mint például Európában a napraforgó vagy a repce, illetve máshol ahol az éghajlati



viszonyok megengedik, még szójából és egyes pálmafajtákból nyerhetünk olajat. Az olaj, amit kinyerhetünk ezekből a növényekből, gazdaságos, mivel nem muszáj őket előkészíteni ahhoz, hogy használjuk őket. Viszont problémás is, mivel az előkészítetlen biodízelnak nagyobb a viszkozitása, mint a dízélé, ezért megnő a motor fogyasztása, illetve erős égett szagot bocsátanak ki az ilyen üzemeltetésű autók. Szerencsére egy észterező folyamattal ezek a hátrányok kiküszöbölhetők. A növényi olajat (triglicerid) lúgos közegben metanollal reagáltatják, és termékként olajmetilésztert és glicerint kapnak. Az így kapott olajmetilészter pedig maga a biodízel. A biodízelnak hasonlóképpen a bio-alkoholokhoz képest nagyon jó a káros anyag emisszió értéke. Például a szén-dioxid radikálisan lecsökken, mivel csak annyi tud felszabadulni, mint amennyit a növény megkötött előtte.

A bioüzemanyagok felhasználásának szabályozása

A bioüzemanyagok széleskörű elterjedésének feltétele, hogy a hagyományos, a szabványok előírásainak megfelelő üzemanyagokhoz keverve, a meglevő elosztóhálózaton keresztül kerüljenek forgalomba. A bioüzemanyagok piaci forgalmazása pusztán gazdasági megfontolásokból nem indokolt. Elterjesztésük érdekében az uniónak olyan jogszabályi környezetet kell teremtenie, amely vonzóvá, piaci szükségsszerűséggé teszi a bioüzemanyagok alkalmazását. Mivel az Európai Unió belső piacán az áruk szabad forgalmát és a gazdasági versenyt egységes, harmonizált jogszabályok és

ezekhez illeszkedő szabványok biztosítják, a bioüzemanyag-szabályozás is ennek jegyében született meg, és formálódik tovább. Az egységes, harmonizált szabályok szerint ma az üzemanyagok az Európai Unió belső piacán akkor forgalmazhatók, ha minőségük megfelel az üzemanyagok minőségére vonatkozó EU irányelvben (98/70/EK Irányelv) meghatározott specifikációnak. Ezek a minőségi mutatók a gépkocsipark igényeihez illeszkedő műszaki, illetve környezetvédelmi paraméterek. Ilyen például az oktánszám, a gőznyomás, a cetánszám, az aromás szénhidrogén-tartalom, vagy az alkohol-, éter- és kéntartalom. Ez ugyanakkor azt is jelenti, hogy az unióban sehol sem akadályozható azoknak a termékeknek a forgalma, amelyek minősége megfelel ezeknek a követelményeknek. A specifikáció alapján az európai szabványosítási szervezet, a CEN az autógyártók, az üzemanyaggyártók és a fogyasztókat képviselő felek bevonásával készíti az üzemanyagszabványokat, melyeket a tagállamok kötelesek bevezetni. A szabványos minőség garancia a kötelezően előírt mutatók teljesítésére, ugyanakkor a szabványok műszaki tartalma sokkal részletesebb, mint az irányelv előírásai. Az EU-n belüli egységes szabványosítási rendszer a fogyasztó szempontjából azt jelenti, hogy gépkocsijához minden tagországban ugyanazt a műszakilag megfelelő üzemanyagot kapja, bármely szolgáltató termékét is választja. A forgalmazás kereskedelmi szabályait a jövedéki termékek forgalmazásával kapcsolatos irányelv, az energiaadó irányelv és az ezekhez kapcsolódó rendeletek szabályozzák. A

bioüzemanyagokkal kapcsolatos szabályok ehhez a szabályrendszerhez illeszkednek.

Bioüzemanyag irányelv

A Bioüzemanyag irányelv szerint minden tagállam köteles kitűzni, hogy milyen mennyiségű bioüzemanyag kerüljön forgalomba nemzeti piacán. Az európai irányelv referenciaértéket határoz meg, mely 2005-re 2 e% (energiaszázalék) volt, majd ezt évi 0,75 e%-kal növelve 2010-re 5,75 e%, még hozzá a forgalmazott üzemanyag fűtőértéke alapján számított energiaszázalékban. Ettől az értéktől a tagállamok nemzeti sajátosságait figyelembe véve eltérhetnek, a teljesítés érdekében szükséges nemzeti szabályokat, eszközrendszert – az egyéb uniós szabályok keretein belül – maguk alakítják ki. Az EU irányelve szerint a bioetanol, a bioetanolból előállított ETBE, a növényi olajokból (repce-, napraforgó- vagy egyéb növényi olajok) átészterezéssel előállítható biodízel (FAME) tekinthetők első generációs biokomponenseknek. Európai szabvány ezek közül csak a biodízeltre készült, ugyanakkor folyamatban van az üzemanyagként felhasználható bioetanol szabvány kiadása. A biodízel szabvány módosítására is sor kerülhet, mert a most érvényes mutatók alapvetően csak repceolajjal teljesíthetők, ami a potenciális alapanyagok körét erősen leszűkíti. A bioüzemanyagok széleskörű elterjedésének feltétele, hogy a hagyományos, a szabványok előírásainak megfelelő

üzemanyagokhoz keverve, a meglevő elosztóhálózaton keresztül kerüljenek forgalomba. Ez a jelenlegi gépkocsipark zavartalan ellátását is garantálja, növeli a fogyasztói bizalmat. A mai üzemanyag szabványok 5 térfogatszázalékban határozzák meg a benzinhez keverhető etanol és a dízelhez keverhető biodízel mennyiségét. Ez azonban korlátozza a 2010-re célul tűzött 5,75 e%-os érték teljesülését. Az európai szabványosítási szervezet jelenleg is dolgozik a mostaninál magasabb biokomponens tartalmú üzemanyag szabványokon. Segítségükkel olyan üzemanyagok készíthetők és forgalmazhatók, melyek a mai járművekben problémamentesen felhasználhatók, környezeti hatásuk pedig kedvezőbb. A nemzeti bioüzemanyag szabályok kialakítása során a tagállamoknak tekintettel kell lenniük a bioüzemanyagok felhasználásának környezetvédelmi és gazdasági hatásaira is. A nemzeti intézkedésekről és a kitűzött célokról, továbbá a célok teljesítéséről tájékoztatni kell az Európai Unió Bizottságát. Évente jelenteni kell a forgalmazott üzemanyagok és bioüzemanyagok mennyiségét, részletesen be kell számolni az adózási és egyéb intézkedésekről. A bioüzemanyagok speciális adóztatására vonatkozó szabályok csak a Bizottság jóváhagyásával alkalmazhatók.

Az EU tag államok szabályai , az irányelv teljesítésének eszközei

Nehéz pontos képet adni a tagállami szabályokról, mert az optimális megoldás keresésének időszakát éljük. Az előbbieken ismertetett uniós szabályozási keretek viszonylag tág mozgásteret biztosítanak a bioüzemanyagokkal kapcsolatos célok teljesítése érdekében szükséges tagországi szabályozásnak, így a nemzeti szabályozások széles skálája alakult ki. Uniós szinten érvényesül az a törekvés, mely a szabályok sokfélesége helyett ezek egymáshoz való közelítését tűzi ki célul. A tagállamok gyártói támogatásokkal, adókedvezménnyel, adódifferenciálással, forgalmazási kötelezettség bevezetésével vagy ezek kombinációjával ösztönzik a bioüzemanyagok elterjedését. Csak korlátozott keretek között alkalmazható a gyártói támogatás, mert az egységes piacon minden olyan támogatás torzíthatja a versenyt, melyhez csak hazai gyártók juthatnak. Az eddig leggyakrabban alkalmazott adókedvezmények helyett vagy mellett több modell is tervezési vagy engedélyezési stádiumban van, és a már működő szabályrendszereken is folyamatos az „igazítás”. Várhatóan változik a mezőgazdasági támogatások rendje is, mely szintén kihat a bioüzemanyagok gyártására.

Tiszta bioüzemanyag – B100, biodízel vagy E85 (legalább 70 százalék bioetanol tartalmú üzemanyag) – csak azokban a gépjárművekben használható, melyekre a gyártó garantálja, hogy erre alkalmas motorral és üzemanyag-ellátó rendszerrel vannak felszerelve. A hagyományos üzemanyaghoz való

keverés feltétele, hogy a bekeveréshez felhasznált bioüzemanyagnak szabványosnak kell lennie, és a kevert üzemanyagnak is teljesítenie kell a dízel és benzin üzemanyag szabványok előírásait, ami garantálja, hogy a gépkocsikban mindenféle probléma nélkül felhasználhatók legyenek. Amennyiben speciális felhasználásra olyan üzemanyagot forgalmaznak, mely a szabványban megengedett értéknél több bioüzemanyagot tartalmaz, az eladóhelyeken speciális jelölést kell alkalmazni. Ez a szabály biztosítja, hogy a vevők csak olyan terméket vásároljanak, mely felhasználható gépkocsijukban. A gépkocsigyártók ugyanis jelzik a gépkönyvekben, ha az ilyen üzemanyag felhasználása mellett is garantálják a megfelelő működést. Az etanolból előállítható ETBE kiváló benzin komponens, mely növeli a benzin oktánszámát, és semmilyen műszaki vagy alkalmazástechnikai problémát nem okoz.

A bioüzemanyagok szabályozása Magyarországon

Magyarország 2005-re 0,4-0,6 e% bioüzemanyag-résarányt tűzött ki, melynek elérése érdekében a bioüzemanyagok szabványos üzemanyaghoz történő keverését ösztönző jövedékiadó-kedvezményeket vezetett be. Ez az adó-visszatérítési rendszer motorbenzinek esetében 2007. június 30-ig, dízelgázolaj esetében pedig 2007. december 31-ig működik, azaz a motorbenzinbe bekevert bio-ETBE mennyiségére jutó adó 47 százaléka, illetve a dízelgázolajba bekevert biodízel mennyiségére jutó adó 100 százaléka

viSSzaigényelhető. A biokomponens mennyiségét és bioeredetét igazolni kell. Magyarországon csak a szabványban megengedett mennyiségű (jelenleg legfeljebb 5 százaléknyi) biokomponens keverhető a hagyományos üzemanyagokhoz, illetve a tisztán forgalmazott bioüzemanyagok minőségének meg kell felelnie a szabvány előírásainak. A kedvezmények és a differenciálás szabályai egyformán vonatkoznak minden forgalmazóra, függetlenül attól, hogy az általuk forgalmazott üzemanyagot hol állították elő. A bioüzemanyagok és általában az üzemanyagok forgalmazására vonatkozó szabályokat a jövedéki adó törvény, és annak végrehajtási utasítása tartalmazza. Az üzemanyagok minőségével, a bioüzemanyagokkal kapcsolatos uniós szabályokat minisztériumi rendelettel vezette be Magyarország. A lehetőségek és a szükséges erőforrások áttekintése után 2006-ban született döntés arról, hogy 2010-re 5,75 e% legyen a bioüzemanyagok részarányára vonatkozó nemzeti célkitűzés. A 2058/2006. (III. 27.) számú kormányhatározat alapján az ösztönzési rendszer teljes átalakítása várható, így 2007-től változik az üzemanyagok adóztatása. A mezőgazdaságban olyan intézkedéseket terveznek, melyek segítik a bioüzemanyagok alapanyagainak termelését, a bioüzemanyag-gyártó kapacitások létesítését. A Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal rendszerében kiemelt támogatásban részesülnek a második generációs bioüzemanyag gyártási technológiák kutatás-fejlesztésére és alkalmazástechnikai kérdések megoldására irányuló műszaki,

tudományos munkák. Az ösztönzési rendszer átalakítása azt jelenti, hogy a fent ismertetett adó-visszatérítés megszűnik, helyette a most csak a kéntartalomhoz kötött minőségfüggő adódifferenciálás az osztrák rendszerhez hasonlóan kibővül a biotartalomra vonatkozó követelményekkel. Így 2007. július 1-től kezdődően benzinre, 2008. január 1-től pedig a dízel gázolajra is két adószint lett: egy alacsonyabb, a gyakorlatilag kénmentes és legalább 4,4 százalék biokomponens tartalmú környezetbarát termékre, és egy magasabb, a 10 ppm-nél magasabb kéntartalmú és/vagy 4,4 százaléknál kevesebb biokomponenst tartalmazó üzemanyagra. Emellett adókedvezmény bevezetése várható az E85-ös (legalább 70 százalék bioetanol tartalmú) üzemanyagra is, amennyiben az Európai Bizottság a tervezett intézkedést a közeljövőben jóváhagyja.

A hidrogén felhasználása a belsőégésű motorokban

Ez a leírás a hidrogén belsőégésű motorokban történő felhasználásának néhány tulajdonságát mutatja be. A világ autógyárai már régóta kísérleteznek ezzel és szép eredményeket értek el. Minket a vízmeghajtású autó érdekel, de mivel a vízből a hidrogént kinyerve azt ugyanúgy használhatjuk fel, mint a gyári hidrogénmotoros autók, melyek a folyékony hidrogént alakítják gázneművé, ezért ezt a szakemberek által készített ismertetőt nagyon hasznosnak tartom.

Hidrogénmotorok

Mivel még kevés jármű használ hidrogén-meghajtású belsőégésű motort (HBÉM), ezért nehéz elmagyarázni, hogyan is kell azokat javítani. Így ez a dokumentum nem egy javítási-karbantartási útmutató, hanem a hidrogénmotorok működésének és főbb részeinek a leírását, valamint az előnyöket és hátrányokat taglalja és azt, hogy ezeket az alkatrészeket hogyan lehet megváltoztatni vagy újratervezni a hátrányok csökkentése érdekében.

Általánosságban szólva, egy belsőégésű motort nem nehéz átalakítani hidrogénüzeműre. Egy jól működő belsőégésű motort kapni azonban már nehezebb. Ez az írás azokkal a fő alkatrészekkel foglalkozik, melyek ahhoz szükségesek, hogy egy HBÉM ne csak működjön, hanem jól működjön.

A legkorábbi, hidrogénmotor kifejlesztésére irányuló kísérlet Reverend W. Cecil nevéhez fűződik, mely az 1820-as évekre nyúlik vissza. Cecil a munkáit a Cambridge-i Filozófiai Társaságnak (Cambridge Philosophical Society) terjesztette elő. A munkája a következő címet viselte: "A hidrogéngáz alkalmazása gépek mozgatására" (On the Application of Hydrogen Gas to Produce Moving Power in Machinery). Maga a motor a vákuum elvén működött, melyben a légnyomás nyomta vissza a dugattyút a vákuumba és ez végezte a munkát. A vákuum a hidrogén-levegő keverék elégetésekor keletkezett, ami először kitágult, majd lehűlt. Annak ellenére,

hogy a motor hibátlanul működött, a vákuummotor sohasem került felhasználásra.



Hidrogénmeghajtású 1965-ös Cobra Replica

Hatvan évvel később, az 1860-as és 1870-es években N. A. Otto, az Otto-motorok feltalálója, miközben a belsőégésű motorral kísérletezett, bizonyíthatóan szintetikus gázt használt üzemanyagként, melynek hidrogéntartalma meghaladta az 50 %-ot. Otto benzinnel is kísérletezett, de a használatát veszélyesnek találta, ezért visszatért a gázalapú üzemanyagokhoz. A porlasztó kifejlesztése azonban egy új korszak hajnalát jelentette, melyben a benzint már

biztonságosan felhasználhatták a gyakorlatban. Ez a többi gáz használatát teljesen kiszorította.

A hidrogént széles körben alkalmazzák a különböző űrprogramokban, mivel ennek van a legjobb energia/súly aránya. A folyékony hidrogén a rakétamotorok üzemanyaga és sokszor alkalmazták azt, például a Holdon végzett Apollo programban, a Marsra irányuló Viking programban vagy a Szaturnuszt kutató Voyager programban.

Az utóbbi években a tisztább levegő elérése érdekében valamint az olajszármazékokból nyert üzemanyagtól való függőség megszüntetésére az emberek érdeklődése visszatért a hidrogén üzemanyagkénti hasznosítása felé.



A hidrogén égési tulajdonságai

A hidrogén üzemanyagként való alkalmazásánál a következő tulajdonságokat kell figyelembe vennünk:

- A gyúlékonysága széles skálán mozog
- Alacsony energia kell a meggyújtásához
- Rövid távolság kell az eloltásához
- Magas az öngyulladás hőmérséklete
- Gyorsan terjed a lángja
- Nagy a terjedési sebessége
- Nagyon kicsi a sűrűsége

A gyúlékonysága széles skálán mozog

A hidrogén gyúlékonysága sokkal szélesebb tartományban mozog, mint az összes többi üzemanyagnak. Ez azt eredményezi, hogy a hidrogént az üzemanyag-levegő keverék arányának széles skáláján lehet elégetni a belsőégésű motorokban. Ez ahhoz a jelentős előnyhöz vezet, hogy nagyon sovány keveréknél is elégethető a hidrogén. A sovány keverék azt jelenti, hogy a hidrogén mennyisége az adott levegőmennyiséghez képest jóval kevesebb, mint amennyi elméletileg vagy kémiailag ideális lenne az elégetéséhez. Ezért olyan rendkívül könnyű beindítani a hidrogénmotorokat.

Általánosságban, sovány keverék használatakor az üzemanyag-megtakarítás nagyobb és az égés tökéletesebb.

Ezen kívül az égés hőmérséklete is alacsonyabb, ezáltal csökkentve a szennyező anyagok, mint például a nitrogén-oxid mennyiségét a kipufogásnál. Ugyanakkor van egy bizonyos határa annak, hogy mennyire lehet sovány egy keverék, mivel a sovány keverék jelentősen lecsökkenti a motor teljesítményét a keverék térfogati hőmennyiség csökkenése miatt.

Alacsony energia kell a meggyújtásához

A hidrogénnek nagyon alacsony a gyulladási energiája. A hidrogén meggyújtásához szükséges energia egy teljes nagyságrenddel kisebb, mint ami a benzin meggyújtásához szükséges. Ez teszi lehetővé a hidrogénmotorokban a sovány keverék meggyújtását, ami azonnali indítást eredményez.

Az alacsony gyulladási energia sajnos azt is eredményezi, hogy a hengerekben lévő forró gázok és forró cseppek túl korai begyújtást és visszaégést eredményezhetnek. Ennek a megakadályozása a hidrogénüzemű motoroknál nagy kihívást jelent. A hidrogén széles skálán mozgó gyúlékonysága azt is jelenti, hogy szinte minden keverék begyulladhat a forró cseppektől.

Rövid távolság kell az eloltásához

A hidrogén eloltásához rövid távolság kell, kisebb, mint a benzinnél. Következésképpen a kipufogás előtti pillanatban a hidrogén lángnyelvei közelebb vannak a henger falához, mint

bármelyik más üzemanyag esetében, így a hidrogént jóval nehezebb eloltani, mint a benzint. A kisebb oltási távolság növelheti a visszaégési hajlamot, mivel a hidrogén-levegő keverék hajlamosabb a közelebb lévő nyitott szelepen távozni, mint a hidrokarbon-levegő keverék.

Magas az öngyulladás hőmérséklete

A hidrogénnek viszonylag magas az öngyulladás hőmérséklete. Ez akkor válik fontossá, mikor a hidrogén-levegő keveréket összenyomjuk. A tény az, hogy az öngyulladás hőmérséklet fontos tényező annak meghatározásában, hogy milyen nyomásviszonyokat alkalmazhatunk egy adott motornál, mivel a nyomás során a hőmérséklet növekszik. A hőmérsékletnövekedést a következő egyenlettel határozhatjuk meg:

$$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\gamma-1}$$

ahol:

V_1 / V_2 = Nyomáсарány

T_1 = Abszolút kezdőhőmérséklet

T_2 = Abszolút véghőmérséklet

Gamma = Hőarány

A hőmérsékletnek nem szabad meghaladnia a hidrogén öngyulladási hőmérsékletét, mert az korai begyulladást eredményezne. Ezért az abszolút véghőmérséklet (T_2) korlátozza a nyomásarányt. A hidrogén magas öngyulladási sebessége nagyobb nyomásarányt tesz lehetővé a hidrogénmotorban, mint a hidrokarbon motorban. Ez a magasabb nyomásarány azért fontos, mert ez a rendszer hőhatásfokával áll kapcsolatban, mint azt a 7. fejezetben majd látni fogjuk. Másrészt viszont a hidrogént nehéz begyújtani nyomásgyújtással vagy dízel üzemmódban, mivel az ilyen típusú begyújtáshoz szükséges hőmérséklet viszonylag magas.

Gyorsan terjed a lángja

A hidrogén lángja gyorsan terjed. Azonos feltételek mellett a hidrogénláng sebessége egy nagyságrenddel meghaladja a benzinlángét. Ez azt jelenti, hogy a hidrogénmotorok jobban meg tudják közelíteni a termodinamikailag ideális motorciklust. A soványabb keveréknél azonban a lángsebesség jelentősen lecsökken.

Nagy a terjedési sebessége

A hidrogénnek nagyon nagy a terjedési sebessége. Ez a képessége, hogy a levegőben könnyebben terjed, mint a benzin, két okból is előnyös. Először is, ez elősegíti a hidrogén egyenletesebb keveredését a levegővel. Másodszor, ha a hidrogéntartály valahol léket kap, a hidrogén gyorsan eloszlik.

Ez megszünteti vagy legalábbis csökkenti a nem biztonságos körülményeket.

Nagyon kicsi a sűrűsége

A hidrogénnek nagyon kicsi a sűrűsége. Ez két problémához vezet a hidrogén belsőégésű motorokban történő használatánál. Először is, nagyon nagy méretű tartályra van szükség ahhoz, hogy elegendő mennyiségű hidrogénnal rendelkezünk a jármű megfelelő használatához. Másodszor, ez a hidrogén-levegő keverék energiasűrűségét - következésképpen a teljesítményt - lecsökkenti.

Levegő - üzemanyag arány

A hidrogén és oxigén elméleti égését a következőképpen írhatjuk le:



A teljes égéshez
szükséges H_2 mólban $= 2$ mól

A teljes égéshez
szükséges O_2 mólban $= 1$ mól

Mivel az égéshez a levegőt használjuk az oxigén helyett, a levegő nitrogéntartalmát is figyelembe kell vennünk a számításoknál:

$$\begin{aligned}
 &= \text{O}_2 \text{ mól} * (79\% \text{ N}_2 / 21\% \text{ O}_2) \\
 \text{A levegő N}_2 &= 1 \text{ mól O}_2 * (79\% \text{ N}_2 / 21\% \text{ O}_2) \\
 \text{tartalma mólban} &= 3.762 \text{ mól N}_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{O}_2 \text{ mólban} + \text{N}_2 \text{ mólban} \\
 \text{A levegő mól} &= 1 + 3.762 \\
 \text{száma} &= 4.762 \text{ mól}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1 \text{ mól O}_2 * 32 \text{ g/mól} \\
 \text{Az O}_2 \text{ súlya} &= 32 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 3.762 \text{ mól N}_2 * 28 \text{ g/mól} \\
 \text{Az N}_2 \text{ súlya} &= 105.33 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{az O}_2 \text{ súlya} + \text{az N}_2 \text{ súlya} \\
 \text{A levegő súlya} &= 32\text{g} + 105.33 \text{ g} \\
 &= 137.33 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \text{ mól H}_2 * 2 \text{ g/mól} \\
 \text{A H}_2 \text{ súlya} &= 4 \text{ g}
 \end{aligned}$$

A levegő és hidrogén stoichometrikus aránya (L/H):

$$\begin{aligned}
 &= \text{levegő tömege} / \text{hidrogén tömege} \\
 \text{(L/H) tömegben} &= 137.33 \text{ g} / 4 \text{ g} \\
 \text{számolva} &= 34.33:1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(L/H) térfogatban} &= \text{levegő térfogata} / \text{hidrogén térfogata} \\ \text{számolva} &= 4.762 \text{ mól} / 2 \text{ mól} \\ &= 2.4:1 \end{aligned}$$

Stoichometrikus keverék esetén a hidrogén égéstérben elfoglalt aránya %-osan kifejezve:

$$\begin{aligned} &= \text{H}_2 \text{ térfogata} / \text{teljes térfogat} \\ \text{H}_2 \text{ \% -ban} &= \text{H}_2 \text{ térfogata} / (\text{levegő} + \text{H}_2 \text{ térfogata}) \\ &= 2 / (4.762 + 2) \\ &= 29.6 \% \end{aligned}$$

Mint ezek a számítások is mutatják, a hidrogén elégetésének legmegfelelőbb L/H aránya stoichometrikusan vagy kémiaileg kifejezve körülbelül 34:1. Ez azt jelenti, hogy a teljes égés érdekében minden egyes font hidrogénhez 34 font levegő szükséges. Ez jóval magasabb, mint a benzinnél szükséges 14.7:1 arány.

Mivel a hidrogén gáznemű üzemanyag, ezért az égéstérben jobban szétterjed, mint a folyékony üzemanyagok, következésképpen a levegő az égéstér kevesebb részét tudja elfoglalni. Stoichometrikus körülmények között a hidrogén az égéstér 30 %-át foglalja el, míg a benzin csak a 2 %-át. A következő ábrán összehasonlítjuk a benzin- és hidrogén-

üzemanyagú motorok égésterének térfogatát és energiatartalmát.

A hidrogén motorba juttatásától függően a teljesítmény a benzinmotorokhoz képest 85 % (egyszerű bevezetés) és 120 % (nagynyomású befecskendezés) között változik.

Mivel a hidrogén gyúlékonysága széles skálán mozog, a hidrogénmotorok L/H aránya 34:1 (stoichiometrikus) és 180:1 között változhat.

Az időelőtti begyulladás problémája és annak megoldása

A működőképes hidrogénmotorok fejlesztésénél az elsődlegesen jelentkező probléma a hidrogén időelőtti begyulladása. Az előgyújtás jóval nagyobb probléma a hidrogénmotoroknál, mint a többi belsőégésű motornál, mivel a hidrogén begyújtásához jóval kevesebb energia kell, a gyúlékonysága szélesebb skálán mozog és rövidebb az eloltási távolsága.

Az öngyulladás azt jelenti, hogy az üzemanyag-keverék az égéstérben már a gyújtószikra megjelenése előtt meggyullad, ami egy alacsony hatásfokú, egyenetlen motort eredményez. Visszaégés is létrejöhet, ha az előgyújtás az üzemanyag-bevezető szelepek közelében jön létre, amitől a keletkezett láng a tápláló rendszerbe juthat.

Számos tanulmány készült, melyek a hidrogénmotorok előgyújtásának okait vizsgálják. Az eredmények némelyike azt mutatja, hogy az előgyújtást az égéstérben lévő forró cseppek okozzák, melyek a gyújtógyertyán vagy a kipufogószelepen találhatóak, de a szénszármazékok is okozhatják ezt. A további kutatások azt is kimutatták, hogy a visszaégés akkor jön létre, mikor a motor az üzemanyag bevezető- és a kipufogó szelepek nyitásai és zárásai közötti átmenet állapotában van.

Vannak olyan vélemények is, hogy az égéstérben lévő olaj pirolízise (a hő által létrejövő kémiai szétválasztása) vagy a dugattyú felső gyűrűje felett lévő rés okozza az előgyújtást. Ez a pirolízis által szétválasztott olaj az említett rés mentén vagy a szelepeknél beszivároghat az égéstérbe.

Üzemanyagellátó rendszer

Az üzemanyagellátó rendszer átalakításával vagy újratervezésével elérhetjük az időelőtti begyulladás csökkenését vagy akár teljes megszüntetését is. A hidrogén üzemanyagellátó rendszereknek három fő típusa van: központi befecskendezésű (vagy porlasztós), kapuzott befecskendezésű és közvetlen befecskendezésű.

A központi és kapuzott üzemanyagellátó rendszerek az üzemanyagot a szívás ütemében adagolják az égéstérbe. A központi vagy porlasztós befecskendezésnél a befecskendezés

a levegőcsatlakozónál valósul meg, míg a kapuzott befecskendezésnél a hidrogént egy kapuba fecskendezzük.

A közvetlenül a hengerbe történő befecskendezés jóval kifinomultabb módszer, melynek során a levegő-üzemanyagkeverék az égéstérben alakul ki, miután a levegő-bevezető szelepek bezáródtak.

Központi vagy porlasztós befecskendezés

A hidrogénmotorok üzemanyagellátásának legegyszerűbb módja a porlasztó vagy központi befecskendezés használata. Ennek a rendszernek megvannak az előnyei. Először is, a központi befecskendezés közel sem igényli a hidrogén olyan nyomását, mint a többi módszer. Másodszor, központi befecskendezőt vagy porlasztót használnak a benzinmotoros autók, így azokat könnyen át lehet alakítani hidrogén/benzin vagy hidrogénmeghajtásúra.

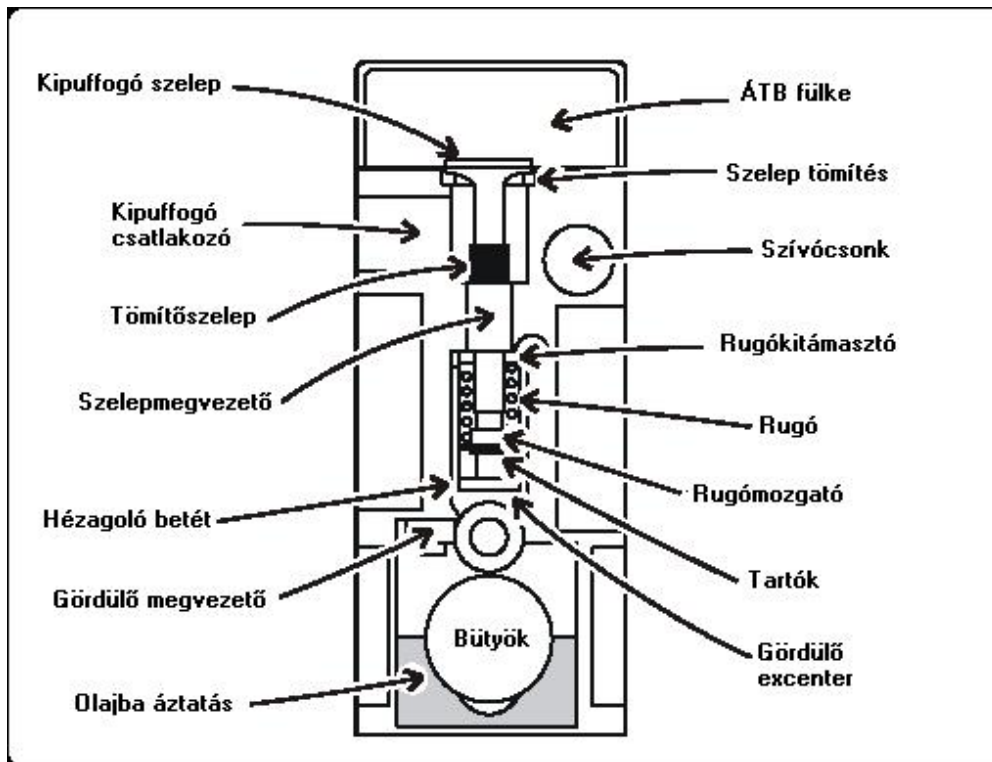
A központi befecskendezés hátránya, hogy a motor egyenetlenebbül jár az előgyújtás és a visszaégés miatt. Az előgyújtást a szívócsonknál jelenlévő hidrogén-levegő keverék nagyobb mennyisége okozza.

Kapuzott befecskendező rendszer

A kapuzott befecskendező rendszer közvetlenül a szívócsonkba fecskendezi az üzemanyagot minden csatlakozókapunál, nem pedig egy központi hely felé szívja azt. A hidrogént rendszerint a szívás kezdetekor fecskendezik a csonkba, mivel ekkor a legkedvezőbbek a körülmények az előgyújtás elkerülésére.

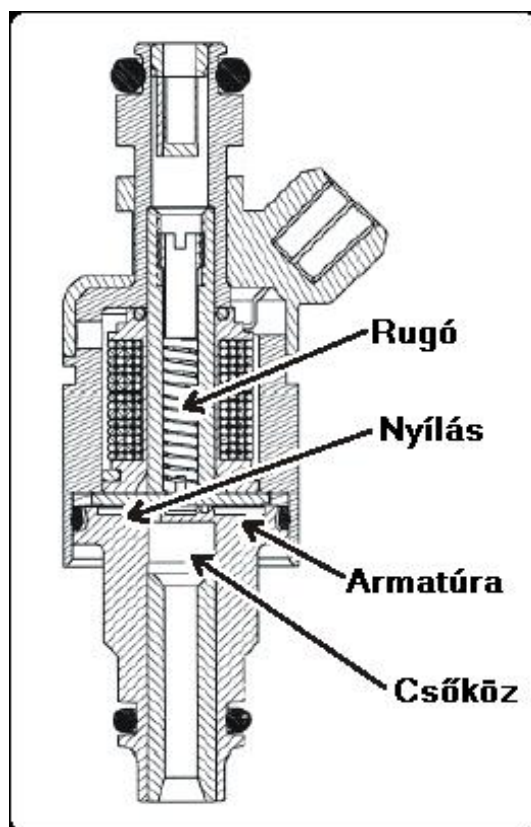
A kapuzott befecskendezésnél a levegőt a szívás kezdetekor a hidrogéntől elválasztva fecskendezzük be, így hígítva és hűtve a bennmaradt gázokat és forró cseppeket. Mivel bármely időpillanatban kevesebb gáz (hidrogén és levegő) van egyidejűleg a csonknál, ezért az előgyújtás lehetősége jelentősen lecsökken. A rendszer nyomása magasabb, mint a központi vagy porlasztós befecskendező rendszereknél, de alacsonyabb, mint a közvetlen befecskendezésűeknél.

Az állandó térfogatú befecskendező (ÁTB) [angolul CVI] rendszerek mechanikai bűtyökvezérlésű eszközt használnak a hidrogén befecskendezésére minden egyes hengerbe. A következő ábra az ÁTB-t mutatja be.



Állandó térfogatú befecskendező

Az elektromos üzemanyag-befecskendező (EÜB) [angolul EFI] rendszer minden egyes hengerhez egyedi üzemanyag-befecskendezőt használ (elektromágneses szelepeket), melyek egy, a szívócsonk középpontja alatt elhelyezett közös üzemanyag elágaztatóhoz vannak kötve.



Elektromos üzemanyag-befecskendező

Míg az ÁTB rendszereknél a befecskendezés időzítése konstans és az üzemanyagnyomás változtatható, addig az EÜB rendszereknél a befecskendezés időzítése változtatható és az üzemanyagnyomás konstans.



ÁTB rendszer



EÜB rendszer

Közvetlenbefecskendezésű rendszerek

A jóval kifinomultabb hidrogénmotorok a sűrítési ütemben a hengerbe történő közvetlen befecskendezést használják. A közvetlen befecskendezésnél a szívócsonk szelepe zárva van, mikor az üzemanyagot befecskendezzük, s ez teljesen kizárja az idő előtti begyulladást a szívási ütemben. Így a szívócsonknál létrejövő visszaégés is ki van küszöbölve.

A közvetlenbefecskendezésű rendszerek teljesítménye több, mint 20 %-kal haladja meg a benzinmotorokét és 42 %-kal a porlasztós hidrogénmotorokét.

Bár a közvetlen befecskendezés megoldja a szívócsonknál fellépő előgyújtás problémáját, de ez még nem küszöböli ki feltétlenül az égéstérben fellépő előgyújtást. Ezen kívül az üzemanyag és a levegő elkeveredésének idejét lecsökkentve a keverék nem lesz teljesen homogén. Némely tanulmány kimutatta, hogy ez a nem közvetlen befecskendezésű rendszereknél nagyobb NO_x kibocsátáshoz vezethet. A közvetlenbefecskendezésű rendszerek ezen kívül nagyobb üzemanyagnyomást igényelnek, mint a többi rendszer.

Hőhigítás

Az előgyújtás lehetőségét hőhigítással megfékezhetjük. Erre szolgáló módszerek például a kipufogógáz keringetés (KGK) [angolul EGR] vagy a vízbefecskendezés.

Mint a neve is mutatja, a KGK rendszer a kipufogógáz egy részét újra a szívócsonkba vezeti. A kipufogógázok bevezetése lecsökkenti a forró cseppek hőmérsékletét, ezáltal csökkentve az előgyújtás lehetőségét is. Ezen kívül a bevezetett kipufogógázok csökkentik az égés csúcshőmérsékletét, mely viszont csökkenti az NO_x kibocsátást. Általában a kipufogógázok 25-30 %-a már elegendő a visszaégés megakadályozásához is.

Másrészt viszont a KGK használata esetén a motor teljesítménye csökken, mivel a kipufogógázok jelenléte lecsökkenti az égéstérbe vezethető üzemanyagkeverék mennyiségét.

Az üzemanyag-keverék hőhigításának másik módszere a vízbefecskendezés. A víz befecskendezése a hidrogéngőzbe még a levegővel való elkeverés előtt jobb eredményeket mutatott, mint mikor a már elkevert levegő-üzemanyagkeverékhez lett hozzáadva a víz a szívócsonknál. Ennek a módszernek az egyik lehetséges problémája az, hogy a víz elkeveredhet az olajjal, ezért nagyon oda kell figyelni arra, hogy a tömítések sehol se eresszenek.

A motor tervezése

Az előgyújtás és a motor kopogásának elkerülésére a leghatékonyabb mód a motor újratervezése hidrogénmeghajtásúra, különös figyelmet szentelve az égéstérre és a hűtőrendszerre.

Tárcsaformájú égésteret (sík dugattyúval és hengerfedéllel) használva a turbulenciát lecsökkenthetjük. A tárcsaforma segíti lecsökkenteni a sugár- és oldalirányú gyorsulási vektorokat és nem erősíti fel a szívócsonknál jelentkező örvényt a sűrítés közben.

Mivel az elégetlen hidrokarbont nem kell figyelembe venni a hidrogénmotoroknál, nagy furatátmérő-ütés arányt használhatunk ezeknél a motoroknál. A lángsebesség szélesebb skálán való mozgásának kiegyensúlyozására két gyújtógyertyát használunk. A hűtőrendszer tervezésénél arra is gondot kell fordítani, hogy a hűtés az összes szükséges helyen megoldott legyen.

Az előgyújtás elkerülésének további módja az, hogy két, egymással szemben elhelyezkedő kisebb kipufogószelepet használunk egy nagyobb helyett, valamint egy hatékony söprő rendszer kifejlesztése, melynek célja a kipufogógázok kiszorítása az égéstérből friss levegőt használva.



Hidrogénmeghajtású belsőégésű motor

Gyújtórendszer

A hidrogén meggyújtásához szükséges alacsony energiaszint miatt a hidrogén meggyújtása egyszerű, így a benzines gyújtórendszert használhatjuk. Nagyon sovány levegő-üzemanyagaránynál (130:1 és 180:1 között) a lángsebesség jelentősen lecsökken, ezért előnyös a dupla gyújtógyertyarendszer használata.

A pazarló gyújtórendszerek használata nem ajánlott a hidrogénmotoroknál. Ezek a rendszerek energizálják a gyújtógyertyát a dugattyú felső holtpontjában, mind a sűrítési mind a kipufogási ütemben. A benzines rendszereknél a pazarló gyújtórendszerek jól működnek és olcsóbbak, mint

más rendszerek, a hidrogénmotoroknál azonban ez az előgyújtás forrásaként szolgálhat.

A hidrogénmotor gyújtógyertyájának hideg és nem platina típusúnak kell lennie. A hideg típusú gyertya a hőt gyorsabban adja át a hengerfejnek. Ez azt jelenti, hogy a gyújtógyertya csúcsától való nemkívánatos begyulladás lehetősége csökken. A forró típusú gyújtógyertya nagyobb hőt termel a karbon származékok jobb elégetése céljából, de mivel a hidrogén nem tartalmaz szenet, a forró típusú gyújtógyertya nem szolgál hasznos célt.

A platinacsúcsú gyújtógyertya használata szintén nem ajánlott, mivel a platina a hidrogén oxidálásánál katalizátorként szolgál.

A forgattyúház hűtése

A forgattyúház hűtése a hidrogénmotoroknál még fontosabb, mint a benzinmotoroknál.

Akárcsak a benzinmotoroknál, az el nem égett üzemanyag a dugattyúgyűrűk mentén beszivároghat a forgattyúházba. Mivel a hidrogén begyújtásához kevesebb energia kell, mint a benzinhez, minden, a forgattyúházba bejutott el nem égett hidrogénnek nagyobb az esélye a begyulladásra. Ezt hűtéssel kell megakadályozni.

A forgattyúház begyulladása lehet, hogy csak ijesztő hangot ad, de a motor begyújtását is okozhatja. A hidrogén begyulladása a forgattyúházban hirtelen nyomásnövekedést eredményez, amit egy biztonsági szelepen keresztül ki kell engedni. Ezt mutatja be a következő ábra.



A kipufogógáz szintén beszivároghat a forgattyúházba a dugattyúgyűrűk mentén. Mivel a hidrogéngáz égésterméke víz, ez az ott lévő olajjal elkeveredve csökkenti annak kenőhatását, ami viszont csökkenti a motor élettartamát.

Hőhatásfok

Az Otto-motorok elméleti termodinamikai hatásfoka a motor nyomásarányától és az üzemanyag hőarányától függ, mint azt a következő egyenlet is mutatja:

$$\eta_{th} = 1 - \frac{1}{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}}$$

ahol:

V_1 / V_2 = Nyomáсарány

Gamma = Hőarány

Minél nagyobb a nyomáсарány és/vagy a hőarány, annál nagyobb a motor termodinamikai hatásfoka. Egy motor nyomáсарányának határát az üzemanyag kopogással szembeni ellenállása határozza meg. A sovány hidrogénkeverék kevésbé hajlamos a kopogásra, mint a hagyományos benzin, ezért a hidrogénkeveréknél magasabb nyomáсарány érhető el.

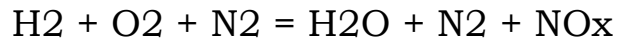
A hőarány az üzemanyag molekuláris szerkezetével van összefüggésben. Minél kevésbé összetett az üzemanyag molekuláris szerkezete, annál magasabb a hőarány. A hidrogénnek sokkal egyszerűbb a molekuláris struktúrája, mint a benzinnek, ezért a hőaránya (gamma=1.4) is magasabb, mint a benziné (gamma=1.1).

Szennyezőanyag kibocsátás

A hidrogén oxigénnel történő elégetése csak vizet eredményez:



A hidrogén levegővel való elégetése azonban nitrogén-oxidot (NO_x) eredményez:

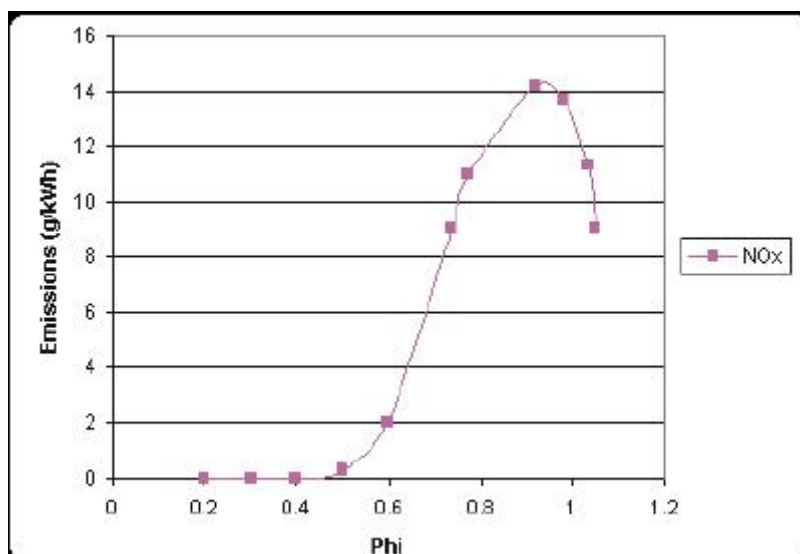


A nitrogén-oxid a magas hőmérséklet eredménye. Ez a magas hőmérséklet a levegőben lévő nitrogén egy részének az oxigénnel való egyesülését eredményezi. A képződött NO_x mennyisége a következő tényezőktől függ:

- A levegő/üzemanyag arányától
- A motor nyomásarányától
- A motor sebességétől
- A gyújtás időzítésétől
- Az esetlegesen alkalmazott hőhígítástól

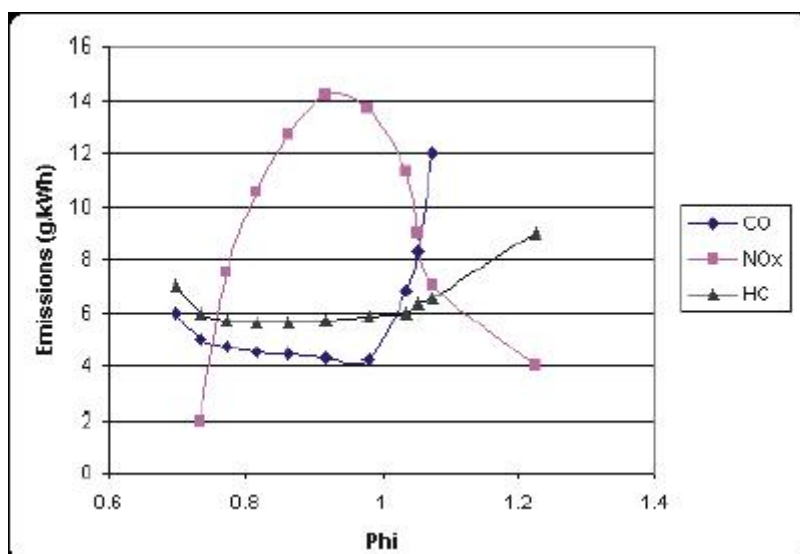
A nitrogén-oxidon kívül az égéstérbe beszivárgott olaj elégésének következtében szénmonoxid és széndioxid is keletkezhet a kipufogógázban.

A motor körülményeitől (olajégés) és az alkalmazott működtetési stratégiától (gazdag vagy szegény keverék) függően a hidrogénmotornak a szennyezőanyag kibocsátása a majdnem nullától a magas értékig változhat. A következő ábra a hidrogénmotorok tipikus NO_x görbét ábrázolja a Phi függvényében.



A hidrogénmotor szennyezőanyag kibocsátása

A következő ábra azt mutatja, hogy a benzinmotor szennyezőanyag kibocsátása csökken a Phi növelésével (akárcsak a hidrogénmotoroknál). Ugyanakkor a benzinmotornál az NOx csökkenése a szénmonoxid és a hidrokarbon növelését vonja maga után.



A benzinmotor szennyezőanyag kibocsátása

Teljesítmény

A hidrogénmotor elméleti maximális teljesítménye a levegő/üzemanyag aránytól és az üzemanyag-befecskendezés módjától függ.

Mint azt már említettük, a stoichometrikus levegő/hidrogén arány 34:1. Ennél a L/H aránynál a hidrogén az égéstér 29 %-át tölti ki, a maradék 71 %-ot pedig a levegő. Ez azt eredményezi, hogy a keverék energiatartalma kevesebb lesz, mint a benzinkeverék esetében (mivel a benzin folyékony, az égéstérnek csak nagyon kis részét foglalja el, ami több levegő beengedését teszi lehetővé).

Mivel mind a porlasztós, mind pedig a kapuzott befecskendezési módnál az üzemanyag és a levegő a motorba lépés előtt már elkeveredett, a rendszer elméleti teljesítményhatára a benzinmotornak csak a 85 %-a. A közvetlenbefecskendezésű rendszernél, ahol az üzemanyag a levegővel az égéstérben keveredik el zárt szelepek mellett (és így az égéstérben 100 % a levegőtartalom), a rendszer maximális teljesítménye 15 %-kal meghaladja a benzinmotorét.

Következésképpen az üzemanyag adagolásától függően a hidrogénmotor teljesítménye 15 %-kal meghaladhatja vagy 15 %-kal kevesebb lehet, mint a benzinmotoré. A stoichometrikus levegő/hidrogén arány mellett azonban az

égés hőmérséklete nagyon magas, ami nagy mennyiségű szennyező nitrogén-oxid (NO_x) termelést eredményez. Mivel a hidrogénmotor használatának egyik célja a kipufogógázok légszennyezésének csökkentése, ezért a hidrogénmotorokat úgy tervezik, hogy ne a stoichiometrikus levegő/hidrogén aránnyal működjenek.

A tipikus hidrogénmotoroknál a felhasznált levegő körülbelül kétszerese a tökéletes égéshez elméletileg szükségesnek. Emellett az NO_x kibocsátás majdnem a nullára csökken. Sajnos ez a motor teljesítményét is a felére csökkenti az ugyanolyan méretű benzinmotorokhoz képest. A teljesítményveszteség kiküszöbölésére a hidrogénmotorokat nagyobbra tervezik, mint a benzinmotorokat és/vagy turbótöltést alkalmaznak.

A jelenlegi helyzet

Néhány autógyártó hidrogénmeghajtású járművek fejlesztésével kísérletezik. (A Ford nemrég jelentette be, hogy kifejlesztett egy "gyártásra kész" belsőégésű hidrogénmeghajtású járművet. A BMW most fejezte be a világturnéját, ahol egy tucat hidrogénmeghajtású 750i típusú járművet vonultatott fel.) Ugyanakkor nem valószínű, hogy akármilyen hidrogénmeghajtású jármű elérhető lesz a nagyközönség számára, amíg nem épül ki egy megfelelő üzemanyag utánpótló infrastruktúra és nem lesz megfelelő

számú jól képzett szakember, akik ezeket a járműveket karbantartanak és javítanak.



A BMW egyik belsőégésű hidrogénmeghajtású járműve

Akárcsak a jelenlegi benzinüzemű járművek, a hidrogénmeghajtású járművek is különbözőek lesznek az autógyártóktól és modellektől függően. Az egyik modellnek egyszerűbb lehet a tervezése és az üzemeltetése, például egy szegény keveréket adagoló stratégia, amelynek célja a lehető legkisebb környezetszennyezés. Mások nagyon igényes tervezésűek lehetnek.

Amíg a hidrogénellátó infrastruktúra nem épült ki teljesen, a hidrogén és a természetes gázok keveréke jelentené a logikus átmenetet a tiszta hidrogénmeghajtású járművekhez. Ezek a

járművek a lehetőségektől függően bármelyik üzemanyaggal üzemeltethetőek.

Hidrogénnel hajtott buszok



A hidrogént tartják a jövő energiahordozójának, mivel előállításakor szinte csak víz keletkezik. A hidrogén színtelen, szagtalan gáz szobahőmérsékleten, a világegyetem leggyakoribb eleme. Olvadáspontja 14K(-259°C), forráspontja 20K(-253°C). A hidrogén gyúlékony anyag, az oxigénnel durranógázt alkot.

A hidrogén energiatartalmát a gáz halmazállapota, illetve többféle tárolhatósága miatt többféleképpen jellemezhetjük a konvencionális buszokban használt gázolajéhoz képest:
Egy normálköbméter (0°C, 1,013bar) térfogatú hidrogéngáz energiatartalma 0,3liter gázolajnak felel meg.

1liter folyékony hidrogén 0,24liter gázolaj energia tartalmával egyenlő, végül pedig 1kg hidrogén 2,79kg(3,33liter) gázolajnak felel meg.

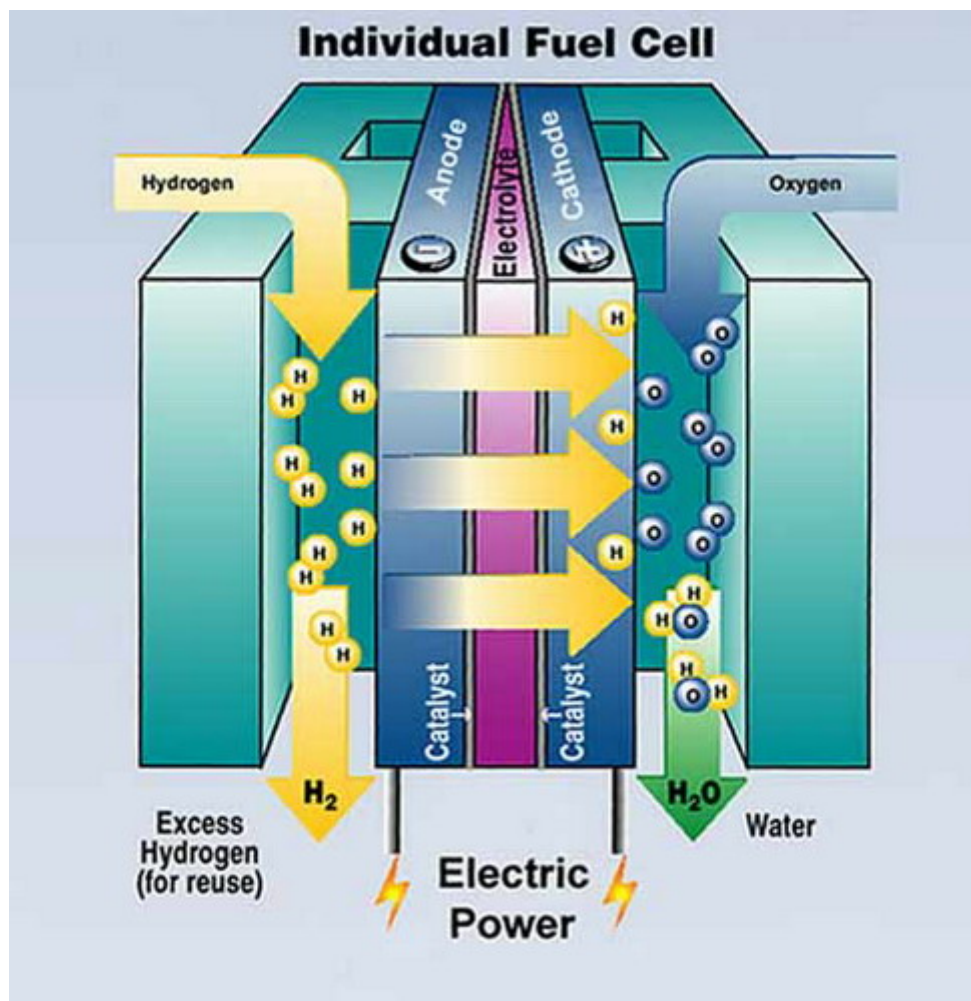
A földön található nagymennyiségű vízből előállítható és korlátlan energiaforrás.

De nem csak vízből állítható elő vízbontással, hanem szénhidrogénekből (pl. földgáz) reformálással, szénből szénelgázosítással, biogázból, etanolból, metanolból, mesterséges fotoszintézissel.

A hidrogént az előállítása után tárolni kell, ez a molekulák kis tömege, a robbanásveszély miatt nehéz feladat ezért többféle megoldást használnak. A hidrogénnel üzemelő járművekben egyelőre két megoldás terjedt el. Az egyik a sűrített gázzal(CH₂-compressed hydrogen) üzemelő tárolók, a másik a cseppfolyós(LH₂-liquid hydrogen) halmazállapotban történő tárolás. Folytak kísérletek különböző fémekkel, amik hidrid formájában kötik meg a hidrogént.

A hidrogént a járművekben alapvetően kétféleképpen lehet hajtásra felhasználni, tüzelőanyag-cellákban vagy belsőégésű motorokban. A tüzelőanyag-cellák (FC-Fuell Cell) a hidrogén és az oxigén egyesítésével elektromos áramot állítanak elő, ezzel az elektromos energiával villanymotorokat lehet

meghajtani. A belsőégésű motorokban (ICE-internal combustion engine) a hidrogént elégetik és a hagyományos üzemanyagokat felhasználó motorokhoz hasonlóan történik a jármű meghajtása.

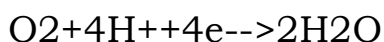


A tüzelőanyag-cellák közül a leginkább elterjedt a PEM azaz protonáteresztő elektrolit membrános üzemanyag cella. A tüzelőanyag-cella két elektródából áll és a köztük lévő

membránból áll. A hidrogén az anódhoz áramlik, ahol ionizálódik:



A protonok át tudnak haladni a membránon, így elérik a katódot. A katódnál a protonok segítségével az ide jutatott oxigén redukálódik. A redukcióhoz szükséges elektronok a membrántól a fogyasztókon át érkeznek a katódhoz, az itt játszódó reakció:



Az egyes tüzelőanyag cella elemekből kötegeket hoznak létre, mert egy cella csak kb. 1,23V feszültséget tud szolgáltatni. Az üzemanyagcellát el kell látni a működéshez szükséges gázokkal. A hidrogén a nagynyomású tartályokból egy nyomáscsökkentő szelepen keresztül jut az üzemanyag cella katódjához. Az üzemi hőmérséklete 80-85°C , és alacsony a kipufogó gázokkal kiáramló hőmennyiség ezért nagyméretű hűtőradiátorokat igényel az üzemanyag cellás rendszer.

A hidrogén üzemű belső égésű motorok közül csak a lenti projektben használt változatot mutatjuk be. Az MAN cég egy fölgázzal üzemelő motorját alakította át hidrogén üzemre. A motor szikragyújtású, a kipufogó gázait a magas égési hőmérséklet miatt kezelni kell, de nem bocsájt ki széndioxidot. Az NOx kibocsájtása 0.2 g/kWh (egy Euro 5-ös nehézüzemű dízelmotoré: 2.00 g/kWh), HC kibocsájtása: 0.04

g/kWh (0.46) és a részecske (PM) kibocsájtás kisebb, mint 0.005 g/kWh (0.02). A szén-monoxid emissziója nem mérhető.

A két különböző hajtási módnak vannak előnyei és hátrányai:

Tüzelőanyag-cella:

Előnyei:

- Teljesen tiszta kipufogó gáz
- Elektromos, soros hibrid hajtásrendszerhez illeszthető
- Halk
- Jó a hatásfoka

Hátrányai:

- Bonyolult a felépítése, drága
- Nehéz szabályozni
- Érzékeny a hőmérsékletváltozásokra
- Nagy tisztaságú (öttilences-99,999%-os) hidrogént igényel
- Öregedésével csökken a teljesítménye

Belső égésű motor:

Előnyei:

- Az tüzelőanyag-cellához képest olcsó
- Olcsón gyártható
- Kisebb tisztaságú hidrogénnel is üzemképes
- Hagyományos hajtáshoz illeszthető

Hátrányai:

- Nem teljesen tiszta a kipufogógáz, utánkezelést igényel
- Kicsi a teljesítménye, nyomatéka
- Zajos, kicsi a hatásfoka

Bár több városban és több járműgyártó bevonásával zajlottak illetve zajlanak hidrogénhajtású járművekkel kísérletek, a mostanában legnagyobb szabású projektet és az ezeknél használt járművekkel foglalkozunk.

2003 eleje óta Európa több nagyvárosában Hidrogénnel meghajtott városi autóbuszokat tesztelnek, egy az Európai Unió, a részt vevő városok és számos cég által támogatott projekt keretében. A projekt neve CUTE, ami a Clean Urban Transport for Europe szavak kezdőbetűiből alkotott szó.

A kézenfekvő az ilyen új technológiák kipróbálása tömegközlekedési cégeknél, ugyanis a járművek rendszeresen és ellenőrzött körülmények között vannak karban tartva, futásukat kellőképpen dokumentálják, az egyes városokban a körülmények változatosak. A tömegközlekedés nehéz üzem, ezért a rejtett technikai problémák könnyen előjönnek.

Nem utolsó sorban környezetbarát közlekedési mód. A hidrogén előállításához illetve tankolásához szükséges infrastruktúra is jól elhelyezhető, tervezhetően kihasznált lehet.

A teszt éles körülmények között zajlott, a buszok részt vettek a forgalomban és utasokat szállítottak. Eddig több mint 8,5 millió utast szállítottak el, 2,5 millió kilométert tettek meg, és 555 ezer kg hidrogént használtak fel.

A projekt során több technológiát is kipróbálnak, tapasztalatokat gyűjtenek a hidrogén előállításához és tankolásához szükséges különböző infrastruktúrákkal, a különböző hajtási technológiát felhasználó buszokat, karbantartásukat és az egész rendszer üzemelését ide értve.

A projektben a következő városok vettek vagy vesznek részt: Amszterdam, Barcelona, Peking, Hamburg, London, Luxemburg, Madrid, Perth, Reykjavík, Porto, Berlin. 33db üzemanyag cellás Mercedes Citaro O530BZ típusú busz és 14db belső égésű motoros MAN Lion's City típusú busz vesz részt a programban.

A töltőállomásokról pár gondolat:

- 10db töltőállomás épült
- 89,8% volt a rendelkezésre állásuk
- Több mint 555ezer kg hidrogén került töltésre
- Ebből 4 elektrolízises
- 2 gázreformeres lpg/cng gázból
- 6 pedig külső szállítótól kapta a hidrogént



A tüzelőanyag cellás járművek a **Mercedes Citaro** O530 12m-es, 3 ajtós városi típusú autóbuszokra épülnek. A buszok tervezése során a hatékonyság rovására a megbízhatóság kapta a prioritást. Ezért a hagyományos buszok hajtásláncát meghagyták, az elektromos motor szokatlan módon egy hagyományos hatfokozatú hidromechanikus nyomatékqváltón át hajtja a hátsó tengelyt. A villamos motor a busz hátsó részében, a dízelmotor helyén, baloldalra kitolva kapott helyet. Ez hajtja a segédüzemeket is. A hidrogén tárolására szolgáló 350bar-os nyomású, 40kg hidrogént tárolni képes kompozit tartályok a busz tetején, az első tengely fölött kaptak helyet. Közvetlenül a tartályok után a tetőn helyezkedik el az üzemanyagcella egysége, és az ezt kiszolgáló berendezések, majd a nagyméretű hűtők a busz közepe körül.

A hátsó tengely fölött a légkondicionáló kapott helyet.

A hagyományos dízel buszok utasterének elrendezését sikerült megtartani a tetőre helyezett berendezésekkel és tartályokkal, azonban a megnövekedett üres tömeg miatt kevesebb utast képes szállítani.

A buszok a CUTE program keretében 1081485 km-t tettek meg, 66000 üzemóra alatt.

A buszok összesített rendelkezésre állása 92% tehát a kitűzött megbízhatóság teljesült. A buszok a városok domborzati adottságaitól függően 20-28kg/100km hidrogént igényeltek ez 66-93liter/100km gázolajfogyasztásnak felel meg.

Ez a hagyományos és hasonló méretű dízel buszok 28-40liter/100km gázolaj fogyasztásával szemben nagyon magas érték.

A programban részt vevő összes busz átlag fogyasztása 21,9kg/100km hidrogén, ami 72,9l/100km gázolajnak felel meg. A magas fogyasztás betudható a villamos energiatárolás hiányának, és a nyomatékváltó alkalmazásának. Egyetlen busz beszerzési ára 1,25 millió euró volt, ami jóval több, mint a dízelmotoros buszok ára.

A belső égésű motorral felszerelt **MAN Lion's City** buszból kétféle hidrogénnel meghatott változat készült a program számára. 4db szívó és 10db turbó motorral. Az MAN cég saját maga fejlesztette a motort a gázüzemű buszokhoz használt erőforrásból.

Az átlagos rendelkezésre állásuk 89%, a szívó motorosok fogyasztása 20,93kg/100km hidrogén, ami 69,5l/100km gázolajfogyasztásnak felel meg.



A CUTE program a legtöbb városban 1-1,5 évig tartott, azonban Hamburg városa a folytatás mellett döntött és több más várostól átvette a korábban ott üzemelő tüzelőanyag-cellás Mercedes buszokat. A program ezekkel a buszokkal véget ért, új buszok érkezésével folytatódik. Egyelőre csak Hamburg városa kap 10db új, már mozgási energia tárolására is képes üzemanyagcellás Mercedes buszt. A több városra

kiterjedő újabb európai program kidolgozása még zajlik. A Mercedes Citaro FuelCELL Hybrid névre hallgató buszt az eddigi tapasztalatok alapján fejlesztették ki. A villamos motor közvetlenül hajtja a kerekeket, olyannyira hogy a kerékagyban kapott helyet. A busz már képes fékezés során visszatáplálni, nagyméretű lítium akkumulátorokba. Ennek köszönhetően az üzemanyagcella kisebb teljesítményű lehet és a hidrogéntartályok méretét is lehetett csökkenteni. A busz elektromos hajtásának az alapja a 2007-ben bemutatott Mercedes Citaro G BlueTEC Hybrid busz, ami egy soros hibrid rendszert használ. A hidrogénes buszban a belsőégésű motor és a generátor szerepét átveszi az üzemanyagcella. A fogyasztást a gyár ígérete szerint jelentősen sikerült csökkenteni a becsült fogyasztás 10-14kg/100km hidrogén, ami reálisnak tűnik.

Trihybus



A Cseh Nukleáris Fejlesztési Intézet koordinálásával épült meg az első és idáig egyetlen hidrogénhajtású busz a 2004-ben csatlakozott új EU tagállamokban. A busz műszakilag is hordoz újdonságot, ugyanis ez az első európai tripla hibrid busz. Ez azt jelenti, hogy a buszt hajtó villamos motorok három forrásból is kaphatják az energiát. Az üzemanyagcellából, akkumulátorokból és ultrakapacitásokból. Ez a megoldás lehetővé teszi az üzemanyagcella folyamatos és hirtelen változásoktól mentes üzemét, az ultrakapacitások pedig az akkumulátorokat kímélik meg a hirtelen nagy teljesítményugrásoktól. A busz karosszériáját az Irisbus, elektromos berendezéseit a Skoda, az üzemanyagcellát a német Proton Motor szállította. A

buszhoz szükséges töltőállomás építési költsége 20 millió korona volt.

A busz a fejlett hibrid rendszernek köszönhetően igen keveset, 8,5-12kg/100km hidrogént (28,3-39,96l/100km gázolaj) fogyasztott a próbák során.

VanHool



2007-ben mutatta be a VanHool a hidrogénhajtású buszát. A jelentős súlytöbbletet az A330 busz megnyújtásával és harmadik tengely beépítésével kezelték, így a busz 104 utast tud szállítani, ami jóval több, mint a kéttengelyes hidrogénes buszok 75-80 fős kapacitása. Az üzemanyagcellát az amerikai UTC Power szállította, az elektromos hajtást a Siemens. A busz különlegessége a Zebra akkumulátor. Ez egy különleges,

magas hőmérsékleten üzemelő sóolvadékos akkumulátorfajta, főleg a hidrogénbuszokhoz hasonló kísérleti járművekben elterjedt.

Phileas



4db üzemanyagcellás Phileas busz épül. Kettő Kölnben, a másik kettő Amszterdamban fog üzemelni. A busz tripla hibrid rendszerű, azaz nem csak akkumulátorok, hanem ultrakapacitások is részt vesznek a fékezés során visszatáplált energia tárolásában.

A buszok a Ballard üzemanyagcelláját használják, a villamos hajtást a Vossloh-Kiepe szállította. A négy buszt tartalmazó projekt teljes költsége 12 millió euró.

Összegzés

Típus	Mercedes Citaro O530BZ	Mercedes Citaro FC. HY.	MAN Lion's City ICE	Trihybus	VanHool F.C.HY.	Phileas F.C.HY.
Karosszéria				Irisbus Citelis	VanHool A330	
H*SZ*M	12000*2550*3670	12000*2550*3400	12000*2500*~3400		13155*2550*3420	18440*2550*3200
Üres tömeg	14200kg	13200kg	12600kg	14t	n.a.	18500kg
Hatótávolság	kb. 200km	~250km	200(250)*km	250km	n.a.	n.a.
Tárolt hidrogén	40kg	35kg	50kg	20kg	38,5kg	36,4kg
Tüzelőanyag-cella	Ballard 250kW	Ballard 2*60kW	-	Proton 48kW	UTC 120kW	Ballard 150kW
Inverter	Samanco Power M1-250	Siemens ELFA	-	Skoda	Siemens ELFA	Vossloh Kiepe
Villamos motor	Reuland C000 aszinkron	ZF AVE130 kerékagy m.	-	Skoda aszinkron	Siemens aszinkron	aszinkron
Teljesítmény	205kW	240kW	-	120kW	2*85kW	240kW
Nyomaték	1020Nm	10500Nm	-	n.a.	4250Nm	n.a.
Váltó	ZF 6HP592	-	n.a.	-	-	-
Belsőégésű motor	-	-	MAN H2876UH01(LUH01)*	-	-	-
Teljesítmény	-	-	150kW(200kW)*	-	-	-
Nyomaték	-	-	760Nm(1000Nm)*	-	-	-
Férőhely	72fő	76fő	80(77)*fő	n.a.	104fő	n.a.
Energiatároló	-	Li-ion akkumulátor 26,9kWh 180kW	-	Li-ion akkumulátor 26kWh 422V	Zebra (Na-NiCl ₂) 53kWh 95kW	Hoppecke Ni-MH akku 100kW
	-	-	-	ultrakapacitás 0,32kWh	-	Maxwell ultrakapacitások 100kW
Becsült fogyasztás	-	10-14kg/100km	-	7,5kg/100km	n.a.	n.a.
Mért fogyasztás	20-24kg/100km	n.a.	19,5-22kg/100km	8,5-12kg/100km	n.a.	n.a.

*gal a turbófeltöltött motorral szerelt MAN buszokat jelöltük



A hidrogénes buszok működnek, forgalomban, utast szállítva is megállják a helyüket. Azonban a beszerzésük és az üzemeltetésük egyelőre nagyon drága. A kiépítendő töltőállomások biztonságára is fokozott figyelmet kell fordítani a robbanásveszélyes üzemanyag miatt. A próbaprojekteket a kormányok és az Európai Unió kiemelten támogatják, azonban ez így is nagyon drága mulatság. A tüzelőanyag-cellák korszerű hibrid hajtással kiegészítve már megfelelő fogyasztást tudnak produkálni, azonban teljesítményük az idővel csökken. Jelenleg az élettartamuk az autóbusz karosszériának a felére tehető, ami nagyon kevés. A hidrogén tiszta előállítása szintén nehézkesen és csak kis mennyiségben megoldható jelenleg.

A kísérletek folytatódnak, azonban ezek változatlanul kísérletek maradnak még jó ideig, az éles körülmények között zajló futások ellenére is.

Összegzés: Tudjuk, hogy a Föld erőtartalékai egyre korlátozottabbak, de nem elég, ha tisztában vagyunk vele, hanem ki is kel találni különböző megoldásokat arra, hogy az eddig elért életszínvonal és fejlődés tartható legyen a kívánt ütemben. Ugyanakkor a Föld kirablása és tönkretétele ne gyorsuljon a jelenlegi ütemben. Nyilvánvalóan már megszoktuk azt a kényelmet és gyorsaságot, amihez a technika hozzásegít minket, de kellő eredményekkel ezt nem kell feladnunk csak megváltoztatni a megszokottat. A természet kizsákmányolását megszüntetni ugyan nem tudjuk, de lassítani lehet, ezért van szükség alternatív üzemanyagokra és hozzájuk való infrastruktúrára is, ennek létrehozására persze nem elég az ötletesség és a feltalálói zsenialitás, hanem társadalmi politikai akaratra is szükség van, fontos, hogy ne az legyen az elsődleges szempont az üzemanyag vásárláskor, hogy mi az olcsóbb, hanem, hogy hosszútávon mi a jobb a Földnek és ez által nekünk is.

LPG ÉS CNG JELLEMZŐI

LPG Autógáz

Az **autógáz**, más néven *LPG*, vagy *LP Gáz* folyékony halmazállapotú szénhidrogén gázok elegye, amelyet gépjárművek üzemanyagaként, valamint fűtésre használnak. A cseppfolyós gáz nemzetközi jelölése az LPG (Liquefied Petroleum Gas). Általában röviden PB-gáznak nevezik.

Összetétele

A cseppfolyós gáz lehet propán, bután, propilén, izobután, izobutilén, butilén és ezek elegyei. Tulajdonságait az MSZ EN 589 szabvány határozza meg. A cseppfolyós motor hajtóanyag közel azonos összetételű a háztartási PB-gázzal. A háztartási PB-gázhoz képest az autógázban például kevesebb szennyeződés lehet, kénhidrogént, vizet nem tartalmazhat. A bányászott szénhidrogénekből finomítás során, gyakorlatilag melléktermékként nyerik. A cseppfolyós gáz 95%-ban propánt (C_3H_8) és butánt (C_4H_{10}) tartalmaz. A fennmaradó 5% nehezebb szénhidrogénekből áll. A propán és a bután aránya kb 40%-60%.

Tárolás, szállítás

Viszonylag alacsony (kb. 6 bar) nyomáson, környezeti hőmérsékleten cseppfolyósítható. Üzemanyagkutak részére így tartályautókon szállítják, és a töltőállomások tartályában

tárolják a kiméréséig. Szivattyúval, speciális töltőszelepen át töltik be a gépkocsi tartályába.

Tudnivalók használatakor

Ha a cseppfolyós gáz folyékony állapotban kerül a szabadba, azonnal párologni kezd. Elpárolgása során a térfogata kb. 230-szorosára növekedik, és erősen lehűti a környezetét, amelyből párolgáskor hőt von el. A nyílás körül, ahol a gáz kiáramlik vagy ahol a folyékony gáz összegyűlik a szabadban, a levegő nedvességtartalma kicsapódik, esetleg meg is fagy. A kifújó cseppfolyós gáz hatására köd keletkezik a gázsugár környezetében. Ilyenkor a cseppfolyós üzemanyag annyira lehűlhet, hogy a párolgása esetleg átmenetileg meg is szűnik.

Tulajdonságai

A tartályban tárolt, a tartálynyomáson lévő cseppfolyós gáz tulajdonságai a következők:

- sűrűsége 0,525...0,56 kg/l
- alsó hőértéke 24,7 Mega Joule/l
- hőtágulás 10 °C-onként kb. 4%
- forráspont légköri nyomáson: -5 és -42 °C között van
- -5 °C-on legalább 2,5 bar a gőznyomása

A gáz halmazállapotú, légköri nyomású cseppfolyós autógáz legfontosabb tulajdonságai a következők:

- relatív sűrűsége: 1,8...2;
- sűrűsége: 2..2,7 g/l;
- gyulladási hőmérséklete: 490...510 °C;
- alsó-felső gyulladási koncentráció: 2...9 tf%;
- lángterjedési sebesség: 32 cm/s;
- alsó hőérték: 0,105...0,110 MJ/l;
- 1l PB-gáz elégetéséhez szükséges levegő mennyisége: kb. 28l;
- motoroktánszám: legalább 89 (kb. 100).

Sajátosságai

A cseppfolyós gáz sajátos tulajdonsága, hogy a tartálynyomást elsősorban hőmérséklete határozza meg. A hőmérséklettől függően a tartálynyomás széles határok között változik. Elmondható, hogy környezeti hőmérsékleten a tartálynyomás 3 és 15 bar között változhat. Nyáron, a napon parkoló autó gáztartályában a nyomás gyakran eléri a 16...18 bar-t is. Téli hidegben -10 °C-nál a tartálynyomás 2 bar-ra is csökkenhet.

Élettani hatásai

Mérgező anyagokat nem tartalmaz. Belégzését, bár mérgezést nem okoz, a szagosító anyag élettani hatásai miatt kerülni kell. Ha a levegőbe nagy mennyiségű autógáz kerül, abban oxigénhiány keletkezik. Az ilyen levegő belégzése bódulatot és esetleg fulladást okozhat.

A folyékony gáz, mint üzemanyag

Környezetkímélőbb módon ég, mint a benzin, mivel a NO_x nitrogénmonoxid-összetevő a kipufogógázban csak mintegy 20%-a a benzinmotorénak, a szén-dioxid (CO_2)-kibocsátása is mintegy 15%-kal alacsonyabb, valamint az elégtelen szénhidrogén is csak mintegy fele a benzinüzemnek. Szénmonoxid-értéke nullának vehető. Emellett az LPG-égéstermékek, kémiaiilag kedvezőbb összetételük miatt alacsonyabb gépjármű katalizátorhőmérséklet mellett is semlegesíthetők, ezáltal gázmeghajtású motorok a katalizátort kímélik. Ezen kedvező emissziós tulajdonságok miatt az LPG-hajtotta gépjárművek és -targoncák – a földgázüzeműek mellett — olyan belsőégésű energiaforrással rendelkeznek, amely még zárt térben is üzemeltethető. Ezzel szemben például a dízeltargoncák korom- és nagy mennyiségű NO_x kibocsátásuk miatt erre nem alkalmasak. Közvetlen, literben mért fogyasztás összehasonlításnál az LPG-ből mintegy 5-20%-kal kell több ugyanazon teljesítmény eléréséhez, mint benzin esetén. Ez adódik egyrészt abból, hogy a 95-ös oktánszámú benzin sűrűsége átlagosan $0,76 \text{ g/cm}^3$, míg az LPG (amelynek oktánszáma átlagosan 106-nak vehető) $0,53 \text{ g/cm}^3$. Ezeket összevetve, 40%-os többletfogyasztás jönne ki első körben, de tudni kell, hogy az LPG égéshője magasabb, mint a benziné /LPG:46,1 MJ/kg(12,8 kWh/kg), benzin: 43,6 MJ/kg(12,1kWh/kg)/. Ez elméletileg 33%-ra mérsékli a többletfogyasztás mértékét, a

végző 5-20%-ot végül is a magasabb oktánszám eredményezi. A többletfogyasztás mértéke függ természetesen a vezetési stílustól, az átlagosan megtett úthossztól stb., leginkább, azonban a beszerelt /beszerelhető/ gázkészüléktől. A modern, harmadik generációs berendezéseknél ez az érték – megfelelő beállításnál — 10% százalék alatt van, mivel a lineáris gázinjektorok már megközelítik a benzinbefecskendezés karakterisztikáját, emellett a legújabb fejlesztésű szoftverek a gázadagolás legideálisabb módját is biztosítani tudják.

A folyékonygáz-hajtású gépjárművek technikája

Az autógázzal üzemelő gépjárművek vagy benzinnel indulnak, majd a beépített kapcsolóval kézzel, vagy automatikusan gázmeghajtásra váltanak, hogy a felmelegítési problémákat elkerüljük, vagy pedig egyből autógázzal indulnak. Megkülönböztetünk ennek megfelelően „Venturi-berendezéseket”, szekvenciális berendezéseket valamint LPI-gázberendezéseket /folyékony propánt fecskendeznek be/ Az első kettőnél az a közös, hogy a tankban nyomás alatt lévő folyékony gáz a motorba egy kigázosítás és nyomáscsökkentés után légnemű halmazállapotban érkezik. Mivel a kigázosítás, azaz a folyékony halmazállapotból légneműbe való átmenet, hőelvonással jár, ezért az „UFO”-t a hűtőkör hőjével meg kell fűteni, egyébként a keletkező „hidrát dugó” (víz-jég dugó) a gázhozzávezetést megakadályozza. /Elfagy a gáz!/ Ezen oknál fogva, a gázüzemre való

átkapcsolás csak a 30°C környékén történik, hogy a fent említett elfagyás alacsony külső hőmérsékletnél elkerülhetővé váljon. 2004 óta már LPI-gázberendezések is jelen vannak a piacon. Ezen rendszereknél egy üzemanyag szivattyú a folyékony gázt nyomás alatt az adagolócsőbe nyomja, amiből a gázsugár - adagolószelepeken át - egyenest a beömlő traktusokra kerül. A gáz légneművé váláskor föllépő hőelvonás a beömlő levegőt, a terheléstől függően 5-15 Kelvin fokkal lehűti, s ez némi teljesítménynövekedéssel jár /Lásd a turbófeltöltős motoroknál alkalmazott visszahűtés/ a kigázosításos módszerhez képest, míg az eredeti meghajtó anyaghoz, a benzinhoz képest nincs változás, mivel ott is folyékony formában injektálják be a hajtóanyagot. Az autógázzal való üzemeltetés alacsonyabb káros anyag kibocsátás mellett nagyobb futás-egyenletességet produkál, a benzin üzemhez képest, ami a gáz 105-115 közötti oktánszámából vezethető le.

CNG

A CNG (Compressed Natural Gas) vagy sűrített földgáz szénhidrogén gázok elegye, amelyet gépjárművek üzemanyagaként, valamint fűtésre használnak.

A földgázt vezetékhálózaton juttatják el a háztartási és az ipari fogyasztókhoz. Motor-hajtóanyagként használt gáz azonos minőségű a háztartásban használttal. A töltőállomáson nagynyomású kompresszorral sűrítik 250 bár nyomásra és ezt a gázt tankolják a járművekbe. Az

autógázpalackban a földgáz nyomása változik a hőmérséklet ingadozás következtében, de ez motorüzemelés szempontjából figyelmen kívül hagyható. A járművekben gáztartályok névleges nyomása 200 bar általában, hengeres vagy gömbölyű alakban van, hogy a konténerek falait egyenletes nyomás terhelje. A földgáz fűtőértéke településenként eltérhet, de egy településen belül az eltérés 5%-nál nem lehet nagyobb.

Összetétele

A földgáz különféle szénhidrogén vegyületekből áll. Tartalma általában 90%-a metán(CH_4). Tartalmaz etánt(C_2H_6), propánt(C_3H_8), butánt(C_4H_{10}), szén-dioxidot(CO_2) és nitrogént(N_2).

A CNG tulajdonságai

A gáz néhány tulajdonsága összetételtől függően, légköri nyomáson

relatív sűrűség: 0,55-0,71 kg/l

sűrűsége: 0,7-0,8 g/l

gyulladás hőmérséklete: 600-640 °C

alsó-felső gyulladási koncentrációja: 5-15 tf%

lángterjedési sebessége: 33 cm/sec

alsó hőértéke: 0,028-0,041 MJ/l

1 liter földgáz elégetéséhez szükséges levegő mennyisége
elméletileg: kb. 9,5 liter

oktánszáma: kb. 120

energia sűrűség tartályban: 46,5-49 MJ/kg (6,7-7,9MJ/l)

hajtóanyag és a levegő elméleti súlyaránya: 17:1

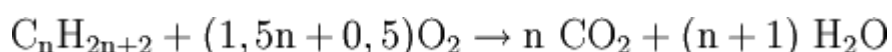
forráspont: -163 °C

gyulladáspont: 600-640 °C

A metán, etán, propán és a bután is alkánok, amelyek a telített szénhidrogének egy csoportja. Az alkánokra általában jellemző, hogy színtelen, szagtalan gázok.

Kémiai tulajdonságaikat tekintve a legfontosabb:

Az alkánok reakciókészsége kicsi, erre utal paraffin elnevezésük is. Tömény szervesetlen savakkal és lúgokkal nem reagálnak. Ellenállóak más erőlyes reagensekkel szemben is, például sok erős oxidálószernek (például kálium-permanganát, kálium-dikromát) ellenállnak. Oxigén jelenlétében elégnék, szén-dioxid és víz keletkezik. Ez a reakció nagy hőfelszabadulással jár. Égésük általános reakcióegyenlete:



Tehát ha tökéletesen égetjük előket akkor csak szén-dioxid (CO₂) és víz (H₂O) keletkezik pára formájában, így elmondhatjuk, hogy az egyik leginkább környezetbarát energiahordozó. A sűrített földgáz azonban tartalmaz szén-dioxidot és nitrogént is, valamint a járműveknél az égéshez használt levegő is tartalmaz az égéstápláló oxigén mellett ilyen szennyezőket, melyek az égés során felszabaduló hőenergia, nyomás, és egyéb hatásokra reagálva nagyobb mértékben nitrogén-oxidokká és szén-dioxiddá válnak.

Technológia

A CNG-t Otto-motorokban (benzinüzemű), valamint Diesel-motorokban is lehet használni. A sovány gázt felhasználó Otto-motorok nagyobb hatásfokot tudnak elérni a sztöchiometrikus Otto-motorokkal összehasonlítva, magasabb NO_x és szénhidrogén kibocsátás árán. Az elektronikusan vezérelt sztöchiometrikus motorok alacsonyabb emissziót biztosítanak, és a lehető legmagasabb teljesítmény kibocsátását teszik lehetővé, különösen EGR-rel (amikor a kipufogógáz egy részét vissza vezetik a szívó ágba), turbótöltéssel, intercoolerrel, valamint három utas katalizátoros konverterrel kombinálva, de az üzemanyag fogyasztásuk magasabb, és a hőhasznosításuk alacsonyabb. A megfelelően kialakított sűrített földgázzal működő motor a benzinmotorral összehasonlítva a legmagasabb tengelyteljesítményt nyújtja, mert a sűrített földgáz oktánszáma magasabb, mint a benziné.

A CNG tartályok alacsony nyomáson (ún. "lassú töltés"), vagy magas nyomáson (ún. gyors töltés) tölthetőek fel. A különbséget a töltőállomáson érvényes ár, és a töltési idő jelenti. A műszaki lehetőség napjainkban már adott az éjszakai feltöltésre a normál gázhálózaton keresztül is, de ez számos országban nem engedélyezett, így köztük hazánkban sem.

A CNG hengereket acélból, alumíniumból, vagy műanyagból készítik. A könnyű kompozitból (ún. szénszállal erősített műanyag tartály) készült hengerek különösen előnyösek járműveknél, mivel a súlyuk jelentősen kevesebb, azaz sokkal könnyebbek, mint a korábbi generációs alumínium tartályok, ez pedig kevesebb üzemanyag-felhasználást eredményez.

A CNG tartályok az ISO 11439-es szabvány előírásainak felelnek meg.

Az Otto-motorokhoz alkalmazható CNG berendezés tartalmaz egy nyomás szabályzót (ami átalakítja a sűrített gázt), egy gázkeverőt, vagy gázinjektort (üzemanyag mérő berendezés). A korábbi generációs CNG-hez tartozó kit venturi típusú gázkeverővel kombinálva a Venturi-hatás elvén működik. A léptetőmotor az átáramló gáz mennyiségét szabályozza, az oxigén szenzor jelének folyamatos felhasználásával. Az újabb CNG berendezések elektronikusan több pontos befecskendezéssel működnek, hasonlóan a napjainkban használt autókban működő gázolaj befecskendezési rendszerekhez.

A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÁSA

Gázüzem

A cseppfolyós gáz és a sűrített földgáz a hagyományos motorhajtó anyagokhoz hasonlóan szénhidrogénekből, a szén

és a hidrogén különböző vegyületeiből áll. A kőolaj lepárlása során keletkezik, vagy bányászat során kerülnek a felszínre. Az egyéb gázok szintén szénhidrogének, viszont technológiai vagy biológiai folyamatok során keletkeznek. Az autógázok a hagyományos motorhajtóanyagokhoz képest alapvetően abban különböznek, hogy légköri nyomások gáz halmazállapotúak. Gáz üzemanyagok színtelenek és szagtalanok, a jelenlétének érzékelhetősége érdekében szagosítják őket.

Cseppfolyós gáz

LPG vagyis Liquefied Petroleum Gas, más néven PB gáz, amely lehet propán, bután, propilén, izobután, izobutilén, butilén és ezek elegyei. Tulajdonságait szabvány határozza meg. A cseppfolyós motorhajtó anyag közel azonos összetételű a háztartási PB gázzal, azonban annál előírás szerint kevesebb szennyeződést tartalmazhat, nem tartalmazhat továbbá kénhidrogént és vizet.

Cseppfolyós gázt a bányászott szénhidrogének finomítása során gyakorlatilag melléktermékként nyernek. 95%-ban propánt (40%) és butánt (60%) tartalmaz, amely viszonylag alacsony, kb. 6 bar nyomáson környezeti hőmérsékleten cseppfolyós. A gázüzemanyag kutak részére tartályautókban szállítják, a töltőállomáson tartályban tárolják és szivattyúval töltik a gépkocsi tartályába.

Sajátos tulajdonsága, hogy a tartálynyomást elsősorban hőmérséklete határozza meg, ettől függően a tartálynyomás széles határok között változhat (3-15 bar), nyáron akár 18, télen akár 2 bar is lehet.

Mérgező anyagokat nem tartalmaz, belélegzése nem okoz mérgezést. Ha a levegőbe kerül, nagy mennyiségben oxigénhiányt okoz. Az ilyen oxigénhiányos levegő belélegzése bódulatot, szélsőséges esetben fulladást okozhat.

Sűrített földgáz

CNG vagyis Compressed Natural Gas, más néven földgáz, amelyet bányászattal nyernek. Vezetékhálózaton jut el a végső fogyasztókhoz. A gázfogyasztó készülékekben felhasznált és a motorhajtó anyagként használt gáz minősége azonos. A töltőállomáson nagyteljesítményű kompresszorral sűrítik kb. 250 bar nyomásra és ezt a gáz tankolják a járművek. A teljesen feltöltött palackban a földgáz névleges nyomása 200 bar.

A földgáz különféle szénhidrogén-vegyületekből áll, általában 90%-a metán, de tartalmaz egyéb nehezebb szénhidrogéneket is, mint az etán, propán, vagy a bután. Van benne szén-dioxid és nitrogén is.

Belélegzése nem okoz mérgezést, nem tartalmaz mérgező összetevőket. Nagy mennyiségben oxigénhiányt okozhat.

Egyéb gázok

Nemzetközi jelölése a GAS. Ide tartozik a biogáz, a cseppfolyós földgáz, a hidrogén például. Itthon ezeket a gázokat nem forgalmazzák.

A gáznemű motorhajtóanyagok égési tulajdonságai hasonlóak a hagyományos motorhajtó anyagokéhoz. A gáz halmazállapot miatt a gáz és a levegő összekeveredése egyszerűbb, mint a folyékony üzemanyag esetén.

A gáznemű hajtóanyagok gyulladási hőmérséklete magasabb, mint a benziné, a benzin 230-280, cseppfolyósé 500, a sűrített gázé 600-640 fok. Vagyis gázüzemnél a gyújtás feszültsége, a gyújtórendszer állapota sokkal fontosabb, mint a benzinüzem. A gyújtórendszernek így kifogástalannak kell lennie. A benzinhoz képest a gáz égési sebessége kisebb.

Ideális feltételek között a gáz hajtóanyagok széntartalma szén-dioxiddá, hidrogéntartalma vízzé ég el, a kipufogógáz tartalmazza még a többi összetevő égéstermékét és az égésnél felhasznált levegő nitrogénjét. Az égéstermékben nitrogén-oxidok is vannak. Légfelesleges égetésnél a kipufogógázban tökéletes égés során keletkező összetevők mellett oxigén is van, tökéletlen égésnél helyette szén-monoxid és szén-hidrogén.

A gázüzem károsanyag tartalma kisebb, mint a hagyományos motorhajtó anyagoké.

A pb gáz használata 1993-ban vált legálissá. A használatra műszaki követelményrendszert vezettek be. A cseppfolyós gáz nagyobb energiatartalmú, mint a sűrített földgáz, olcsóbb beszerezni és a cseppfolyós gázt adagoló kút létesítésének jóval kisebb költsége.

Sűrített földgázt főleg egy üzemeltetőnél működő homogén járműparkok használnak. Számuk igen alacsony.

Az autógáz használata különféle haszonnal jár. A gáz üzemanyagok magas oktánszámuk miatt nem tartalmazzak kopogás gátló adalékanyagot. A hajtóanyag tökéletesen elkeverhető a levegővel. Egyszerűbb szénhidrogén vegyületeket tartalmazznak, mint a benzin, vagy a gázolaj. Tökéletesebben égnek, a kipufogógáz kevesebb rákkeltő hatású policiklikus aromás vegyületet tartalmaz. Motortípustól függően a nitrogén-oxid 20-40, a szén-monoxid 60-90, a CH 40-60%-kal kevesebb, nincs a kipufogógázban szilárd részecske.

A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG TÁROLÁSA

Szükség van erre az ismertetésre annak érdekében, hogy eloszlassuk azokat az alaptalan félelmeket és hiedelmeket,

melyek a gázautókkal kapcsolatban kialakultak Talán ezek az aggodalmak is okai annak, hogy hazánkban a mai napig nem túl nagy az érdeklődés a gáz mint gépjármű-hajtóanyag iránt. A valamivel több mint 2 millió hazai gépjárműből mindössze 100 ezret hajt gáz, és országszerte mindössze 60 töltőállomáson lehet gázt tankolni. Az ipar mellett a másik legjelentősebb légszennyezés-forrás a közlekedés, a járművek. A Földön egyre katasztrofálisabb helyzetet okozó légszennyezés olyan alternatív üzemanyag(ok) alkalmazását sürgetik, melyek megoldást jelentenek e gondok enyhítésére. A környezetszennyezés visszaszorításában úttörő szerepe van a gáz jármű-üzemanyagként történő felhasználásának. Arról nem is beszélve, hogy a gázüzem jókora könnyebbséget jelent pénztárcánk számára.

A köztudatban és a hazai gyakorlatban is a propán-bután-gázzal (PB) történő autózás terjedt el. Pedig létezik egy más típusú gázzal történő közlekedési forma is: a földgázautózás.

A *cseppfolyós propán-bután-gáz (LPG, Liquefied Petroleum Gas)* azonos a palackos háztartási PB-gázzal. Követelményeit az Európai Unióból átvett MSZ EN 589 szabvány írja elő.

A *sűrített földgáz (CNG, Compressed Natural Gas)* pedig a háztartási vezetékes gáz. A két üzemanyag között az alapvető különbség üzemi nyomásviszonyaiban van. A CNG-t légnemű állapotban tárolják 200 bar nyomáson, a PB-t cseppfolyós

állapotban 5-10 bar nyomáson. A nyomásviszonyok miatt a két üzemanyag tárolótartályainak kivitele és nyomáscsökkentő rendszere (reduktor) alapvetően eltér egymástól. A felhasználás annak függvényében változik, hogy az adott térségben melyik gáz található, állítható elő. Így az amerikai államokra a földgáz (CNG) elterjedése, míg az európai országokra a cseppfolyós PB-gáz (LPG) jellemző. Az európai gázautózás fejlődésében Olaszország és Hollandia foglalja el a vezető helyet. Ezekben az országokban a benzinüzemű autók több mint fele kettős üzemű. A gázüzemű autók károsanyag-kibocsátása kisebb, mint a hagyományos üzemanyagúaké. A gázüzemanyagok magas oktánszámuk miatt nem tartalmazznak kopogásgátló adalékanyagokat. A gázüzemanyag teljesen elkeveredik a motorba jutó levegővel, tehát tökéletes az égés. Ebből következően a kipufogógázban kevesebb a rákkeltő vegyület, szilárd részecske pedig egyáltalán nincs. A végeredmény: a légkörbe jutó káros anyag mennyisége a benzinüzemhez képest jelentősen csökken. A gáz-levegő tökéletes keveredésének köszönhetően csökken az olajfogyasztás is, az olajcsere-periódus megduplázódik, tehát kevesebb fáradt olaj keletkezik. A kevesebb károsanyag mellett "hasznosanyag"-kibocsátás is történik: az autógázok magas hidrogéntartalma miatt az égés során víz keletkezik, ezért a légkörbe jutó szén-dioxid mennyisége kisebb, ami az üvegházhatás csökkentését eredményezi. Magyarországon a benzin és gáz arányát figyelembe véve 30-40%-kal olcsóbban autózhatunk. A kisebb olajfogyasztás és a kétszeres olajcsere-

periódus miatt jelentős költségmegtakarítás érhető el. A sokkal kedvezőbb gáz és levegő keveredésének köszönhetően a motorkopások mintegy 30-40%-kal csökkennek, így nő a gázos motor élettartama. A földgáznak mint gépjármű hajtóanyagnak a legnagyobb előnye, hogy a jelenleg használatos gépjármű-hajtóanyagok közül a legkevésbé környezetszennyező és a legolcsóbb üzemanyagfajta. A tisztán földgázüzemű gépjárművek üzemeltetési költsége körülbelül 1/3-a a benzinüzemű és megközelítőleg fele a PB-üzemű autókénak. A földgáztöltő állomások alig kiépített hálózata miatt eddig nem tudtak elterjedni hazánkban. A magyarországi gázautózás műszaki megoldásában, beszerelési technológiájában elsősorban az olaszországi tapasztalatokat, berendezéseket használja fel, ami jelzi ezek megfelelő minőségét. Az alkatrészek minden esetben hatósági behozatali és gyártási engedélyekkel rendelkeznek, ami biztosítja a problémamentes, biztonságos átalakítást. Az átalakítás a motor, a karosszéria módosításával nem jár, csak az attól függetlenül működő egységek beépítését jelenti. A visszaalakítás ezen egységek károsodása nélkül végezhető el. Az átalakításokat a Műszaki Biztonsági Főfelügyelet által engedélyezett szakszervizekben, speciálisan képzett autógáz szerelők végzik.

A gázautók megbízhatóságát a felhasznált alkatrészek szigorú gyártásközi és végellenőrzési rendszere valamint a mára

komoly műszaki tudással rendelkező, felkészült szakemberek együttes megléte garántálja.

Nem igaz az a gázautókról kialakult hiedelem, hogy robbanásveszélyesek, használatuk során veszélyben van annak vezetője és környezete egyaránt!

Még egy esetleges ütközéses baleset során sem fog felrobbanni az autó. A gázautók robbanásait igazoltan csak az otthoni házilagos szerelések során elkövetett szakszerűtlenségek okozták. A gázrendszer minden egyes alkatrésze gyártási vagy behozatali engedéllyel rendelkezik, teljesítik az ENSZ-EGB67 előírásait, ami azt jelenti, hogy a Magyarországon átalakított gépkocsik műszaki színvonala az európai előírásoknak is megfelel. A hivatalos gázautó-műhelyekben beszerelt gázrendszerek számos biztonsági szerelvényt tartalmaznak, amelyek baleset esetén megakadályozzák a gáz szabadba kerülését, illetve a megakadályozzák a gáztartályból a gáz motortér felé áramlását. A gázrendszer legkritikusabb alkatrésze a gáztartály minden esetben a lehető legvédettebb helyen, a csomagtérben helyezik el, anyaga szilárdsági méretezéseken átesett 3-4 mm vastag szívós acél, ami azt jelenti, hogy ütközésnél komoly deformációra képes kiszakadás, robbanás nélkül. A gázrendszert minden esetben gáztömören alakítják ki, melyről hivatalos igazolást ad az átalakítást végző szakszerviz. Az átalakításokat végző szakszervizek az elmúlt

évek során kellő tapasztalatot szereztek, valamint megfelelő műszerezettséggel rendelkeznek ahhoz, hogy a lehető legbiztonságosabban végezzék el az átalakításokat. Ezek a tényezők együttesen garantálják a biztonságos közlekedést és használatot. Az átalakítás során a következő részegységeket építik be:

- a töltőnyílás (távtöltő), melynek feladata a gázüzemanyag-tartály feltöltésekor a gáztöltőállomás szivárgásmentes csatlakoztatása a gázrendszerhez, illetve a tartály biztonságos feltöltése folyékony gázüzemanyaggal. Elhelyezése általában a gépkocsi hátsó részén, a hátfalon vagy a gépkocsi oldalsó sárvédőjénél vagy lökhárítóján történik.
- Többfunkciós szelep (röviden multiszelep) amely a gáztartályon található, és a következő feladatokat látja el: gáztartály feltöltése, illetve ehhez kapcsolódóan 80 %-os töltéshatárolás, valamint lefúvatás túlnyomás kialakulása esetén, valamint a tartály-telítettség kijelzése.

A multiszelepen át jut a gáz a tartályból a motorhoz egy csőtörésre záró szelepen keresztül, illetve megakadályozza a gázáramlást a töltőszelep irányába. A csőtörésre záró szelep hirtelen nyomáscsökkenés esetén (például az üzemi vezeték szakadása esetén) megakadályozza a gázkiáramlást.

- Külön mechanikus elzárószelep található a töltő és üzemi csőszakaszokhoz (egyes változatoknál csak egy kétfunkciós szelep), így egy esetleges tűz esetén könnyen függetleníthető a gáztartály a gépkocsitól.
- Gáztartály: általában a csomagtérben helyezik el, több variációban. A henger alakú tartályokat a doblemezek között a menetirányra merőlegesen, dönthető üléstámlájú gépkocsik esetében hosszában a csomagtér jobb kihasználásának érdekében a menetiránnyal párhuzamosan. Azoknál a gépkocsiknál, ahol a pótkerék tárolására kialakított üreg a karosszéria belsejében helyezkedik el, lehetőség van úgynevezett pótkeréktartály beszerelésére is. Ebben az esetben a csomagtartó kapacitása változatlan marad, de a pótkerék elhelyezéséről máshol kell gondoskodni. A tartályok anyaga minden esetben 3-4 mm falvastagságú edzett acéllemez. A tartályok nyomáspróba alapján két kategóriába sorolhatóak. Az "A" kategóriájú tartályok nyomásértékei: üzemi/próba: 25/30 bar, a "B" kategóriájú tartályoké: 25/45 bar. Ennek megfelelően az "A"-s tartályokba csak lefúvatószelepes multiszelepek szerelhetők, a "B"-s tartályokba lefúvatószelep nélküli és lefúvatószelepes multiszelep egyaránt beépíthető. A gáztartályt a csomagtérben olyan szabványos elemekkel, kötőelemekkel rögzítik, melyek szilárdsági méretezése 20

g lassulást enged meg. A tartályokat nagy szilárdságú, műanyag bevonatú vagy szinterezett acélpántokkal rögzítik a tartószerkezetekhez. Csak olyan szalagpántok alkalmazása megengedett, melyek anyaga homogén, folytonos, tehát perforált kivitelben nem használhatók.

- A földgázüzemű gépjárművek hajtóanyagaként használt földgáz tárolása acél- vagy kompozittartályokban történik. Ezek a tartályok akár 400 bar nyomást is képesek elviselni mindenféle károsodás nélkül, míg a tartályban tárolt földgáz nyomása maximum 200 bar. Ütközés esetén sem jelentenek veszélyt, mivel a tartályokat a gépjárművek csomagtartójában, illetve rakterében helyezik el, ami viszonylagos védettséget jelent, továbbá az acéltartályok falvastagsága 10 mm, tehát egy esetleges ütközés esetén a tartály ép marad. Kompozittartályok esetén a tartályokat erős acélkeret veszi körül, ami megvédi őket az extrém mechanikai hatásoktól is. A tartályok robbanása kizárható, egyfelől a tartályok erőssége, másfelől a magas nyomásból adódó nagy gázkiáramlási sebessége miatt, ami lehetetlenné teszi a visszaégést, és ez által a tartály berobbanását. A gázszelep biztosítja a gáz áramlásának elzárását benzinüzemben, illetve a motor kikapcsolt állapotában. A gázszelep végzi még a folyékony gáz szűrését is. A benzinszelep feladata a benzin útjának elzárása

gázüzemben. Működési elve azonos a gázszeleppel; tulajdonképpen ez is egy elektromos zárószelep.

- Emulátorok: a benzinbefecskendezés leállításához.
- A reduktor feladata a folyékony gázüzemanyag elpárologtatása, és a mindenkor motorállapotnak megfelelő gázmennyiség szabályozása, folyamatos adagolása. Biztonsági funkciót is ellát a reduktor: ha a motor működése valamilyen okból megszakad, de a gyújtás bekapcsolva marad, megakadályozza a gáz további beáramlását a motorba annak ellenére, hogy a gázelzáró mágnesszelep nyitott állapotban maradt. A gázmennyiség-szabályozó egy rugós állítócsavar, ezzel állítható a keverőfejbe, illetve az innen a motorba jutó gáz mennyisége.
- A gázkeverőfej feladata a gáz bevezetése a motor szívórendszerébe, egyenletes, homogén gáz-levegő keverék előállítása.
- A szabályozó elektronika feladata az adott pillanatban optimális gáz-levegő keverék állítása. Ezen kívül a legkorszerűbb vezérlő számítógépek további kényelmi funkciókat is tartalmazhatnak, úgymint motorfék üzemmód, átmeneti dúsítás hirtelen gyorsítás esetén, különböző tartályszintmérő egységek illesztése az

üzemmód kapcsolóhoz, vészindítási lehetőség gázüzemmódban.

Mint látható, a gázrendszer elemeit és működését úgy tervezték meg, hogy normál üzem mellett egy esetleges baleset vagy gépjárműtűz esetén sincs nagyobb veszély, mint egy benzinüzemű járműnél, feltételezve a szakszerű szervizelést, amit egyébként is megérdemel az autó.

A 6/1990. (IV.12.) KöHÉM-rendelet rendelkezik arról, hogy a gázüzemű autók egységes jelöléssel kell ellátni. A cseppfolyós gázüzemű autók jelölése egy, a felragasztás oldaláról olvasható matrica, melynek átmérője 80 milliméter, alapszíne piros, rajta fekete színű felirat.

Gyakran felteszik a kérdést, hogy biztonságos-e a beépített rendszer? Ha összehasonlítjuk a gázüzemű autót a benzinessel, kiderül, hogy ez utóbbitól sokkal inkább van félnivalónk: a gáztartály 4 mm falvastagságú acéllemezből készül, és minden egyes tartályt sorszámmal látnak el, majd külön-külön lepróbálnak 45 bar nyomással, melyet hatósági irat igazol. Ezzel szemben a benzintartály egy 1 mm-es, "ponthegesztett" vaslemezből, vagy most már egyre gyakrabban műanyagból van. A gáztartályra egy teljesen leszigetelt műszer-szelep egység kerül, melyben csőszakadás esetén minden irányban elzáró biztonsági szelepek vannak, de ha mégis bármilyen szivárgás lépne fel, egy olyan szellőző

rendszert alakítottak ki, amin keresztül a gáz csakis a szabadba távozhat, és az utastérbe nem juthat be; benzintankban ellenben semmi ilyen berendezés nincs. A gáz a nyomáscsökkentőig burkolattal ellátott rézcsövön jut el, hollanderes kötésekkel ellátva. A benzin viszont sérülékeny, és kirepedésre hajlamos gumitömlőn, esetleg műanyag csövön. A szívótorokba jutó gáz útjába még két biztonsági egység van beépítve, amely működésbe lép a leálló motor esetén. Érdekességképpen még elmondható, hogy az összes kiégett motorú járműben a benzinrendszer hibája okozta a tüzet.

Egy megfelelően átalakított jármű esetében nem érezni gázzagot sem az utastérben, sem a gépkocsi körül. A gépkocsik az átalakítás után minden esetben egy kötelező szivárgásellenőrzésen esnek át, melyről hivatalos okirat is készül, az úgynevezett TANÚSÍTVÁNY, mely garantálja, hogy gépkocsi nagynyomású rendszere gáztömör, szivárgásmentes. Azonban ha a gépkocsit - jogszabályellenesen - háztartási PB-gázzal töltik fel (akár palackról, akár telepített tartályról), akkor még szivárgásmentes gépkocsik is lehetnek gázzagúak. Ennek oka, hogy a háztartási PB-gázokba sokkal nagyobb mennyiségű illatosító anyagot (etilén-merkaptán) töltenek. Az előbb említett TANÚSÍTVÁNY további fontos információkat is tartalmaz: feltüntetik a beszerelt alkatrészek típusát és engedélyszámát, valamint az átalakító műhely engedélyszámait is. Így ha ilyen TANÚSÍTVÁNY-t kapunk a

gépkocsihoz nyugodtak lehetünk, hogy az átalakítás során képzett szakemberek engedélyezett terméket építettek be. A gázrendszer ellenőrzése és a tömörségvizsgálat legalább évenkénti elvégzése feltétlenül javasolt.

A parkolásról: Magyarországon a jelenlegi hatósági rendelkezések alapján a talajszintnél mélyebben elhelyezkedő mélygarázsokba és parkolóházakba gázüzemű gépkocsival tilos behajtani. Ennek oka, hogy az esetlegesen kiszivárgó autógáz (melynek valószínűsége minimális, gyakorlatilag nulla), a levegőnél nehezebb, színtelen anyag így a padlósínt közelében összegyűlve a levegővel robbanóelegyet alkothat. Tehát emeletes parkolóházakban, kiszellőztetett garázsokban nyugodtan parkolhatunk gázautóval. Magánterületeken, családi házak garázsában, ha a padlósínt szellőző nyílásokat alakítunk ki, ahol a szivárgó gáz a szabadba távozhat, akkor nyugodtan leállíthatjuk gépkocsinkat. A biztonság fokozása érdekében hosszabb leállítási idejére a tartályszelepen (multiszelepen) található zárcsapokkal függetleníthetjük a gépkocsit a gázrendszertől. (Akár a gáz főcsap elzárása a lakásban hosszabb elutazáskor.) A kereskedelmi forgalomban kaphatók háztartási jelzőkészülékek is, az alsó robbanási határérték 20%-nál riasztójelzést adnak, vagy szellőztető rendszert indítanak be.



Autóbusz tetőre szerelhető gáztartálya

Töltés: a tartályt 80%-ig lehet megtölteni, erről töltéshatároló gondoskodik. A maradék 20% a hőmérséklet-emelkedés miatt bekövetkező térfogat-növekedés számára fenntartott tágulási tér.

Teljesen teletöltött tartály esetén 1 °C-os hőmérséklet-emelkedés 7 bar nyomásnövekedést okoz!

Túltöltött tartály esetén jártni kell a motort.

Robbanás csak akkor következhet be, ha a gáztartálynak nincs lefúvató szelepe.

A FÖLDGÁZ ALAPÚ ÜZEMANYAG SZÁLLÍTÁSA

A kitermelt földgázt a szárazföldön (és sekélyebb tengerek alatt) csővezetékrendszeren, a tengereken keresztül pedig tankerekben, cseppfolyós állapotban (LNG – Liquid Natural Gas) szállítják. A csővezeték előnye, hogy viszonylag kevés emberi beavatkozást igényel, viszont a kiépítése drága. A sokszor több ezer kilométer hosszú interkontinentális gázvezetékek átmérője 1,5-2 m, a betáplálási nyomásuk ~100 bar, és a súrlódási veszteségek legyőzésére 100-200 kilométerenként kell (földgázzal hajtott) kompresszorállomásokat építeni. A folyékony halmazállapotban való szállítás előnye a nagy mennyiség: a metán térfogata a forráspontja ($-161\text{ }^{\circ}\text{C}$) alá hűtve csak az $1/800$ része a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű gáznak. A szállítás a halmazállapot-változásokat és a folyékony halmazállapotot biztosító kriotechnikai rendszerek miatt mintegy hatszor drágább a tengeri kőolajszállításnál (de például a tankerek hajtása megoldható a párolgási veszteségből), viszont napjainkban a nemzetközi földgázszállítás negyede már így történik. A legnagyobb folyékonyföldgáz-exportálók: Indonézia, Algéria és Malajzia. A folyékony földgáz csővezetékes szállítása nagy távolságokra gazdaságtalan. Olyan eljárások megvalósítását azonban tanulmányozzák, amelynél a cső végén folyékony halmazállapotban betáplált gázt légnemű állapotban lehessen kinyerni a végpontnál.

Nagyobb perspektívát látnak viszont a földgáz folyékony halmazállapotban történő tárolásában (például stratégiai vagy a téli és nyári fogyasztáskülönbség miatti üzemviteli tartalékként), valamint tartálykocsikban való szállításában.

Az LNG-tartályhajók

A biztos földgázellátáshoz egy szerteágazó hálózatra van szükség, amely vezetékekből, földalatti tározókból, valamint mérő-, kompresszor- és gázátadó állomásokból áll.

A teljes földgáz mintegy 80 százalékát gázvezetéseken keresztül, a fennmaradó 20 százalékot pedig speciális hajókkal, úgynevezett LNG-tartályhajókkal szállítják.

Az LNG az angol Liquified Natural Gas kifejezés rövidítése, ami cseppfolyósított földgázt jelent. A cseppfolyósított földgáz térfogata az eredeti térfogatnak csupán hatszázad része, ezt az előnyt használják ki a hajóval történő szállítás során. A térfogatcsökkenés elérése érdekében - 165 °C-os hőmérsékletre hűtik a földgázt, majd cseppfolyós földgázként szállítják a tengereken. A földgázt a célkikötőben speciális fogadó és betápláló terminálok alakítják ismét normál hőmérsékletűvé, így az importáló ország vezetékhálózatába már gázként táplálható be.

Gázvezetékek

Gázvezetékek segítségével nagy mennyiségű földgáz szállítható biztonságosan, gyorsan és gazdaságosan, ráadásul ez a modern és megbízható szállítórendszer nem igényel sem utakat, sem pedig üzemanyagot, így se zajjal, se kipufogógázokkal nem terheli a környezetet.

Részhálózatok

A fűrésponttól a fogyasztókig vezető út három részhálózatból áll. A távvezeték-hálózat sok ezer kilométeren keresztül szállítja a földgázt a lelőhelytől – például Szibériából – a nagy európai gázszolgáltatók regionális hálózataiba. A regionális hálózatokból a földgáz végül a helyi elosztóhálózatokon keresztül jut el a fogyasztókhoz.

Csőméretek

A gázvezetékek építéséhez speciális acélcsöveket használnak. Átmérőjük a három részhálózatban eltérő.

A nagy távolságokat áthidaló távvezetékekhez különösen nagy csőátmérőket szoktak választani. Az itt használt csövek átmérője elérheti a 160 centimétert, falvastagságuk pedig a 16 millimétert. A csövek általában 18 méter hosszúak, súlyuk pedig mintegy 10 tonna. Az egyes csődarabokat a helyszínen hegesztik össze több száz méter hosszú csőszakaszokká.

Ezzel szemben a helyi vezetékhálózat csővezetékei csak mintegy öt centiméter átmérőűek, és ennek megfelelően

vékonyabb a faluk is. A kisebb átmérő és az alacsonyabb nyomás miatt itt egyre gyakrabban használnak műanyag csöveket is.

A csövek védelme

A korrózióvédelem jelentős mértékben megnöveli a lefektetett acélcsövek élettartamát, ezért már a gyártás során speciális külső műanyagréteggel vonják be őket. A lefektetésnél végzett hegesztések helyét is speciális műanyag pántokkal vonják be, ami megvédi a varratokat. Ezek az eljárások alkotják a passzív korrózióvédelmet.

Emellett elektromechanikus, más néven aktív korrózióvédelmet is alkalmaznak, amihez egyenáramot vezetnek a föld vagy a víz alá fektetett csővezetékekbe. Az egyenáram megakadályozza az ioncserét azokon a pontokon, ahol megsérül a csövek borítása. Ily módon tartósan megállítható a rozsdásodás kémiai folyamata.

A földgázvezetékek belső bevonata nem annyira a korrózióvédelmet szolgálja, mint inkább a csőfelület érdességének csökkentését, ezzel biztosítva a gáz optimális szállítási sebességét a vezetékhálózatban.

Szállítási sebesség és nyomás

A távvezeték-hálózatba betáplált földgáz hozzávetőlegesen 80 baros nyomással indul útjára. Ez a távvezeték-hálózat

ügynevezett üzemi nyomása. Csak a tengerfenéken lefektetett gázvezetékeket tervezik még ennél is nagyobb – maximum 200 baros – nyomásra.

A regionális és helyi szállítóhálózatban történő szállításkor lényegesen alacsonyabb az „utazási sebesség”. A lakóházakban pedig már csak 20 millibaros a nyomás. Összehasonlításképpen: egy felfújott autógumiban nagyjából 2 baros nyomás uralkodik.

Állandó szállítási nyomás

A távvezeték-hálózatban történő optimális szállítás érdekében a földgáz utazási sebességének minél magasabbnak kell lennie, és állandónak kell maradnia. Ezt a célt szolgálják a kompresszorállomások. A távvezeték-hálózatban 100-200 kilométerenként találhatók ezek a létesítményeket. A gázmolekulák egymásnak és a csövek belsejének sűrűlődvá lefékeződnek, és ha ennek következtében a vezetékben a szállítási sebesség egy bizonyos érték alá csökken, akkor a kompresszorállomásokon kompresszorok sűrítik össze a földgázt, amelyet ezután nagyobb nyomás hajt tovább.

Egy kompresszoregység a kompresszorból, az azt hajtó motorból, valamint mérő-, vezérlő és szabályozóegységekből, illetve egyéb műszaki berendezésekből áll.

A leggyakrabban alkalmazott kompresszortípus az úgynevezett turbókompresszor, amely magas teljesítménnyel rendelkezik, és gázturbina-meghajtásának köszönhetően a szükséges energiát közvetlenül a vezetékrendszerből nyeri. A turbókompresszor hasonlóan működik, mint egy repülőgép turbinája. A beszívott gázt a lapátok nagy sebességgel hajtják az áramlás irányába. Ezáltal a gáz összesűrűsödik, és megnő a továbbhaladásáról gondoskodó nyomás. A kompresszorállomásokban általában párhuzamosan vagy sorosan kapcsolt kompresszoregységek találhatók. Párhuzamos kapcsolás esetén egyszerre nagy gázmennyiséget lehet sűríteni, soros kapcsolás esetén a gáz nyomását lépcsőzetesen növelik az egymás utáni kompresszorok.

A sűrítés során a földgáz hőmérséklete nő. Ha a gáz hőmérséklete túllépi az 50 °C-os értéket, akkor a vezetékrendszer védelme érdekében továbbszállítás előtt le kell hűteni. Ehhez általában léghűtést használnak.

A kompresszorállomások elsősorban azt a célt szolgálják, hogy biztosítsák a gáz szállítási nyomását, de további műszaki berendezések segítségével egyéb funkciókat is elláthatnak: például eloszthatják a földgázt az állomáshoz kapcsolt vezetékhálózatokba, köztes tározókba táplálhatják azt, meghatározhatják a gáz összetételét, vagy elvégezhetik a különböző minőségű gázok keverését.

A továbbítás előtt a kompresszorállomás elemzi a különböző kitermelési területekről érkező földgáz minőségét, és a teljesen automatikusan működő keverő-berendezések segítségével előállítja a megfelelő keveréket. A gáz minősége a földgázszállítások elszámolása szempontjából központi jelentőségű, és égéstechnikai szempontból – például ipari felhasználás esetén – jelentősen befolyásolja a földgáz viselkedését.

A minőségi elemzés során a gáz fűtőértékét, sűrűségét és szén-dioxid-tartalmát mérik. Modern, különösen gyors és pontos mérőberendezések mérik az infravörös fény elnyelését: az infravörös tartományban működő szenzorok fényt bocsátanak át a gázon, és megméri a földgázban lévő szénhidrogének és szén-dioxid fényabszorpcióját. Egy további szenzor olyan gázkomponenseket mutat ki, amelyek – mint például a nitrogén – nem nyelik el az infravörös fényt. Ily módon megállapíthatók a gáz lényeges minőségi jellemzői, és ennek megfelelően lehet irányítani a keverési folyamatokat.

A FÖLDGÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEK ELŐNYEI ÉS HÁTRÁNYAI



A földgázé a jövő

2008-ban az Alternatív Autózás napján, a Blaha Lujza téren a jövő környezetbarát közlekedési eszközei között mutatkozott be két CNG üzemű gépjármű. A CNG vagy más néven sűrített földgáz hajtás a benzin- illetve dízelüzem költségkímélőbb és környezetbarát alternatívája lehet, amelynek népszerűsítését és elterjesztését a társaság környezettudatos stratégiájának keretében tűzte zászlajára. A két autó tulajdonos az eseményt követően is bemutatókon, kiállításokon való megjelenéseket szervez, és folyamatos tájékoztatást nyújtott, hogy megismertesse a hazai érdeklődőkkel a világ számos országában oly népszerű CNG járműveket. A földgáz tiszta, jól szabályozható, gazdaságosan és energiatakarékosan alkalmazható, kedvező tulajdonságai és előnyei számos felhasználási lehetőséget – akár gépjárművek meghajtását is – biztosítanak. A CNG, azaz a sűrített földgáz hazánkban sem teljesen ismeretlen üzemanyag, de a legtöbb magyarországi gázüzemű jármű nem a metán alapú CNG-vel, hanem propán

alapú anyaggal üzemel. A metán alapú CNG előnye, hogy a propán alapú gázhoz képest kedvezőbbek az égéstechnikai tulajdonságai és biztonságosabbak az üzemeltetés feltételei. A benzin üzemmel összehasonlítva nagyságrendekkel kisebb a szén-monoxid (60-90 százalékkal), a nitrogénoxid (20-40 százalékkal) és a szénhidrogén (40-60 százalékkal) kibocsátás is. Emellett a CNG üzemanyag ára jóval kedvezőbb, mintegy kétharmada a benzinének. A CNG tehát olcsóbb, környezetkímélőbb és biztonságosabb, mint más üzemanyagok.

Megtérülő befektetés:

Egy CNG üzemű autó megközelítőleg 500-600 ezer forinttal kerül többbe, mint benzines társai, de ez a különbség, 15 000 km éves futásteljesítmény mellett, három év alatt megtérül, azt követően pedig minden töltés már megtakarítás.

A CNG és LPG jellemzői

CNG (Compressed Natural Gas):

A sűrített földgáz összetételét tekintve: 90%-a metán (CH_4). Ezen kívül tartalmaz etánt (C_2H_6), propánt (C_3H_8), butánt (C_4H_{10}), szén-dioxidot (CO_2) és nitrogént (N_2). A metán a legegyszerűbb szénhidrogének egyike (képlete CH_4 , azaz egyetlen szénatomhoz négy hidrogén kapcsolódik). Ha tökéletesen égetjük el: egy rész szén-dioxid (CO_2) és két rész víz (H_2O) keletkezik pára formájában, így elmondhatjuk, hogy az egyik leginkább környezetbarát energiahordozó.

LPG (Liquified Petroleum Gas):

A cseppfolyós gáz összetételét tekintve: propán, bután, propilén, izobután, bután, izobutilén és ezek elegyei. (Tulajdonságait az MSZ EN 589 szabvány rögzíti hazánkban.)

A cseppfolyós motor hajtóanyag - azaz autógáz - közel azonos összetételű a háztartási PB-gázzal. Azonban a háztartási PB-gázhoz képest az autógázban kevesebb szennyeződés lehet, ezen felül kénhidrogént, és vizet nem tartalmazhat. A cseppfolyós gáz 95%-ban propánt (C_3H_8) és butánt (C_4H_{10}) tartalmaz. A fennmaradó 5% nehezebb szénhidrogéneket tartalmaz. A propán és a bután aránya kb. 40%-60%. Az autógázt általánosságban véve, - a fentiek ellenére - röviden PB-gáznak is nevezik, melyet fűtésre, és a háztartásokban is használnak. A PB-gáz megbízható, könnyen szállítható, széles körben felhasználható, könnyű és gyors telepíthetősége révén ideális alternatívája a vezetékes gázszolgáltatásnak, valamint egyéb kevésbé környezetkímélő energiaforrásoknak. Az alternatív energiahordozók közül az egyik legtisztábban égő és a legmagasabb fűtőértékkel rendelkező anyag. Alacsony, megközelítőleg már 6 bar nyomáson, és környezeti hőmérsékleten cseppfolyósítható. Az üzemanyag kutak részére a cseppfolyós gázt tartályautókban szállítják, és a töltőállomás tartályaiban tárolják a kimérés helyszínén. A folyékony gáz nyomása rendkívül függ a hőmérséklettől, így szélsőséges körülmények között 3 és 15 bar között változhat. Nyáron, a napon parkoló autó gáztartályában a

megemelkedett hőmérséklet hatására a nyomás gyakran eléri a 16-18 bar-t is, míg a téli időszakokban -5, -10 °C-s hideg környékén a tartálynyomás akár 2 bárra is lecsökkenhet. Ha a szabadba kerül azonnal párologni, kezd, és erősen lehűti a környezetét, mert párologáskor hőt von el a környezetéből. Térfogata kb. 230-szorosára, növekedik a folyamat közben. Ahol a folyékony gáz összegyűlik a szabadban, a levegő nedvességtartalma kicsapódik, esetenként meg is fagyhat. A kiszökött folyékony gáz hatására köd keletkezik a gázsugár közvetlen környezetében. Ilyenkor a cseppfolyós üzemanyag annyira lehűlhet, hogy a párologása esetleg átmenetileg meg is szűnik. Az emberi szervezetre nézve a közhiedelmekkel ellentétben nem káros, belégzés során mérgezést nem okoz. A belégzését elsősorban a szagosító anyag élettani hatásai miatt kell kerülni. Ha a levegőbe nagy mennyiségű autógáz kerül, oxigénhiányt okoz. Az ilyen levegő belégzése bódulatot és esetleg fulladást okozhat.

A CNG-s autók nagyon népszerűek világszerte – sok helyen végeznek utólagos átalakítást, ráadásul közvetlenül a gyártótól is lehet CNG-s autót venni.

Mely autók működhetnek CNG üzemanyaggal?

A sűrített földgáz csak gázüzemre átalakított belsőégésű motorban használható tüzelőanyagként. A szikragyújtásos motorok számára a természetes gáz a legideálisabb tüzelőanyag, ugyanis magas az oktánszáma, kevés illékony

szervesanyagot tartalmaz, ráadásul könnyen keveredik a levegővel. A sűrített földgáz ezen tulajdonságainak köszönhetően a CNG-s autók alapjárata alacsonyabb, hidegindítása könnyebb, és tökéletesebb az égés – ezek a tényezők mind hozzájárulnak ahhoz, hogy a kipufogógáz károsanyag-tartalma kisebb. Mivel elég kevés a töltőállomás, a legtöbb CNG-s autó kettős üzemanyag-rendszerű, tehát sűrített földgázzal és benzinnel egyaránt működtethető, a két üzemanyag között pedig kapcsolóval lehet váltani.

A legnagyobb eltérés a sűrített földgázzal és a benzinnel a működő autók között az üzemanyag tárolási módjában lelhető fel. Mivel a természetes gáz szobahőmérsékleten gázhalmazállapotú, ezért autó-üzemanyagként nyomás alatt (CNG) tárolható és folyékony állapotban (LNG) szállítják. Utóbbi esetben -161°C -ra hűtik a gázt, így érik el a folyékony halmazállapotot. Autókban a CNG gázt kb. 250 bár nyomáson tárolják, általában henger alakú tartályban, ami a csomagterben helyezkedik el. Például ha egy 90 liter kapacitású fémszálas kompozit gáztartály van az autóban, ez 60 kilogramm gáz tárolására képes, ami 23 liter benzin energiatartalmának felel meg. Mivel a gáz nyomás alatt van, ezért a tartály nehezebb, mint a hagyományos benzintank, emiatt az autó össztömege körülbelül 60 kg-mal növekszik. A kettős üzemanyag-rendszerű autók esetében problémát jelenthet a benzintankkal közel azonos méretű gáztartály elhelyezése, ugyanis a csomagteret jelentősen lecsökkenti és

gyakran még a pótkeréknek sem marad hely mellette. A CNG a már kipróbált és bevált zöld üzemanyagok közé tartozik. Jelenleg több mint 1,2 millió sűrített földgázzal működő autót hajtanak világszerte, ezek többsége kizárólag CNG üzemű nehézgépjármű (teherautó és busz). Több mint 50 nagyvárosban üzemelnek CNG üzemanyaggal működtetett buszok, pl. Szegeden és Debrecenben is.

Milyen egy CNG üzemű autót vezetni?

Majdnem ugyanolyan, mint hagyományos autót vezetni, ugyanis a motor indítása, működtetése és leállítása a megszokott módon történik. A fő különbség a beépített tüzelőanyag váltókapcsoló és egy tüzelőanyag kijelző, amely megmutatja, hogy az egyes tüzelőanyagokból mennyi van még a különböző tartályokban. A kettős tüzelőanyag-rendszerű járművek esetében mindemellett azért észrevehető egy kis teljesítményromlás a benzinüzemű autókhoz képest. A legtöbb vezetési helyzetben a különbség alig vehető észre. Ha viszont autónk kizárólag CNG üzemű, semmilyen eltérés sem tapasztalható. A sűrített földgáznak számos előnye akad. Ezek közé tartozik például, hogy csökken a motorzaj és hogy megnövekszik a motor élettartama, mivel jóval tisztább égés megy végbe benne – ezáltal kevésbé használódik a motor.

A CNG üzemű autók tankolása

Tankoláskor egy rugalmas üzemanyagcsővel kell összekötni a kocsit és a töltőkutat. A gyors töltés esetében ezután meg kell

jelölnünk, mennyi gázt szeretnénk tankolni, ugyanis a rendszer innentől automatizált. A lassú töltésű rendszer addig üzemel, amíg a tank nincs tele, vagy amíg a használó meg nem szakítja a folyamatot.



Az egyetlen akadálya a CNG üzemű autók elterjedésének a töltőállomás-hálózat hiányos kiépítettsége. 2009. április 15-én a Fővárosi Gázművek Zrt. megnyitotta saját használatú CNG-töltőállomását a Köztársaság téri telephelyén, ráadásul a Szegeden és Győrben már eddig is 2 töltőállomás állt rendelkezésére, de azért ez közel sem mondható elégséges lefedettségnek. Ausztriában határozottan jobb a helyzet, sőt az Egyesült Államokban otthoni töltést lehetővé tevő egységeket is be lehet szerezni.

CNG üzemű autók környezeti hatásai

A kettős tüzelőanyag-rendszerű autók 10-15%-kal kevesebb üvegházhatást okozó gázt (szén-dioxid, metán) bocsátanak ki, mint a benzines társaik. A benzines autókhoz képest 50-60%-kal csökken a nitrogén-oxidok kibocsátása is, ráadásul a légkörbe kerülő kén-oxidok és a korom mennyisége gyakorlatilag nulla. Ezen kívül megjegyzendő, hogy a felszabaduló, el nem égett szénhidrogének (metángáz) kevésbé növelik az ózonlyukat, mint a benzin elégésekor keletkező illékony szerves összetevők, üvegházhatása azonban sokszorosa azoknak. A csak CNG üzemű motorok még ennél is kevesebb károsanyagot bocsátanak ki.

Egy CNG üzemű autó ára és fenntartási költségei

Egyes költségek magasabbak a CNG-s autók esetében, ugyanis ha újként vásároljuk, többet kell fizetnünk érte, mint a benzines, hasonló kategóriájú társaiért, ha viszont átalakíttatjuk, akkor annak a költségei adódnak az autó vásárlási árához. Általában 200-300 ezer forinttal drágább a CNG üzemű autó – viszont jelenleg nem valószínű, hogy sokan vásárolnának ilyen járművet, mivel Magyarországon nem megoldott a tankolás. Korábban azért álltak át az autótulajdonosok a sűrített földgáz üzemmódra, mert azzal rengeteget spórolhattak, mostanra viszont ez az árelőny eltűnni látszik. Ugyanakkor jelentős megtakarításokat érhetnek el azok, akik otthoni kompresszort vásárolnak – Magyarországon sajnos ez a technológia még nem elérhető.

Hol lehet CNG üzemű autót venni?

A CNG üzemű autók nagy része hagyományos autóból avanszált gázossá – vagy még a gyárban, vagy pedig azután, hogy megvásárolták őket.

Több gyártó rendelkezik saját CNG üzemű modellel: találunk ilyet az Opelnél (Zafira és a Combo kisteherautó), a Fordnál (Focus), és három Volvo típust is megemlíthetünk: az S60-ast, az S80-ast és a V70-est is.

Melyek a CNG autók legfontosabb jellemzői?

Az autó alatt elhelyezkedő nagynyomású gáztartályokban mintegy 15-20 kg gáz tárolható, mely 300-380 km út megtételéhez biztosít üzemanyagot. Árát tekintve nem sokkal drágábbak, mint a benzines társaik, gyakorlatilag a dízel autók árával megegyező áron kínálják őket. Közép kategóriás és luxus kivitelű gépjárműgyártók is egyaránt forgalmazzák már Európában: Német, vagy Olasz országban (Fiat vagy Opel típusokban az autó padlózata alatt helyezkedik el a 3-4 nagynyomású tartály menetiránynak keresztben), Észak-Amerikában: Kanadában. Dél-Amerikában: Argentínában és Braziliában forgalmaznak CNG üzemanyag hajtású gépjárműveket. Ázsiában: Pakisztán az első, világviszonylatban pedig a második legnagyobb CNG felhasználó.

A Nemzetközi Sűrített Földgázzal működő Járművek Társasága tájékoztatása szerint: Pakisztán rendelkezik a második legnagyobb sűrített földgázzal működő járműállományával. A Közel keleten és Afrikában Egyiptom jár az élen a 63000 darab CNG járművével és 95 töltőállomásával.

A hagyományos benzines motorok működését viszonylag egyszerű átalakításokkal lehet földgázüzemre optimalizálni, hasonlóan az LPG üzemű autókhoz, melynek ára néhány éven belül megtérülhet. (pl: Egy Suzuki SWIFT benzines gépjármű átalakítását kb. 300 000 HUF-ért végzik, az erre szakosodott szakműhelyek)

CNG sűrített földgáz alkalmazás előnyei

- Nagy mennyiségben rendelkezésre áll
- Kénmentes
- Kicsi részecske kibocsátás (C/H arány)
- Elhanyagolhatóa párolgási veszteség
- Hidegindításkor kisebb az emisszió, mert a hajtóanyag gázfázisú
- Nagy oktánszám –nagyobb kompresszió-arány, turbófeltöltés lehetősége
- Kevesebb szén-dioxid keletkezik, mint benzin vagy dízelgázolaj estén

- Gyúlékony, ezért soványabb keverék is stabil égést eredményez
- Nagyobb a hőtartalma, mint a benziné
- Nagyobb a gyulladási hőmérséklete, mint a benzinévagy a gázolajé, ezért gyulladásra kevésbé hajlamos, ezért biztonságosabb
- Mérgezőkomponenseket nem tartalmaz
- Sokkal könnyebb, mint a levegő, ezért biztonságos
- Nehézgépjárműveknél valóalkalmazáskor csendesebb, mint a dízel üzeműek
- A nyári szmog kialakulásának esélye kicsi
- Viszonylag olcsó
- Hosszabb a motorolaj-csereperiódus
- Hosszabb a motorélettartam

CNG sűrített földgáz hátrányai

- Kőolajfüggőséget enyhíti, de földgázfüggőséget okozhat
- A földgáz tárolása nehézkes a járművön
- Olyan utó-átalakítókatalizátort igényel, amelyben sok aktív komponens van a metán oxidációjának minél teljesebb megvalósítására
- Speciális töltőállomásokat igényel
- A hajtóanyagtartály többletsúlya nagyobb fogyasztást okoz
- A földgáz lassabban ég a benzinnél, lamináris lángterjedés sebessége kisebb

- A földgáz injektálása a beömlőnyílásba kis nyomáson, illetve közvetlenül a hengerbe nagy nyomáson, módosított és speciális injektorokat igényel
- A kipufogógázban viszonylag sok a metán
- Vízgőzt abszorbeál, amely megfagyhat
- Jelenleg a kettősüzemű jármű hatótávolsága kb. 300km, a csak CNG-üzemű járműé 300-600 km
- Tankolási idő hosszabb
- kb. 10%-kal kisebb teljesítmény
- visszaégést okozhat a szívócsőnél

A CNG autók előnyei és hátrányai

Előnyei:

- olcsó
- tökéletes égés
- nagyon kedvező a környezeti terhelésük

Hátrányai:

- fosszilis energiahordozó
- nem szívesen autózik az ember 4 darab 2-300 báros gáztartályon

A magyar sajátosságok torzító hatásai:

- hazánkban nincs kiépített kúthálózat
- az üzemanyag ár jövedéki adóval terhelt
- a tömegközlekedés esetében hiányzik az állami támogatás

Szükséges lenne hazánkban is megalkotni a megfelelő jogszabályi háttérrel, hasonlóan más európai országokhoz mint pl.: Csehország saját környezetvédelmi és gazdasági érdekünkben.

A GÁZÜZEMŰ JÁRMŰVEKKEL KAPCSOLATOS JOGSZABÁLYOK ÁTTEKINTÉSE (FORGALOMBA HELYEZÉS ÉS FORGALOMBAN TARTÁS, EGYÉB RENDELKEZÉSEK, MŰSZAKI ELŐÍRÁSOK)

Közúti járművek gázüzemével kapcsolatos forgalomba helyezési és forgalomban tartási műszaki feltételek

A közúti járművek műszaki megvizsgálásáról szóló 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet (a továbbiakban: ER.) valamint a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről szóló 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet (a továbbiakban: MR.) alkalmazásában a

gépjárművek gázüzemével kapcsolatos fogalmak meghatározása a következő.

autógáz:

- a) a cseppfolyós gáz (propán, propilén, bután, izobután, izobutilén, butilén, valamint ezek elegyei),
- b) a sűrített földgáz,
- c) egyéb gáz;

Gázüzemű jármű az, amelynek üzemanyaga autógáz, ezen belül:

- a) tiszta gázüzemű jármű az, amely kizárólag autógázzal,
- b) vegyes üzemű jármű az, amely egyidejűleg autógázzal és egyéb üzemanyaggal,
- c) kettős üzemű jármű az, amely vagy autógázzal vagy, egyéb üzemanyaggal üzemeltethető.

Gázüzemű gépjárművek forgalomba helyezése

A forgalomba helyezés előtti vizsgálat elvégzését - általános, sorozat, illetőleg egyedi forgalomba helyezési engedély alapján - az NKH regionális igazgatóságától kell kérni.

Nem kell forgalomba helyezés előtti vizsgálatra bemutatni azt a forgalmazó által értékesített járművet, amelynek típusára vonatkozóan az NKH Közép-magyarországi Regionális Igazgatósága a típus-jóváhagyási eljárás keretében Megfelelőségi nyilatkozat alkalmazásával történő forgalomba helyezést engedélyezett.

Azokat a járműveket, amelyek egyaránt képesek benzin, ill. gáz tüzelőanyaggal működni, de amelyeknél a benzinüzemű rendszer végszüksége esetére, vagy indítás céljából van beépítve és a benzintartály legfeljebb 15 liter benzin befogadására alkalmas, a típusvizsgálat céljából olyan járműveknek kell tekinteni, amelyek csak gázüzemre alkalmasak.

A sorozat és az egyedi forgalomba helyezési engedély alapján végzett forgalomba helyezés előtti vizsgálat során a forgalomba helyezési engedélyben foglalt adatokkal való egyezést, az azokban foglalt feltételek teljesítését, továbbá – az MR 5-8., 17., 19., 21. §-aiban foglaltak kivételével – az üzemeltetési műszaki feltételek megtartását kell ellenőrizni.

Forgalomba helyezett gépjárművek tüzelőanyag ellátó berendezésének átalakítása

A forgalomban levő jármű kialakítása, felszereltsége és tulajdonságai csak abban az esetben változtathatók meg, ha a változás a jármű közlekedésbiztonsági és környezetvédelmi jellemzőit nem rontja le. A változással érintett közlekedésbiztonsági tulajdonságok tekintetében az MR további műszaki feltételeit is alkalmazni kell.

A már forgalomba helyezett gépjármű, átalakításához szükséges előzetes engedélyt az NKH regionális igazgatóságától, a járművek sorozatszerű (5 darabot

meghaladó mennyiségű) átalakításakor az NKH Közép-magyarországi Regionális Igazgatóságától kell a jármű tulajdonosának kérnie. A kérelemhez csatolni kell az elbíráláshoz szükséges műszaki dokumentációt.

Nem engedélyezhető a jármű olyan átalakítása, amely az MR. Függelékeinek Mellékleteiben meghatározott valamely közlekedésbiztonsági vagy környezetvédelmi követelmény tekintetében a jármű gyárilag kialakított jellemzőinek romlását eredményezi.

Az átalakított járművet - kivéve a sorozatszerűen átalakított járműveket - időszakos vizsgálatra az NKH regionális igazgatóságánál be kell mutatni. A vizsgálatot az átalakításra adott engedély, birtokában lehet kérni. A sorozatszerűen átalakított járműveket az NKH regionális igazgatóságánál kell vizsgálatra bemutatni. E vizsgálat elvégzésére a sorozatszerű átalakítást végző gépjárműfenntartó szervezetet az NKH Közép-magyarországi Regionális Igazgatósága - meghatározott feltételekkel – feljogosíthatja.

A gázüzemű járművekre vonatkozó külön rendelkezések

A gázüzemű jármű minden egyedi hatósági vizsgálata során be kell mutatni a gáz-üzemanyag-ellátó berendezés megfelelőségét igazoló, 30 napnál nem régebben kiállított tanúsítást.

A tanúsítást a gáz-üzemanyag-ellátó berendezés javítására - a Műszaki Biztonsági Főfelügyelet által – alkalmasnak

minősített gépjárműfenntartó szervezet nevében, a gépjárműfenntartó szervezet vezetője által felhatalmazott dolgozója - a külön jogszabály szerint elvégzett gázbiztonsági szemle alapján - állítja ki.

A gáz-üzemanyag-ellátó berendezést csak kijelölt gépjárműfenntartó szervezet javíthatja.

A gázüzemű jármű hatósági engedélye legfeljebb a gáztartályhoz kiállított megfelelőségi tanúsítvány érvényességéig terjedő időre érvényesíthető.

A tüzelőanyag ellátó berendezésre vonatkozó műszaki feltételek

A belsőégésű motorral ellátott járművön a tüzelőanyag-tartályt és a tüzelőanyag-vezetéket olyan állapotban kell tartani, hogy a tüzelőanyag azokból ki ne ömöljön, ki ne csepegjen és ne szivároogjon. A tüzelőanyag-tartályt záró fedéllel kell ellátni.

A gázüzemű jármű gáz-üzemanyagellátó berendezésének jóváhagyási jellel ellátottnak kell lennie, továbbá a járműbe történő beszerelésének és állapotának tanúsítottnak kell lennie.

A gáz-üzemanyag-ellátó berendezés egyes elemeit a berendezéshez tartozó - az NKH regionális igazgatósága, illetőleg az NKH Közép-magyarországi Regionális Igazgatósága

által a jármű gázüzeművé történő átalakításának, vagy egyedi forgalomba helyezésének engedélyezési eljárása során jóváhagyott - beszerelési utasításnak megfelelően kell beszerelni és rögzíteni.

A gázüzemű jármű gáztartályának:

a) sérülésmentesnek kell lennie,

b) rendelkeznie kell:

- jóváhagyási jellel, amelyet a gáztartály adattábláján a gyártó
- 10 évnél nem régebben elvégzett – beütéssel igazolt, vagy
- „Megfelelőségi Tanúsítvánnyal”, vagy „Tanúsítvánnyal”, amelyet a műszaki biztonsági hatóság területi szerve adott ki a tartályhoz, továbbá

c) a gyártásától eltelt idő nem haladhatja meg:

- cseppfolyógáz-tartály esetében a 15 évet,
- sűrített gáz és egyéb gáztartály esetében a gyártó által meghatározott időtartamot, illetőleg ennek hiányában a 20 évet.

A gázüzemű jármű szélvédőjének jobb alsó sarkán az MR 13. számú mellékletében meghatározott megjelölést kell elhelyezni.

A belsőégésű motorral ellátott járművön a tüzelőanyag-tartályt, valamint a tüzelőanyag-vezetékét úgy kell kialakítani és elhelyezni, hogy a hő- és mechanikai hatásoknak -

különösen láng hatásának, valamint az üzemszerű és az éghajlati hőingadozásoknak - kellően ellenálljon, azoktól kellően védve legyen. A gépjármű tüzelőanyag-tartályának betöltő nyílása az úttest szintjétől legfeljebb 1,5 méterre lehet. A tüzelőanyag-tartályt és a tüzelőanyag-vezetékét úgy kell kialakítani és elhelyezni, hogy tüzelőanyag a járművezető-fülkéjébe, illetőleg utasterébe ne juthasson. A tüzelőanyag-tartály nem helyezhető el a jármű elején közvetlenül a lemezborítás mögött. Az olyan tüzelőanyag-tartályt, amely a motorral közös térben van, úgy kell elhelyezni, illetőleg olyan védelemmel kell ellátni, amely a kigyulladás veszélyét baleset alkalmával is a lehető legkisebbre csökkenti.

A kipufogó rendszerre vonatkozó műszaki feltételek

A kipufogó rendszernek kellően tömítettnek kell lenni; a kipufogó gáz csak a csővezeték végén távozhat.

Minden belsőégésű motorral ellátott járművet fel kell szerelni olyan kipufogó csővezetékkel és hangtompító berendezéssel, amely biztosítja, hogy az égéstermék kizárólag a berendezésen keresztül távozzék a szabadba, és amely hatásosan tompítja a kipufogás zaját. A hangtompító berendezésnek olyannak kell lennie, hogy az - szerszámokkal való megbontás nélkül - ne legyen kikapcsolható, illetőleg kiiktatható.

A kipufogó csővezeték nem vezethető át, a hangtompító berendezés pedig nem helyezhető el a jármű zárt

vezetőfülkéjében, utasterében, illetőleg rakterében, és nem végződhet sem a vezetőfülke, sem az utastér alatt.

A kipufogó csővezetéknek az égéstermékét hátra, a jármű függőleges felezősíkjával párhuzamosan vagy attól legfeljebb 45 fokkal balra és közel vízszintesen vagy függőlegesen felfelé kell kivezetni. Ha a kipufogó csővezeték az égéstermékét függőlegesen felfelé vezeti ki, annak vége a jármű legfelső pontjánál alacsonyabban nem lehet. A menetrendszerű helyi forgalom lebonyolítására kialakított autóbusz kipufogógázának függőlegesen a jármű legmagasabb pontja fölé való kivezetésével vagy más módon meg kell akadályozni azt, hogy közvetlenül a jármű mellett erős kipufogógáz kiáramlás és kipufogógáz okozta porfelverés legyen.

Gázüzemű járművet karbantartó, javító és felújító létesítményekkel szemben támasztott követelmények.

A 13/1993. (V.12.) KHVM rendelet előírja: (Az 1/1990 (IX. 29.) KHVM rendelet módosítása) a GR. 1. számú melléklete a következő 15., 16. és 17. ponttal egészül ki:

„15. Gáz-üzemanyagellátó berendezés javítása, ideértve:

a./ gépjármű gáztartályának kisserelése, beszerelése és szemrevételezéses vizsgálata,

b./ gépjármű gáz-üzemanyagellátó berendezésének beszerelése, kisserelése, vizsgálata, javítása, karbantartása és besabályozása,

c./ gépjármű gáz-üzemanyagellátó berendezésének felújítása

d./ gépjármű gáz-üzemanyagellátó berendezésének bontása.

Előírt képesítés: gáz-autószerelő gáz-biztonságtechnikai képesítéssel rendelkező autószerelő.

e./ gépjármű gáz-üzemanyagellátó berendezéseinek bontás utáni minőségellenőrzése.

Előírt képesítés: autószerelő mestervizsga, vagy középfokú, illetőleg ennél magasabb szakirányú képesítés, továbbá gáz-autószerelő gáz-biztonságtechnikai képesítés.

Gázüzemű gépjárművön végzett meghatározott tevékenység

Előírt képesítés: a tevékenységre előírt képesítés, autógáz-biztonsági vizsgával kiegészítve.

A gépjárművek egyéb szerkezeti egységeit továbbra is a kialakult hagyományos technológiai módszerek szerint kell karbantartani, javítani stb. Az alkalmazott technológiai módszereknél azonban figyelembe kell venni, hogy a gépjármű gázellátó berendezéssel is rendelkezik.

Az a tény, hogy egy gépjárműben gázellátó rendszer található, elsősorban biztonsági okokból, speciális ismereteket követel meg azoktól a szakemberektől is, akik nem a gázellátó berendezést, hanem a jármű ettől független egységeit tartják karban, illetve javítják.

Megjegyzés: Gépjárművek gáztartályának javításával és vizsgálatával kapcsolatos feltételekről külön jogszabály rendelkezik, lásd: 6/1993. (V.12.) IKM rendeletet.

A vizsgára vonatkozó feltételeket a Közlekedési Főfelügyelet szabályzatban határozza meg.

A fenti rendelet értelmében azok az egyének végezhetnek gázüzemű járműveken hagyományos értelemben vett karbantartó és javító munkát, akik

- autószerelő
- autóvillamossági szerelő
- karosszériajavító
- gépjárműápolás és
- autófényező

tevékenységek végzésére előírt képesítéssel és autógáz-biztonsági vizsgával rendelkeznek.

a./ Gépjárművek napi vizsgálata

A járművek naponta elvégzendő ellenőrzési, állapotvizsgálati művelete, amely elsősorban közlekedésbiztonsági szempontból alapvető berendezésekre és szerkezeti részekre terjed ki.

E hagyományos vizsgálat végrehajtása során szemrevételezzük a gázellátó berendezést is.

Ellenőrizzük a

- gázellátó berendezés egyes szerkezeti elemeinek rögzítettségét,
- vezetékek és csatlakozó elemek állapotát,
- gázszivárgást.

A gázellátó rendszerben feltárt hiba azonnal jelentendő és annak jellegétől függően a kötelezően előírt biztonságtechnikai tevékenység azonnal elvégzendő.

A javítást csak gáz-autószerelő gáz-biztonságtechnikai képesítéssel rendelkező autószerelő végezheti.

Gépjárművek Időszakos szemléi

A gáz-tüzelőanyagellátó berendezések szemléinek műveleteit a gyártóművek előírásai alapján kell elkészíteni. Célszerű és gazdaságos a szemleműveleteket együttesen elvégezni.

A szemleműveletek technológiai sorrendje:

1./ Hagyományos szerkezeti elemek műszaki szemlél, motor kivételével. E műveletek elvégzése előtt a rendszert gáz mentesíteni kell. A gáztartály lezárása után a rendszerben lévő gázt a motor járatásával teljes leürülésig, azaz a motor megállásáig el kell használni. A szerkezeti elemek ellenőrzése, beállítása során ügyelni kell a gázvezetékek épségére és rögzítési pontok meglétére.

A gázellátó berendezés és a motor műszaki szemléi.

Célszerű e műveleteket együttesen elvégezni, mivel a motor üzemelés közbeni jellemzőit a gázellátó berendezés beállítása jelentősen befolyásolja.

A gázellátó berendezés alkotó elemeivel közvetlenül kapcsolatos mindenfajta tevékenységet csak az előírt képesítéssel rendelkező gáz-autószerelő végezheti.

A gázellátó berendezéshez közvetlenül nem kapcsolódó tevékenységet előírt képesítéssel és autógáz-biztonsági vizsgával rendelkező egyén végezheti.

Garanciális átvizsgálás

Az új gépkocsikba szerelt gázellátó berendezések garanciális felülvizsgálati műveleteit a gyártómű írja elő. Célrányos és gazdaságos a gépjármű és a gázellátó berendezés garanciális felülvizsgálatát egy időben elvégezni.

A felülvizsgálat első ütemében végezzük el a gépjárművön a hagyományos felülvizsgálati műveleteket. Az ellenőrzési műveletek elvégzésénél ügyelni kell a csomagtér szellőzőnyílásának szabadon hagyására, a csővezetékek épségére és rögzítésére. A felülvizsgálat második ütemében végezzük el a motor és a gázellátó berendezés együttes garanciális felülvizsgálatát. Ez utóbbi műveletet csak gáz-

autószerelő gáz-biztonságtechnikai képesítéssel rendelkező autószerelő végezheti.

Tárgyi feltételek a hagyományos fenntartó szervezetekben.

A 13/1993. (V.12.) KHVM 17. §-nak áttanulmányozása után megismerkedhettünk azokkal a tárgyi feltételekkel, amelyek szükségesek a gáz üzemanyag-ellátó berendezések javításához.

Ha a fenntartó szervezet nem rendelkezik az Energiafelügyelet és a Közlekedési Főfelügyelet megfelelőséget igazoló szakvéleményével, de a gázellátó berendezéssel rendelkező járművek hagyományos szerkezeti elemeit továbbra is karbantartani és javítani kívánja, akkor a következő feltételeknek kell eleget tennie:

1./ A karbantartás és a javítás előtt a gáz-autószerelő elzárja az autógáztartály szelepeit és a vezetékrendszert gáz mentesíti.

Ezután a jármű,

- ha kettős üzemű, akkor benzin üzemmódban mozoghat a fenntartó szervezet területén. (A fenntartás elvégzése után csak nyílt területen szabad visszakapcsolni a gázrendszerre)

- ha tisztán gáz- v. vegyes üzemű, akkor a műhelyekben történő mozgatását vontatással (v. kézi mozgatással) kell megoldani. A gázrendszer bekapcsolását csak gáz-autószerelő végezheti nyílt területen.

Összefoglalva a követelményrendszert, ha a hagyományos fenntartó szervezet rendelkezik néhány gáz-autószerelő gáz-biztonságtechnikai képesítéssel és az előírt szakképesítés mellett autógáz-biztonsági vizsgával rendelkező dolgozóval, akkor a gázüzemű járművek hagyományos szerkezeti elemeinek a fenntartását is elvégezheti.

Jogszabályok

- 26/2006. (V. 5.) GKM rendelet az autógáz töltőállomás építésének és üzemeltetésének szabályairól
- 27/2006. (V. 5.) GKM rendelet az autógáz töltőállomások építési munkáiról és építésügyi hatósági eljárásairól
- 30/2006. (VI. 1.) GKM rendelet az autógáztartályok időszakos ellenőrzéséről
- 51/2007. (V. 17.) GKM rendelet a gázüzemű munkagép gáz-üzemanyag ellátó berendezései beszerelésének, karbantartásának, javításának, a belső égésű motorral üzemelő munkagép gázüzeműre történő utólagos átalakításának műszaki-biztonsági követelményeiről

AUTÓGÁZ TÖLTŐÁLLOMÁS ÉPÍTÉSÉNEK ÉS ÜZEMELTETÉSÉNEK SZABÁLYAI

A töltőállomás létesítésének követelményei

A töltőállomás nyomástartó berendezésének meg kell felelnie a gyártásakor hatályos jogszabály előírásainak.

Az üzembe helyezésre alkalmas töltőállomás összeszerelése, ha nem tartozik a nyomástartó berendezések és rendszerek gyártásra vonatkozó előírások hatálya alá, az összeszerelést a nyomástartó rendszerek műszaki-biztonsági előírásai szerint kell végezni.

A rendelet alpontjaiban rendelkezik az autógáz tároló egység elhelyezésének és telepítésének követelményeiről, az alkalmazandó telepítési és védőtávolságokról, a sűrített földgáz töltőberendezés tűzvédelméről, valamint villamos követelményeiről.

Üzemeltetés

Az autógáz lefejtése:

A tárolótartályba autógázt lefejteni csak a lefejtő helyre beállt tartályos szállítójárműről szabad.

A lefejtés ideje alatt a töltőállomás kezelőjén kívül a tartályos jármű személyzete is köteles a lefejtés helyén állandó felügyeletet tartani.

Az autógáz lefejtésekor a kiszolgálást szüneteltetni kell. Az autógázt szállító közúti tartályos jármű lefejtő csonkjának 10 m-es körzetébe csak a kezelőszemélyzet tartózkodhat.

Az autógázt szállító közúti tartályos jármű lefejtésekor a töltőállomáson üzemanyagot szállító más tartályos jármű nem tartózkodhat.

Az autógáz töltése

Autógázt tölteni csak e célra kialakított tartályba, palackba lehet az után, hogy a motort leállították, és a járművet a kézifék behúzásával elgurulás ellen rögzítették. Gázpalackot tölteni tilos.

A töltőállomás működtetése

A töltőállomás nyitva tartásának ideje alatt az érvényes műszaki-biztonsági előírások teljesítését igazoló iratokat, engedélyeket a töltőállomáson kell tartani, és az ellenőrzést végző hatóság részére hozzáférhetővé kell tenni.

A töltőállomás üzemben tartója felelős a töltőállomás kezelői képesítési feltételeinek megfeleléséért.

A töltőállomás kezelését csak antisztatikus egyéni védőeszközben szabad végezni. Töltéskor védőkesztyűt kell használni.

Autógáz szivárgás észlelése esetén a töltőállomást azonnal üzemén kívül kell helyezni, és az elektromos hálózatról le kell választani. Ismételten üzembe helyezni csak a hiba - szakszervizzel történő - elhárítása után szabad.

MEGTÉRÜLÉSI SZÁMÍTÁSOK

Döntés alátámasztására különböző számítási módszerek állnak rendelkezésre: -

statikus, és- dinamikus módszerek.

Statikus módszer: - nyereségszámítás, - átlagmegtérülés, - megtérülési idő.

Jellemzői: - nem veszi figyelembe az időtényezőt, - egyetlen időpontra szorítkozik, - a ráfordításokat egyszerre és egy időben felmerülő költségként kezeli. - a beruházástól elvárt eredményt állandónak tekinti, - az üzemeltetés eredménye időben nem korlátozott, - költség – nyerség összehasonlításból indul ki, - nyereségszámítás történik úgy, hogy a várható éves nyereséget hasonlítja össze a különböző beruházási alternatíváknál, és ennek alapján állítja a rangsort.

RENTABILITÁSI MUTATÓT számol: megnézi, hogy mennyi az évi átlagos nyereségnövekmény, és ezt viszonyítja a beruházási költséghez. Azt a változatot választja, aminek a legjobb a mutatója.

MEGTÉRÜLÉSI MUTATÓT számol: az összes beruházási költséget osztja az évi átlagos nyereségnövekménnyel.

FORGÁSI (SEBESSÉG) MUTATÓ: az élettartamot osztja a megtérülési idővel.

Megvizsgálják, mennyi a beruházás várható élettartama, és ezt osztja a megtérülési idővel. Ez azt mutatja meg, hogy a beruházási költség hányszor térül meg az üzemeltetési idő alatt.

A vállalatnak mindenképpen szükséges mérlegelni a megvalósítandó beruházás előnyeit és hátrányait. Attól függően, hogy a beruházási projektek megvalósításának melyik formája következik be, mindenképpen mérlegelni kell az előnyöket és az ezzel járó költségeket (áldozatokat). Mérlegeléshez mindenképpen **tanulmánytervet** szoktak készíteni, ami a beruházási döntések megalapozását könnyíti meg. Attól függően, hogy milyen beruházásról van szó, az alternatívák különböző mélységben készülnek el, mert egy gépcseréhez nem biztos, hogy kell piacelemzést elvégezni, de piacbővítő beruházás esetén érdemes piackutatást végezni a döntés meghozatalához. A döntéshozónak az alternatívák

között rangsorolnia kell, és azt kell tudnia, hogy melyik számára a legkedvezőbb.

Dinamikus módszer: nemcsak egy periódusra, hanem a pénz időbeli értékét figyelembe véve, diszkontálás útján hozza közös nevezőre a beruházáshoz kapcsolódó pénzáramokat. - NETTÓ JELENÉRTÉKET számolunk: ami nem más, mint a beruházáshoz kapcsolódó bevétel és kiadási pénzáram (**Cash – Flow**) egyenlegének a diszkontált összege, ahol a piac által meghatározott kamatrátát használjuk diszkonttényezőnek. Ha a nettó jelenérték **plusz**, akkor ez azt mutatja meg, hogy a beruházás többet ad hozzá jelenértékben a bevételekhez, és minél nagyobb 1-től – pozitív irányban – annál inkább érdemes a beruházás mellett döntenünk. Ha 0-nál kisebb: azaz **mínusz**, akkor el kell utasítanunk a megvalósítást – természetesen gazdaságossági oldalról megközelítve.

Nettó jelenérték = diszkontált értékek – beruházási érték!

A **nettó jelenérték** számítás (Net Present Value – NPV) a dinamikus beruházás gazdaságossági számítások egyik alapvető eszköze. A beruházások általában egy kezdeti befektetéssel kezdődnek, majd kisebb-nagyobb újabb ráfordításokat igényelnek míg a beruházás megtérülése megkezdődik. A különböző ráfordítások és pénzhozamok

azonban nem egy időpontban jelentkeznek, így hagyományosan nem lehet őket összegezni. A nettó jelenérték számítás ezt küszöböli ki, és számításba veszi a pénz időértékét, hogy a beruházásunk megkezdése előtt kiszámolhassuk a várható ráfordítások és hozamok ismeretében a teljes nyereséget.

Az alkalmazott képlet:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Ahol

t – az adott pénzmozgás időpontja (pl: 3 ha a harmadik évben)

n – a teljes időtáv hossza

r – kamatláb

C_t – nettó pénzmozgás (a pénz összege) a t időpontban.

C_0 – az a pénzösszeg, melyet a 0 időpontban fektettünk be ($t = 0$)

Ha $NPV > 0$ akkor megvalósíthatjuk a beruházást

Ha $NPV < 0$ akkor ne valósítsuk meg, mert vagyonszétválással jár

Ha $NPV = 0$ akkor a ráfordításaink egyszer térülnek meg a beruházás hozamaiból

A Belső megtérülési ráta (IRR)

A nettó jelenértéket ki lehet fejezni a megtérülési ráta függvényében, ami a következő szabályhoz vezet: „Fogadjuk el azt a beruházási lehetőséget, amelyek magasabb hozamot ígérnek, mint a tőke alternatív költsége.” Ez a megállapítás - ha helyesen értelmezik - teljes mértékben helytálló. Teljesen egyértelműen meghatározhatjuk annak a befektetésnek a valódi megtérülési rátáját, amely egyszeri bevételt biztosít az első időszak végén:

$$\text{Megtérülési ráta} = (\text{Bevétel} / \text{Ráfordítás}) - 1$$

De ugyanígy felírhatjuk a befektetés nettó jelenértékét és megkereshetjük azt a diszkontrátát, amelyre NPV = 0

$$\text{NPV} == \text{Co} + (\text{C1} / (1 + \text{diszkontráta})) = 0$$

$$\text{Ebből: Diszkontráta} = (\text{C1} / -\text{Co}) - 1$$

Természetesen C1 a bevételünk, Co pedig az eredetileg szükséges induló ráfordítás, és így a két egyenletünk pontosan ugyanazt állítja. Az a diszkontáláshoz felhasznált megtérülési ráta, amely mellett a nettó jelenérték zérus, éppen a keresett hozammutató értékének felel meg. A hosszú

élettartamú beruházások valódi hozamának definiálására azonban sajnos nincs teljesen kielégítő módszer. A rendelkezésre álló elképzelések közül a legjobb a diszkontált cash flow alapján számított megtérülési ráta, vagyis a belső megtérülési ráta (IRR). A belső megtérülési rátát gyakran használják a pénzügyi elemzésekben. A belső megtérülési ráta úgy definiálható, mint az a diszkontráta, amely mellett a nettó jelenérték zérus. Ez azt jelenti, hogy egy T év élettartamú befektetés IRR mutatójának meghatározásához a következő egyenletet kell megoldanunk:

$$NPV = C_0 + \frac{C_1}{1+IRR} + \frac{C_2}{(1+IRR)^2} + \dots + \frac{C_T}{(1+IRR)^T} = 0$$

Az IRR tényleges kiszámítása általában csak iterációval történhet.

Amikor egy beruházási program esetében összehasonlítjuk a tőke alternatív költségét az IRR-értékkel, akkor tulajdonképpen azt nézzük meg, hogy pozitív-e nettó jelenérték. Az IRR szerinti döntés választ minden olyan esetben, amikor egy projekt nettó jelenértéke a diszkontáláshoz felhasznált megtérülési rátának az egyenes függvénye. Számos vállalat sokkal inkább a belső megtérülési rátát használja döntési kritériumként, mint a nettó jelenérték szabályt. Annak ellenére ugyanis, hogy elvileg a két kritérium

formálisan megegyezik a belső megtérülési ráta rejt néhány csapdát.

Ilyen csapdák a következők:

- hitelnyújtás vagy hitelfelvétel
- egymást kölcsönösen kizáró projektek
- rövid és hosszú távú kamatlábak eltérnek.

Ezek azok a hiba lehetőségek, amelyek az IRR alkalmazásánál előfordulhatnak. Ezzel szemben a megtérülési idő és könyv szerinti hozam szabályok esetében csak egy-egy hibáról beszéltünk. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy az IRR rosszabb, mint a többi szabály.

CNG ÜZEMŰ JÁRMŰVEK ALKALMAZÁSÁNAK GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLATA

A kutatás során különböz_ alternatív tüzel_anyagok (LPG, CNG, bioetanol, RME, biodízel) alkalmazhatóságát vetettük össze gazdaságossági szempontok szerint. Általánosságban azt mondhatjuk, hogy a hagyományos motorhajtó anyagoktól

eltérő tüzelőanyagok alkalmazása jelenleg bizonyos kezdeti többletköltségeket ró a felhasználókra. A beruházás csak akkor éri meg a felhasználónak, ha azt követően a felhasználás fázisában kisebb működési költségeket tud elérni, amivel képes az – adott esetben – emelt szintű beruházási költségét kompenzálni, vagyis a beruházása megtérül. Célunk ez egyes alternatív tüzelőanyagok alkalmazásakor adódó többletköltségek megtérülési idejének meghatározása.

A modell bemutatása

A megtérülési időket egy modell segítségével határoztuk meg, melynek bemenő paraméterei az üzemi jellemzők (futamidő, flotta méret, átlagos megtett úthossz, éves futásteljesítmény), a fogyasztási adatok (vegyes, illetve városi fogyasztás, hidegindítás miatti megnövekedett fogyasztás), a változó költségek (tüzelőanyag-ár, karbantartási költségek, karbantartás intervalluma), az éves költségek (teljesítményadó, kötelező biztosítás, egyéb költségek), az egyszeri költségek (beszerzési és átalakítási költség, regisztrációs adó), az amortizáció és a kamatláb voltak.

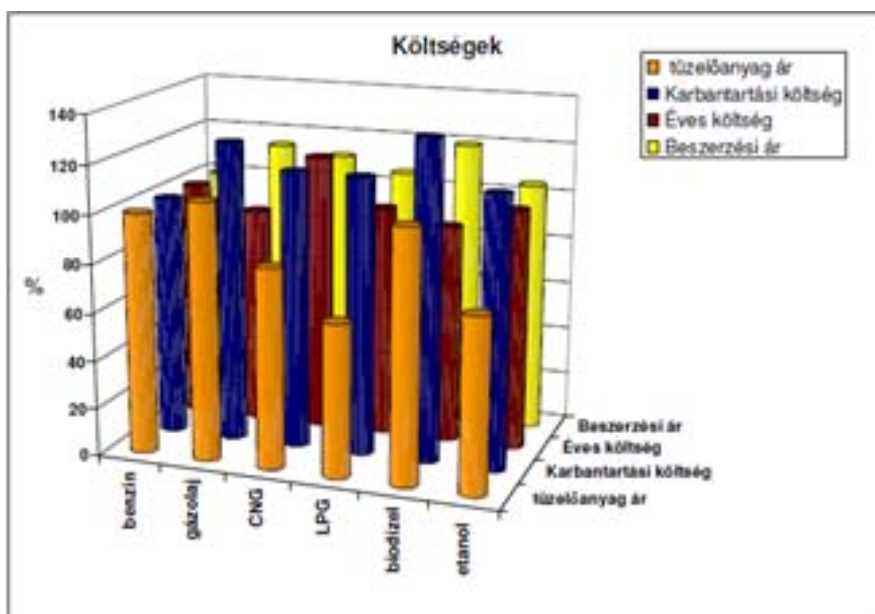
A modellel kétféle vizsgálatot végeztünk el: egy közép kategóriás jármű vegyes, illetve városi fogyasztási adatait bemenő paraméterként megadva vizsgáltuk a megtérülési időket.

Érzékenységvizsgálatot is végeztünk mindkét esetben, mellyel azt határoztuk meg, hogy az egyes költségek (tüzelő- anyag ár, éves költség, egyszeri költség, kamat) 20 százalékkal való csökkentése hogyan befolyásolja a megtérülési idő alakulását.

Az alapeset(városi körülmények) ismertetése

Az alap eset bemenő paramétereit úgy határoztuk meg, hogy azok az átlagos üzemeltetési feltételeknek megfeleljenek és az aktuális magyarországi árviszonyokat tükrözzék, töltőállomás üzemeltetése nélkül.

A különböző költségek (tüzelőanyag ár, karbantartási költség, éves költség, beszerzési ár) egymáshoz viszonyított arányát az alábbi ábra szemlélteti.



a különböző költségek egymáshoz viszonyított aránya alap esetben.

A tüzelőanyag árak az APEH elszámolható tüzelőanyag-árai benzin, gázolaj, LPG esetében. A CNG ár gázszolgáltató által megadott ár. Biodízel és RME árak a németországi kiskereskedelmi forgalomban kapható árak aktuális árfolyammal forintba átszámított értékei, az etanol pedig töltőállomásnál aktuális ár.

A karbantartás költségeknél feltételeztük, hogy a dízelüzemű gépjárművek a drágább technológia miatt nagyobb karbantartási díjjal üzemeltethetők. Az alternatív tüzelőanyagok esetén pedig az alapmotorok (benzin vagy dízel) karbantartási költségeire további költségeket feltételeztünk a kiegészítő berendezések miatt. Figyelembe kell továbbá venni, hogy a modern belsőégésű motorokkal szerelt gépjárművek szervizciklusa akár a 30 000 km-et is elérheti: ezt alternatív tüzelő-anyag használatakor azonban nem engedik meg a gyártók (eltérő üzemi feltételek és kevesebb tapasztalat miatt).

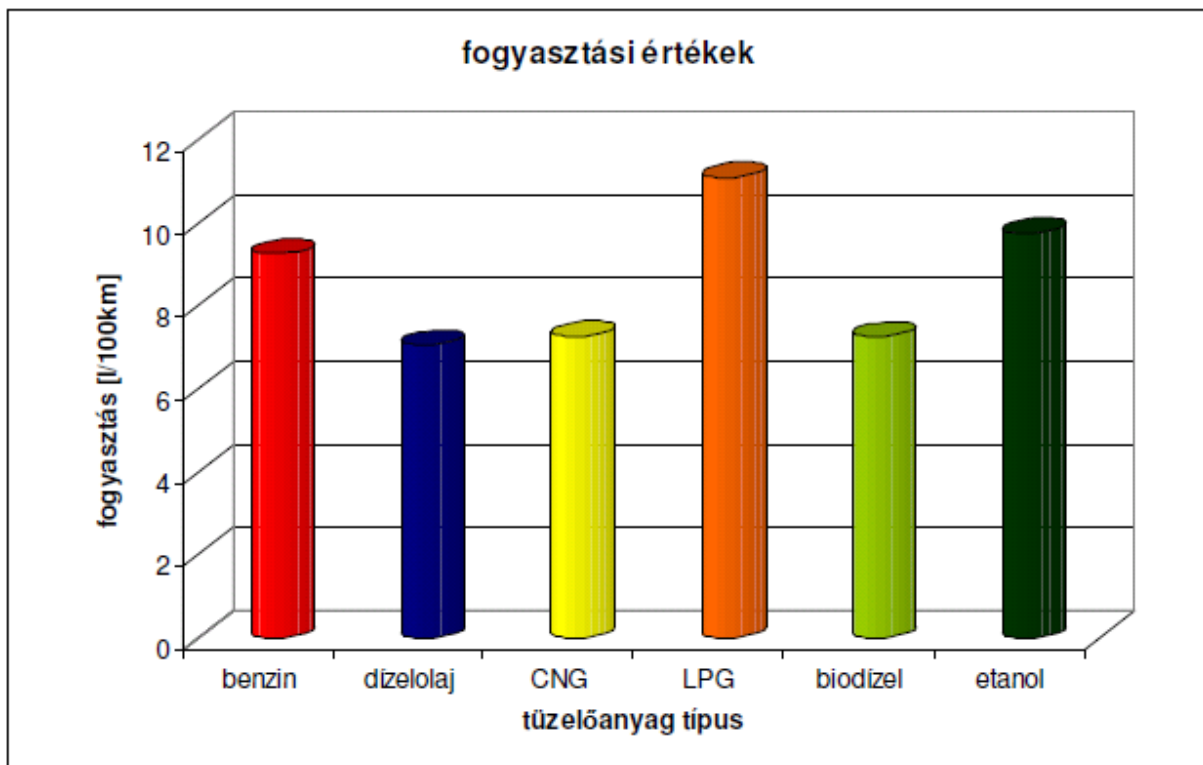
Az éves költségeknél kizárólag a meglévő közterheket vettük figyelembe, környezetterhelési adóval nem számoltunk. Az általában kisebb teljesítményű dízelüzemű járművek kisebb éves költségét feltételeztük. A CNG-üzemű jármű esetén a nem megfelelő töltőhálózat miatt nagy állásidőket (illetve szükséges megteendő utakat), és annak magas költségeit tételeztük fel.

Az új gépkocsi beszerzésének költségét a járműkategóriának megfelelő átlagárak alapján vettük fel benzin, dízel és CNG esetében. A többi esetben más típus ismert, olykor külföldi áraiból arányosítottunk.

Kamat: a jegybanki alapkamat erős csökkentését prognosztizálva ennek értékét 5%-ra vettük fel.

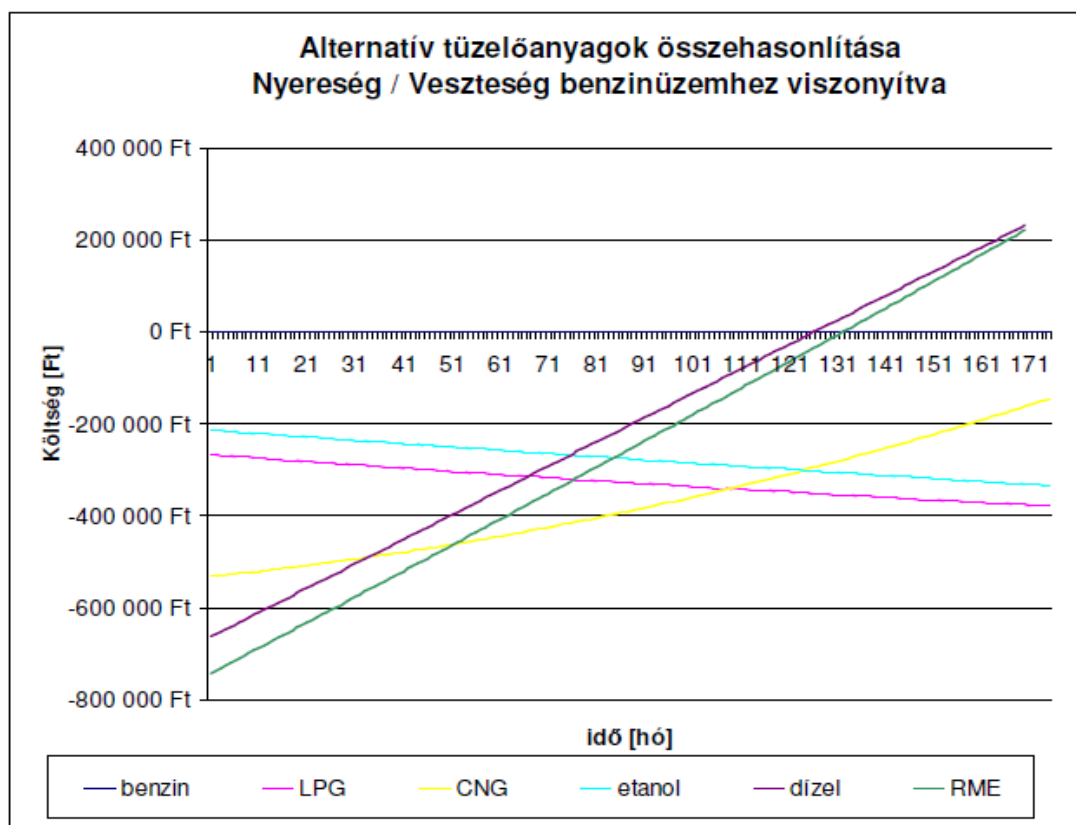
Feltételeztük, hogy a jármű futásteljesítményének nagy részét városi forgalomban teljesíti, ezért a megtérülést az alap esetben a városi fogyasztási adatokkal vizsgáltuk meg.

A benzin, dízel és CNG-üzemű járművek városi fogyasztási adatai katalógusból vett adatok, a többi esetben kutatási jelentésekben, összefoglaló tanulmányokban fellelhető fogyasztásváltozást feltételeztünk a mindenkori bázis (benzines vagy dízel) motorhoz képest. A fogyasztási adatok alakulásáról az alábbi ábra ad összefoglaló képet.



a városi fogyasztási értékek alakulása alapesetben.

Ezen bemenő paraméterek hatására a megtérülés alakulását az alábbi ábra szemlélteti.



A megtérülések alakulása városi fogyasztási adatokat
figyelembe véve

Az ábrából látható, hogy egy alsó-közép,- közép-kategóriájú CNG üzemű jármű alkalmazása jelenlegi magyarországi árak mellett igen hosszú idő után térül csak meg. Az alkalmazott bemenő paraméterek esetén ez a megtérülés csak 215 hónap (18 év) elteltével következik be. Ennek oka egyrészt a viszonylag magas bekerülési költség, ami a dízelüzemi gépkocsik felárának szintjén helyezkedik el (aminek következtében mélyről indul a sárga diagram). Másrészt okolható a gáz adótaralommal együtt vett – más európai

országhoz képest – relatív magas ára a hagyományos tüzelőanyagok árához viszonyítva.

Az alap eset ezen bemenő paramétereinek mellett megtérül még az RME és a dízel gépjármű üzemeltetése is, azonban az etanollal, illetve LPG-vel üzemelő autók beszerzése ilyen feltételek mellett egyáltalán nem térül meg a magas fogyasztásuk miatt.

Városi üzem érzékenységvizsgálata

Érzékenység vizsgálatot végeztünk annak érdekében, hogy meghatároztuk az egyes költségek (tüzelőanyag ár, éves költségek, egyszeri költségek, kamatláb) 20 %-os csökkentésének hatását a megtérülési időre. Az üzleti modell arra a paraméterre a legérzékenyebb, amelynek változtatására a legnagyobb mértékű a kimenet, vagyis a megtérülés idejének változása.

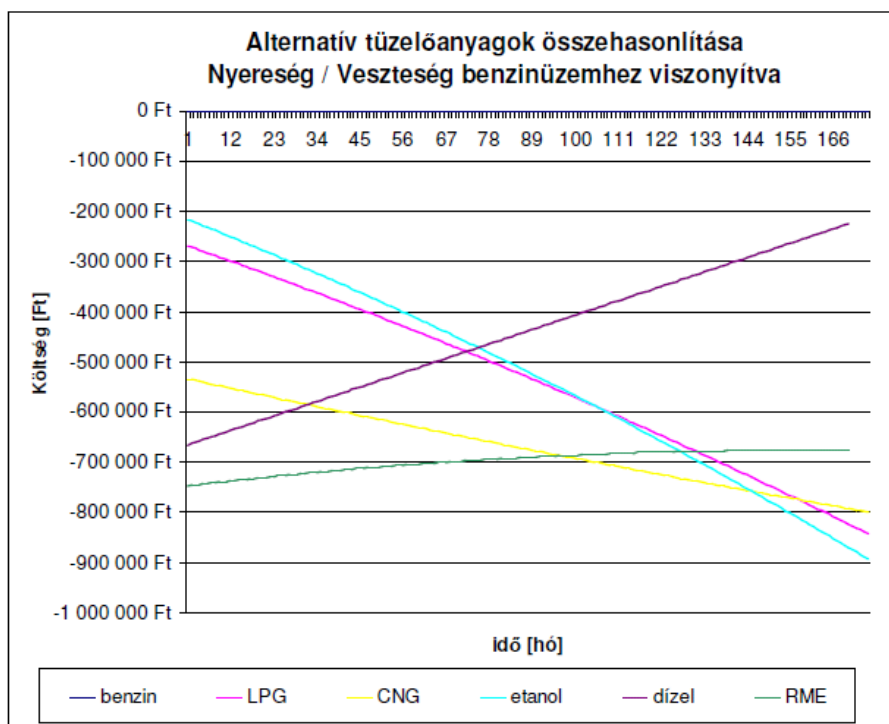
Az érzékenységvizsgálatokat elvégezve azt tapasztaltuk, hogy a megtérülési időt a CNG árban bekövetkező 20%-os csökkenés 80 hónapra, az éves költségek 20%-os csökkenése 155 hónapra, a kamat 20%-os csökkentése 206 hónapra csökkenti.

Az egyszeri költség (például a jármű árának) 20%-os csökkentése esetén a beruházás azonnal megtérül. Ez az eset a gyakorlatban akkor következhet be például, ha a CNG

üzemű járművek regisztrációs adóját csökkentenék, vagy teljesen eltörölnék, mint ahogyan azt a hibrid járművek esetében tették.

A megtérülési idők alakulása vegyes fogyasztási adatok figyelembevételére esetén

Amennyiben nem pusztán városi forgalomban üzemeltetjük a gépjárművet, hanem országúti és autópálya szakaszokon is használjuk azt az éves futásteljesítmény növekedése nélkül, az ún. vegyes fogyasztási adatokkal kell figyelembe vennünk. Ezekkel a bemenő paraméterekkel a megtérülési idők alakulását az alábbi ábra szemlélteti.



A megtérülések alakulása vegyes fogyasztási adatokat
figyelembe véve

Az ábrából kiolvasható, hogy ezen bemenő paraméterek hatására a CNG üzemű jármű használata nem térül meg, az csak veszteséget termel.

Az érzékenység vizsgálatot elvégezve azonban megállapítható, hogy milyen feltételek mellett lehet mégis megtérülő a beruházás.

A CNG tüzelőanyag árának 20%-os csökkentése a beruházás megtérülését eredményezi vegyes használatban is, amely 175 hónap múlva következik be. Az éves költségek 20 %-kal való csökkentése ugyan nem eredményezi a beruházás megtérülését, de a veszteség gyakorlatilag nem növekszik a vizsgált futamidő alatt. A CNG üzemű jármű egyszeri költségeinek 20%-os csökkentése például erőteljes regisztrációs adókedvezménnyel a megtérülési időt a városi fogyasztással vizsgálttal azonos módon változtatja meg, vagyis a beruházás kezdetétől megtakarítást jelent, bár kétségtelenül nem akkorát, mint azt az alap esetben a paraméter ugyanilyen arányú változtatásával elértünk. A kamat változtatásának hatása vegyes fogyasztási adatokat véve sem jelentős: a beruházás megtérítését értelemszerűen nem érhetjük el, csak a veszteség termelését lassíthatjuk vele.

AJÁNLÁSOK A GÁZÜZEMŰ KÖZLEKEDÉS VONZÓBBÁ TÉTELÉRE MIND A MAGÁN, MIND PEDIG A TÖMEGKÖZLEKEDÉS VISZONYLATÁBAN

A kimerülő olajkészletek, az energiafüggőség és a klímaváltozás azonnali megoldások keresését teszi szükségessé minden érintett szektorban, így a közlekedési szektorban is. A földgáz környezetvédelmi és gazdasági előnyei miatt középtávon reális alternatív lehetőséget kínál a közúti közlekedésben.

Vizsgálódásaink során arra kerestük a választ, hogy Magyarországon a jelenlegi viszonyokat feltételezve, milyen feltételekkel tehető vonzóvá a földgázüzemű autózás. Ennek érdekében megvizsgáltuk a jelenlegi jogi és gazdasági környezetet.

A jogi szabályozást áttekintve megállapítható, hogy az autógáz töltőállomás építésének és üzemeltetésének szabályairól szóló 26/2006. (V. 5.) GKM rendelet módosítása vagy új jogszabály kiadása szükséges, amely rendelkezik a fogyasztói gázmérő után telepített, a sűrített földgázzal üzemelő gépjárművek töltésére alkalmas készülékek telepítésének és üzemeltetésének szabályairól.

A módosítás vagy az új jogszabály a gyakorlatban megkönnyítené a házi töltőállomások létesítését, és ily módon hozzájárulhat a földgázüzemű autózás egyik akadályaként említett töltőállomás-hálózat hiányának csökkentéséhez.

Megjegyzendő továbbá, hogy a magyarországi tartály jóváhagyási folyamat szigorúbb az európai uniós szabályozásokhoz képest. A jövőben ezen jóváhagyási szabályok enyhítése könnyítést jelenthet a földgázüzemű autózás vonzóvá tételéhez.

A gazdasági környezet vizsgálatához különböző alternatív üzemű járművek megtérülési idejét határoztuk meg, különös tekintettel a földgázra.

A megtérülési időre a legnagyobb hatással a tüzelőanyagok árának alakulása valamint az egyszeri költségekben bekövetkező – változások vannak. A CNG árának meghatározása, pontosabban egy fix CNG ár garantálása tehát alapvető stratégiai jelentőséggel bírhat a CNG járművek alkalmazásának vonzóvá tételéhez. Az egyszeri költségek legjelentősebb tételét a jármű beszerzési költsége teszi ki. Az egyszeri költségek 20 %-kal való csökkentése esetén a beruházás gyakorlatilag kezdettől fogva megtakarítást jelent egy hagyományos benzinüzemű gépkocsi beszerzéséhez képest, ami indokolt is a kisebb környezeti terhelésből származó társadalmi szintű előnyök biztosítása miatt. A gyakorlatban ennek a költségnek a befolyásolása

többféleképpen is elképzelhető. Megoldási lehetőség lehet a flottakedvezmények adása, illetve a kedvezmények a regisztrációs adókban.

Kisebb mértékben befolyásolják a megtérülési időt az éves költségek, valamint az irányadó kamatláb alakulása.

A jövőre nézve megállapítható, hogy a CNG autózás vonzóvá tételéhez magas szintű kooperációra van szükség, melyben jelentős szerepet kell, hogy vállaljon az állam, valamint az egyes gázszolgáltatók.

Források:

- Élet és Tudomány: Dr. Anisits Ferenc írása az Élet és Tudományban
- HVG: Uffe Ellemann-Jensen: Az energiafegyver hatástalanítása (2009 decemberi szám)
- www.wikipedia.hu
- www.alternativenergia.hu
- Bai A. (2009. május 8-9.) *Bio-hajtóanyagok alkalmazása a tömegközlekedésben*, Környezet és Energia Konferencia, Debrecen.
- www.iangv.org/toolsresources/statistics.html, 2009-02-14
- Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities Module 4d, Natural Gas Vehicles, <http://www.iangv.org/toolsresources/reports.html?func=select&id=7>, 2009-02-14
- www.ngvaeurope.eu/ngv-successstories 2009-07-20

- www.egazdegaz.hu/hu/korny_foldgazauto.html 2009-07-20
- www.euroastra.hu/node/25617 2009-07-20
- 5/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek műszaki megvizsgálásáról
- 6/1990. (IV. 12.) KöHÉM rendelet a közúti járművek forgalomba helyezésének és forgalomban tartásának műszaki feltételeiről
- [www.zoldauto.info/technologiak/suritett-foldgaz-\(cng\)](http://www.zoldauto.info/technologiak/suritett-foldgaz-(cng))