

Msziget-15-99 projekt

**Belépő szintű terv,
szakmai anyag**

Utolsó módosítás: 2013.09.24

BEVEZETÉS.....	7
CÉLJA.....	7
ALKOTÓRÉSZEI	7
JÁRATOK.....	8
15 (EREDETI).....	8
26 (EREDETI).....	8
15.....	8
26A.....	8
99 (EREDETI).....	8
99A.....	9
99B.....	9
LEHEL TÉR.....	9
NYUGATI TÉR.....	9
MEGVALÓSÍTÁS, KÖZÚTI FEJLESZTÉSEK	9
SZIGET.....	9
<i>Közút.....</i>	<i>9</i>
<i>Parkoló.....</i>	<i>10</i>
<i>Zajvédelem.....</i>	<i>10</i>
ÁRPÁDHÍD.....	10
MARGITHÍD.....	10
FERENCIEK TERE (KÖZÚTI ALULJÁRÓ).....	10
RADE KÁROLY ÉS HAZINSZKY FRIGYES SÉTÁNY.....	11
VAJDA PÉTER UTCA.....	11
NÉPLIGET M.....	11
MELYIK TECHNOLÓGIA?	11
KIESŐK.....	12
VÉGKÖVETKEZTETÉS.....	13
H2 ÜZEMANYAGCELLÁS (FCH) AUTÓBUSZ.....	14
ÁLTALÁBAN.....	14
<i>Hogyan működik.....</i>	<i>14</i>
<i>Magyarázat.....</i>	<i>14</i>
<i>Mennyire tiszta és környezetbarát.....</i>	<i>15</i>
<i>Nemzetbiztonsági megfontolások.....</i>	<i>16</i>
<i>Finanszírozási megfontolások.....</i>	<i>16</i>
<i>Technológiai megfontolások.....</i>	<i>16</i>
<i>Hasonszórú projektek.....</i>	<i>16</i>
TÖRVÉNYHOZÓK FELADATAI.....	17
HAZAI ERŐFORRÁSOK.....	17
<i>A H2 technológia Magyarországon.....</i>	<i>17</i>
<i>Gyártás.....</i>	<i>17</i>
<i>Üzemeltetés.....</i>	<i>18</i>
JÁRMŰ.....	18
<i>Követelmények.....</i>	<i>18</i>
<i>Járműátirányítás.....</i>	<i>18</i>
ÜZEMANYAG ELŐÁLLÍTÁS ÉS TÖLTŐÁLLOMÁS.....	19

<i>Tankolás</i>	19
KARBANTARTÓMŰHELY ÉS GARAZSÍROZÁS	19
<i>Kelenföld buszgarázs</i>	20
<i>Délpest buszgarázs</i>	20
BIZTONSÁG	20
<i>Üzemanyag előállító üzem</i>	20
<i>Töltőállomás</i>	20
<i>Karbantartás</i>	21
<i>Járművek</i>	21
<i>Üzemanyagtartály</i>	21
<i>Üzemanyag</i>	21
<i>Baleseti kockázatok</i>	22
<i>Szivárgási kockázat</i>	22
<i>Szabotázs kockázat</i>	22
<i>Hindenburg</i>	22
<i>Összegzés a projekt viszonylatban</i>	23
E-BUSZ	24
ÁLTALÁBAN.....	24
<i>Hogyan működik</i>	24
<i>Mennyire tiszta és környezetbarát</i>	24
<i>Finanszírozási megfontolások</i>	26
<i>Technológiai megfontolások</i>	27
HAZAI ERŐFORRÁSOK	27
<i>Gyártás</i>	27
<i>Üzemeltetés</i>	27
JÁRMŰ.....	27
<i>Követelmények</i>	27
<i>Járműátirányítás</i>	28
TÖLTŐÁLLOMÁS	28
KARBANTARTÓMŰHELY ÉS GARAZSÍROZÁS	28
<i>Troliüzem</i>	28
BIZTONSÁG	28
TROLIBUSZ	29
ÁLTALÁBAN.....	29
<i>Hogyan működik</i>	29
<i>Mennyire tiszta és környezetbarát</i>	29
<i>Finanszírozási megfontolások</i>	31
<i>Technológiai megfontolások</i>	32
HAZAI ERŐFORRÁSOK	32
<i>Gyártás</i>	32
<i>Üzemeltetés</i>	32
JÁRMŰ.....	32
<i>Követelmények</i>	32
<i>Járműátirányítás</i>	33
MUNKAVEZETÉK.....	33
<i>Árpádhíd</i>	33
<i>Sziget</i>	33
<i>Margithíd</i>	33
<i>Szent István körút</i>	33

15 nyomvonal É-D irány.....	33
15 nyomvonal D-É irány.....	35
15 vonala visszafogók.....	36
99.....	36
99 vonala visszafogók.....	38
Áramellátás.....	38
Kiállítás.....	38
Közös villamos és trolibusz munkavezeték.....	38
KARBANTARTÓMŰHELY ÉS TÁROLÁS.....	41
Trolüzem.....	41
BIZTONSÁG.....	41
TOVÁBBFEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEK.....	41
FCH TECHNOLÓGIA.....	41
Nyilvános benzinkút.....	41
Hidrogén üzemanyagú hajók.....	41
Csúcserőmű.....	42
Budapesti elektromos tömegközlekedési eszközök üzemanyagköltségének csökkentése.....	42
PROJEKTFINANSZÍROZÁS.....	42
MIÉRT ÉPP AZ MSZIGET-15-99.....	42
EU FINANSZÍROZÁS ALÁTÁMASZTÁSA.....	42
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK.....	43
FCHBusz.....	44
Fedett parkoló a szigeten.....	44
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGSTRUKTÚRA.....	45
HATÁSOK ÉS EREDMÉNYEK.....	46
GAZDASÁGI.....	46
KÖRNYEZETI.....	47
MÁSODLAGOS.....	52
MÁSODLAGOS KÖRNYEZETI.....	52
ÁLTALÁBAN.....	52
ELJUTÁSI IDŐK.....	52
KÖLTSÉGSZÁMÍTÁS.....	53
Beruházási és fenntartási.....	53
Környezetvédelmi.....	53
VÉGKÖVETKEZTETÉS.....	53
JOGNYILATKOZAT.....	54
TÉMAGAZDÁK ÉS SZERKESZTŐK.....	54
TÉMAGAZDÁK.....	54
SZERKESZTŐ.....	54
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	55
KÉSZÜLT.....	55
MELLÉKLET 1.....	56
FELHASZNÁLT FORRÁSOK.....	56
Hagyományos technológiák.....	56
FCH technológia.....	57
FCHBusz üzemeltetők.....	59

<i>H2 építőelemek</i>	60
<i>H2 előállítás</i>	60
<i>H2 tárolás</i>	61
<i>H2 biztonság</i>	62
<i>H2 töltés</i>	62
<i>Erőmű</i>	63
<i>H2 alapú erőmű</i>	63
<i>Környezeti hatás</i>	63
MELLÉKLET 2	65
SZÁMÍTÁSI ALAPADATOK.....	65
<i>15 (eredeti)</i>	65
<i>26 (eredeti)</i>	65
<i>Sziget (virtuális)</i>	65
<i>15</i>	66
<i>26A</i>	66
<i>99 (eredeti)</i>	67
<i>99A</i>	67
<i>99B</i>	68
<i>Egy autó</i>	68
MELLÉKLET 3	70
RÉSZLETES SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK.....	70
<i>Beruházások közös</i>	70
<i>Beruházásigény most</i>	71
<i>Üzemeltetés most</i>	72
<i>Beruházások FCH</i>	73
<i>Üzemeltetés FCH</i>	74
<i>Beruházások E-busz</i>	75
<i>Üzemeltetés E-busz</i>	76
<i>Beruházások trolibusz</i>	77
<i>Üzemeltetés trolibusz</i>	78
<i>Összegzés segéd</i>	79
<i>Összegzés</i>	81
MELLÉKLET 4	84
REFERENCIASZÁMÍTÁS.....	84
<i>H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyagüzem létesítés</i>	84
<i>H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyag előállítás</i>	84
<i>Alap adatok</i>	85
<i>Számítási viszonylat adatai</i>	86
<i>Autójárat üzemanyagköltség</i>	87
<i>Autójárat CO2 költség</i>	88
<i>Buszjárat üzemanyagköltség</i>	89
<i>Buszjárat CO2 költség</i>	89
<i>Trolibusz-járat üzemanyagköltség</i>	90
<i>Trolibusz-járat hálózat létesítési költség</i>	91
<i>Trolibusz-járat CO2 emisszió költség</i>	91
<i>E-busz buszjárat üzemanyagköltség</i>	92
<i>E-busz buszjárat CO2 emisszió költség</i>	93
<i>FCHbusz buszjárat üzemanyagköltség</i>	93

Bevezetés

Szervezetünk már közel egy évtizeddel ezelőtt azonosított egy több mint fél évszázada fennálló komoly problémát, amit a járatszámok után 26-15-99 névvel illettünk. Ez azon BKV-s autóbusz járatokat jelöli ahol alacsony a közúti forgalom, és így a tömegközlekedés adja a környezetszennyezés jelentősebb részét. Ezen felül külön problémát jelent a leamortizálódott járműpark. Ezek közül a 26-os a Margit szigeten szór szét évente körülbelül 1300kg szennyezést. A 15 és 99 pedig olyan magas épületekkel és sűrűn beépített szűk (sokszor sétáló) utcákon halad, ahol emiatt a kipufogógáz koncentrációja, és így döntően meghatározza a légszennyezést. A probléma persze nem áll meg a légszennyezésnél, mivel ezen esetekben a zajszennyezés ugyanolyan méretű gondot jelent. Így összességében az érintett járatok évente körülbelül 15000kg szennyezést szórnak szét útvonaluk mentén.

Kicsit keményebben megfogalmazva: a Margitszigetnek a város közepén egy tiszta levegőjű pihenőparknak kellene lennie annál is inkább, mivel Budapestet sajnálatos módon a rendkívül magas környezetterhelés (légszennyezés és zajterhelés) és a kevés zöldterület jellemzi. Ezzel szemben a sziget körülbelül egy negyede fizető parkoló, és tömegközlekedés buszai megfelelő periodicitással gondoskodnak róla, hogy a légszennyezés és a zajterhelés a várost jellemző magas szintre emelkedjen. Sajnos ugyanez a helyzet jellemzi a 15 és 99 járatok útvonalát is, ahol csendes és relatíve tiszta levegőjű belvárosi utcáknak kellene lennie. Ez minden kulturált nézőpontból tarthatatlan állapot. Kihat az emberek egészségére, elriasztja a látogatókat, ezzel Forintosítható kárt okozva.

Szervezetünk már többször is foglalkozott a problémával. Most régi adósságunkat törlesztve Msziget-15-99 néven egy komplex tervet készítettünk el.

Peresze felmerül a kérdés, ha van is a helyzeten lényegesen javító projekt, a válság közepén miként lehetne finanszírozni azt? A válasz, ha jó projekt célokat fogalmazunk meg és használjuk az eszünket, akkor ez a probléma is áthidalható.

Célja

A projekt célja tömören megfogalmazva, hogy az eljutás minőségét például átstrukturálás, jármű- és technológiacsere segítségével javítsa. Emellett csökkentse az eljutás költségeit például az üzemeltetés és környezetszennyezés költségeinek csökkentésével. A projekt további célja, hogy beruházási költsége ne legyen magasabb, mint az új hagyományos járművekre történő csere költsége.

A projektnek nem célja az eljutási idő változtatása, de mint a későbbiekben ezt látni fogjuk járulékos eredményként az eljutási idő csökkenthető, az eljutási idő stabilitása pedig növekedhet.

Másodlagos célja pedig, hogy elgondolkodtassa az embereket a környezet védelmének fontosságáról, és rámutasson: másképp is lehet.

Alkotórészei

A projekt alapvetően három szorosan kapcsolódó részből tevődik össze:

Első alkotója a Margitsziget környezetvédelmi revíziója a tömegközlekedést is beleértve.

Második alkotója a 15-ös járat problémájának megoldása.

Harmadik alkotója pedig a 99-es járat felülvizsgálata.

Járatok

15 (eredeti)

A járat jelenlegi formájában megszűnik. Funkcióját a 15-ös járat veszi át.

Vonalhossz - 4,6km

Menetidő - 25p

26 (eredeti)

A jelenlegi járatot megszűnik. Funkcióját a 15-ös járat veszi át. Ennek oka, hogy célszerűtlen két független közel azonos irányú „zöld” járatot fenntartani. Az így létrejövő járat a Szent István körúton a Szemere és Honvéd utcánál csatlakozna egymásba, és a Boráros térig közlekedne.

Vonalhossz - 4,5km

Menetidő - 18p

15

A 15-ös járat meghosszabbodik a régi 26-os vonalával.

Vonalhossz + 4,2km = 8,1km

Menetidő + 15p = 36p

26A

Hétvégén és esete az összevont 26 és 15 járat északi része sokkal jobban terhelt. Így ezekben az időszakokban célszerű lehet minden második járművet visszafordítani a Kossuth téren.

Vonalhossz 4,8km

Menetidő 17p

99 (eredeti)

A 99-es viszonylat két részre darabolódik, 99A és 99B.

Vonalhossz - 11,6km

Menetidő - 42p

99A

Ez lesz a járat „zöld” fele. A járat a Népszínháztól a Rade Károly utcáig közlekedik. A megfelelő végállomás kialakítása érdekében célszerű a járatot a Rade Károly és Hazinszky Frigyes sétányon át a Népliget M megállóig meghosszabbítani

Vonalhossz 5,2km

Menetidő 17p

99B

Ez a járat „szürke” fele. A járat „zöld” feléhez csatlakozás a Petz Ármin sétány sétánynál valósul meg.

A járat külső felét forgalmi okokból mindenképp fent kell tartani. Ennek technológiája azonban lehet normál dízeles busz (EUR4). A két járatot az átszállási pontnál (Petz Ármin sétány) célszerű összehangolni.

Vonalhossz 6,4km

Menetidő 25p

Lehel tér

A 15-ös járat Szent István körüttől északra eső rövid szakasza nyugodtan elhagyható a párhuzamos metró és trolibusz közlekedés miatt. Ha esetleg mégis szükség lenne rá akkor a 133-as busz kiterjeszhető erre az útvonalra.

Nyugati tér

Az elképzelés szerint a az új viszonylatok elkerülik a Nyugati teret. Ennek oka első sorban, hogy az állandó torlódások miatt célszerű a járáttal mielőbb „lemenekülni” a körútról, ezzel stabilizálhatók a követési idők. Másik oldalról a 3-as metróval érkezők átszállást célszerű az Árpád hídhöz és így a sziget északi részéhez eltolni, mivel a sziget déli része minden szempontból túlterhelt.

Megvalósítás, közúti fejlesztések

Sziget

Közút

A sziget észak-déli útját teljesen újra kell burkolni 2,1km.

Teljes közvilágítás csere.

Parkoló

A szigeten (szálló környékén) az összes parkolót kívánatos eltüntetni a föld alá. Ezt gazdaságosan úgy lehet meg tenni, hogy az egész parkolót lefedjük és a tetején zöldterületet alakítunk ki (13.000+1000+1500=15500m²).

A parkolók szennyezett levegőjét az Árpád hídi feljáró északi oldalán egy a híd úttestszintjénél magasabbra nyúló szellőkéményen javasolt kivezetni.

A bejárat az Árpád hídhöz a lehető legközelebb legyen a légszennyezés minimalizálása érdekében.

Zajvédelem

Bár szentségtörésnek hangzik, de célszerű az Árpád híd déli oldalán a szigeti lejáró középpontjával egy kb. 500 méteres szakaszon átlátszó zajvédő falat létesíteni. Ennek zaj és levegőminőség-védelem szempontjából is érzékelhető hatása lehet. A fal technikai megoldását a híd statikájának függvényében kell kialakítani.

A Margit hídon elméletileg célszerű lenne (északi oldal) ugyanilyen zajvédő fal kialakítása, de a híd műemlék jellege miatt kompromisszumként ettől le lehet tekinteni.

Árpádhíd

A villamos vágányokat alkalmassá kell tenni buszközlekedésre. Ezzel rögtön az egyik legnagyobb problémát a torlódások kikerülését megoldottuk.

A szigetnél a vágánysávot meg kell nyitni a sziget felé történő kanyarodáshoz. Itt célszerű villamos típusú fedező közlekedési lámpát felépíteni a busz kanyarodásának elősegítésére.

A Népfürdő utcai megállót úgy kell módosítani (busz leszállás miatt), hogy a lelépő szigetet a vágánypáron kívül legyen. Erre itt van lehetőség, és eredményeképpen a villamosról és a troliról is le lehet majd szállni.

Margithíd

A villamos vágányokat alkalmassá kell tenni buszközlekedésre. Ezzel rögtön az egyik legnagyobb problémát a torlódások kikerülését megoldottuk.

A szigetnél a vágánysávot meg kell nyitni a sziget felé/felől történő kanyarodáshoz. Itt célszerű villamos típusú fedező közlekedési lámpát felépíteni a busz kanyarodásának elősegítésére.

A budai oldalon a hídra felhajtásnál/lehajtásnál a vágánysávot meg kell nyitni a kanyarodáshoz. Itt célszerű villamos típusú fedező közlekedési lámpát felépíteni a busz kanyarodásának elősegítésére.

A Jászai Mari tér megállót úgy kell módosítani (busz leszállás miatt), hogy a lelépő szigetet a vágánypáron kívül legyen. Erre itt van lehetőség, és eredményeképpen a villamosról és a troliról is le lehet majd szállni.

Ferenciek tere (közúti aluljáró)

A trolibusz technológia miatt szükséges a Kecskeméti – Petőfi Sándor utcát összekötő aluljárót kimélyíteni. Ennek minden feltétele adott. A nagynyomású közművek mai technológiákkal problémamentesen kikerülhetnek.

A H2 üzemanyag-technológia miatt (meg egyébként is) szükséges az aluljáró szellőzést megfelelő szintre emelni.

Rade Károly és Hazinszky Frigyes sétány

A töredezett burkolatot célszerű felújítani (1,2km).

Az út mindkét oldalán új közvilágítás létesítése szükséges (1,2km).

Vajda Péter utca

A töredezett burkolatot célszerű felújítani (0,8km).

A Petz Ármin és Rade Károly sétánynál a 99B járatnak végállomást célszerű kialakítani.

A vasúti felüljáró magassága már nagyon régóta problémát jelent. Ezért a projekt keretében célszerű erre is megoldást találni. Eredményképpen pedig a 99A környezetbarát járat déli irányban kiterjeszhető.

Népliget M

Az Ifjúsági sétánynál ki kell alakítani egy kéttengelyes visszafordulási lehetőséget. Ifjúsági sétány és Hazinszky Frigyes sétány kereszteződésében adott a hely.

Melyik technológia?

A felmerült probléma megoldására az adottságokból következően csak a kéttengelyes maximum 12.5m hosszúságú jól manőverezhető autóbusz alkalmas.

A járművel (energiaforrásával és hajtásmódjával) szemben a következő követelményeket állítottunk fel:

- a) Elfogadható üzemeltetési költség,
- b) Alacsony (a technikailag lehetséges legalacsonyabbhoz közelítő) károsanyag-kibocsájtás,
- c) Alacsony kültéri és beltéri zajszint.

A környezetterhelési kiinduló követelmények miatt azonban a hajtásmód és az üzemanyagtípus megválasztás különös gondot és megfontolást igényel.

A következő hajtásmódokat vizsgáltuk meg:

- 1) Dízel,
- 2) Biodízel,
- 3) Hibrid,
- 4) LPG,
- 5) CNG,

- 6) Trolibusz,
- 7) H2 robbanómotoros (H2-ICE),
- 8) H2 üzemanyagcellás (FCH).
- 9) E-busz (kizárólagos akkumulátoros energiaforrás)

A 6, 7, 8, 9 technológiák átfogó környezetterhelést az határozza meg, hogy az elektromos áram előállítása milyen tiszta módszerrel történik. A járat útvonalában környezetterhelése szinte nulla (csak a zajra korlátozódik). Például ha a kiválasztott járműtípust (közvetlen vagy közvetett módon) olajtüzelésű erőművekben előállított villamos energiával táplálják, akkor annak tisztasága csak kevéssel lesz jobb mint a dízelmotoros hajtásmódé. Ha az energiát gáztüzelésű erőművekben állítják elő akkor a különbség jelentőssé válik. Ha az előállítás, víz-, nap-, szél-, vagy atomenergia segítségével történik, akkor válik a fenti két technológia különösen tisztává.

A teljesen tiszta (zero emission) technológia alapban a 8-as technológia lehet. Ha az üzemanyagot (H₂) tiszta energiával állítjuk elő, akkor valóban nem szennyezi a környezetet. A 7-es technológiára az azonos üzemanyag dacára sem igaz ugyanez, ugyanis a magas nitrogén oxid (NO_x) emisszió és a robbanómotor zaja romba dönti a teljesen tiszta koncepciót. A 9-es mód csak akkor lehet teljesen tiszta, ha a járművet tiszta energiával töltjük fel. Ennek egyetlen módja, ha a „tankolást” csak a tiszta energia hozzáférhetősége idején hajtjuk végre. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a buszt csak a garázsban tölthetjük. A 6 és 9 mód teljesen tisztává tételére van egy trükkös mód, ha a tiszta energiát eltároljuk és a járat üzemidejében tápláljuk a hálózatba.

A 4, 5, 7, 8 technológiák megfelelő (minimális) karbantartási színvonalat kívánnak meg. Ha ez nem teljesül (akár pénz akár szakismeret hiányban) az súlyos baleseteket okozhat.

A 6-os mód izolált járatokon nem gazdaságos, nehezen megvalósítható.

A 8-as mód a nagy kiállási szintkülönbség vagy rövid vonal esetén nem optimális.

A 9-es mód tulajdonsága a relatíve rossz térfogat-teljesítmény és súly-teljesítmény arány. Más szóval az akkumulátorok az utastérben sok helyet foglalnak el, így nagyforgalmú tömött vonalakra nem alkalmazhatók. További hátránya a lassú tankolás. Előnye a mindenhol hozzáférhető üzemanyag. Az elmélet és a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a jármű hatásfoka legjobb a közel sík vidéken.

A 8-as mód az üzemanyag magas energiatartalma miatt jó térfogat-teljesítmény és súly-teljesítmény arányt nyújt. Ezen technológiákkal kapcsolatos tapasztalatok arra engednek következtetni, hogy 9-es mód a „hobbijármű” (pl. városi gépjármű) kategória számára optimális, a 8-as pedig a nagyteljesítményű folyamatos üzemű járművek (pl. autóbuszok vagy magas kihasználtsággal rendelkező taxik) számára optimális.

Emellett nem árt tudni, hogy a 9-es mód akkumulátorait körülbelül annyi időnként kell cserélni, mint 8-as megoldás energiacelláit.

Kiesők

A magas környezetterhelése miatt az 1-es és 2-es mód rögtön kiesett.

A 3-as mód valamelyest kisebb környezetterhelést jelent, de a javulás közel nem áll arányban a befektetéssel és az elvárásokkal.

Ha kezdeti költség érzékeny lenne a projekt, akkor a 4-es mód lehetne kompromisszum. De mivel a megvalósítandó elvárás magasabb szintre került ezért a 4 és 5 és 7 mód szintén nem optimális.

Véggövetkeztetés

Minden műszaki és környezetvédelmi szempontot figyelembe véve a 6-os trolibusz és a 8-as FCHBusz egyaránt alkalmas a projekt járatainak kiszolgálására.

A 9-es E-Busz erre a feladatra a rossz súly/teljesítmény arány (kevesebb utas) és a hosszú „tankolási idő” teszi nehezen alkalmazható. Mindezek ellenére külön kérésre megpróbáltuk ezt a megoldást is „begyömöszölni” a projektbe, mivel lényegesen csökkenti a környezetterhelést.

A trolibusz technológiát inkább robusztus bejáratott technológiaként jellemeznénk. Alkalmazása lényegesen csökkenti a környezetterhelést közel azonos üzemi költség mellett.

Az FCHBusz technológiát jövőbe mutató, fejleszhető, de bizonyítottan használható technológiaként jellemeznénk. Alkalmazása drasztikusan közel nullára csökkenti a környezetterhelést közel azonos üzemi költség mellett. Emellett az üzemanyag előállítás lehetőségei különleges- vagy katasztrófhelyzetekben páratlanul megbízható erőforrássá teszik például járművekben alkalmazva.

Az E-Busz technológia alkalmazása lényegesen csökkenti a környezetterhelést közel azonos üzemi költség mellett.

Az FCHBusz technológiát azonban biztonsági kockázat oldaláról is vizsgálni kell. Ennek részleteit a technológia ismertetésénél fejtjük ki. Ebből a szempontból a technológia alkalmazása a 26(A) vonalon nem, jelent problémát, a 15-ös vonalon történő alkalmazás kockázata elfogadható, a 99-es vonalra alkalmazása véleményünk szerint ilyen szempontból vizsgálva kockázatos.

Összefoglalva, a projekt célkitűzéseinek megvalósítására az FCHBusz, a trolibusz alkalmazása műszaki, környezetvédelmi és gazdasági szempontokat figyelembe véve a legoptimálisabb. Az E-busz alkalmazása kevésbé optimális, de kompromisszumokkal alkalmas a feladat megoldására. A 99A vonalra az FCHBusz alkalmazás biztonságtechnikai okokból bizonyosan nem optimális.

A technológiákat részletesen kifejtve lásd a H2 üzemanyagcellás (FCH) autóbusz, E-Busz és Trolibusz fejezetekben alább!

H2 üzemanyagcellás (FCH) autóbusz

Általában

- Rendkívül tiszta technológia.
- Üzemanyag magas energiatartalom (120MJ/kg).
- Induló költsége magas (járműbeszerzés).
- Magas karbantartási színvonalat igényel.
- Közel állandó karbantartási költség az energiacellák cseréje (* ~4 évente).
- Az üzemeltetéshez szükséges szakmai ismeret már ma is rendelkezésre áll.
- Csak töltőállomás és szerelőműhely kiépítése szükséges.

* = Az üzemanyag cella élettartama a gyakorlati mérések szerint nagymértékben függ a használat karakterisztikájától. Például ha naponta csak néhányszor tíz percet közlekedik a jármű, akkor lényegesen jobban öregszik a cella mint napi 6-8 óra folyamatos működésnél. Így személygépjárműveknél a gyakorlati tapasztalatok 2500óra (NREL: National Fuel Cell Electric Vehicle Learning Demonstration Final Report), míg buszoknál 10000óra (AC Transit HyRoad Project, San Francisco Bay). Így városi buszoknál a 4 évenkénti csere gyakorlati tapasztalattal alátámasztható.

Hogyan működik

A hidrogént (H₂) atomerőmű hulladékenergiával elektrolízis útján igen olcsón és gazdaságosan előállítjuk. A forrás lehet földgáz bontásakor keletkező hulladék hidrogén is. Az előállított hidrogént tartályokban tároljuk.

A járművek hidrogént használnak üzemanyagként, és a „kipufogógáz” pedig tiszta víz. Az üzemanyagot tartályokban tárolják. A tartályokat hidrogén töltőállomásokon / körülbelül úgy mint a mindenki által ismert tankolás / lehet feltölteni.

Magát a járművet elektromos motor hajtja. Az elektromos áramot úgynevezett hidrogén üzemanyagcellák (FCH) állítják elő a „tankban” lévő hidrogén és a levegő oxigénje segítségével. Az FCH Hibrid jármű a fékezéskor keletkező energiát vissza tudja tölteni az akkumulátorokba vagy úgynevezett szuper kondenzátorokba (elektromos visszatáplálás). Ezt az energiát a jármű haladásnál vagy működésénél (pl. fűtés vagy klíma) később felhasználja.

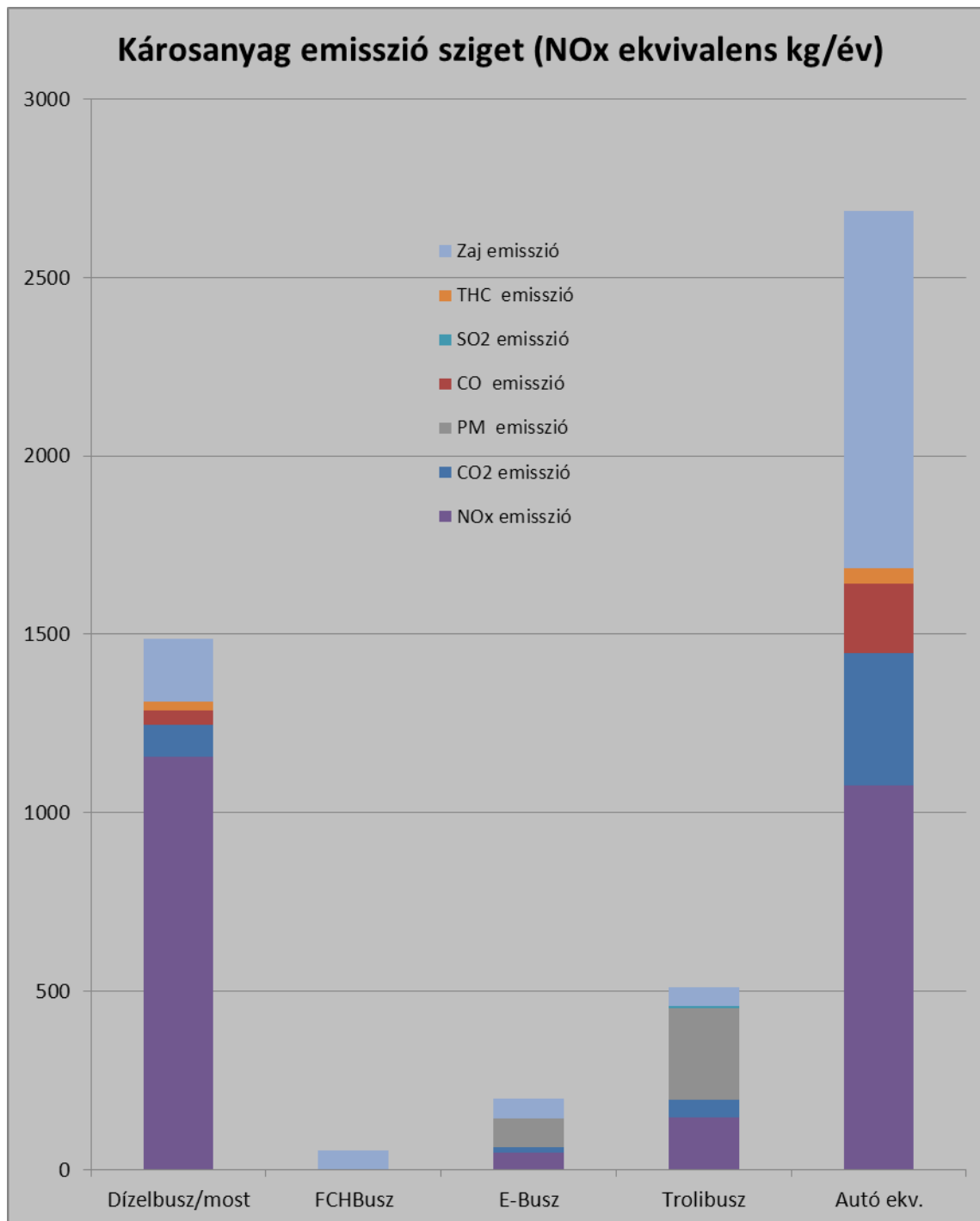
Magyarázat

Hulladékenergia: Bizonyos típusú erőműveknél (ilyen például az atomerőmű) az energiatermelés szabályozását csak igen lassan célszerű végrehajtani (pl. élettartam okokból). Tehát az erőmű energiatermelése nem tud alkalmazkodni a fogyasztás gyors változásához. Ilyen például, ha éjszaka mindenki alszik, akkor drasztikusan lecsökken az energiafogyasztás. Ebben az esetben a megtermelt energia szó szerint elmegy a levegőbe.

Hidrogén üzemanyagcellák (FCH): Ezt úgy kell elképzelni, mint egy akkumulátort. Ebbe egy részről folyamatosan töltjük a hidrogént, másrésztől juttatjuk bele a levegőben lévő oxigént. Így végeredményben egy olyan akkumulátort kapunk, ami sosem merül le.

Mennyire tiszta és környezetbarát

Ez a technológia az összes fázisát figyelembe véve a jármű maga szinte semmiféle szennyezőanyagot nem szór szét, ezért a gyakorlatban is kivételesen tiszta (valóban zöld). Zöld vagy hulladékenergiával párosítva pillanatnyilag ez a létező legtisztább tömegközlekedési hajtásmód ideértve az ökrösszekeket és a lóvasutat is. Ennek szemléltetésére felrajzoltuk, hogy ha a 26-as busz helyett a Margitszigeten különböző járművek közlekednének, akkor mennyi szennyezést szórának szét:



A bal oldali „Dízelbusz/most” oszlop mutatja a mostani helyzetet. A jobb oldali „Autó ekv.” oszlop azt szemlélteti, mi lenne ha megszűnne a busz és mindenki saját kocsival közlekedne itt. Az „FCHBusz” oszlop pedig a hidrogén üzemanyagcella szennyezését mutatja. Érdemes megjegyezni, hogy globálisan vizsgálva a jármű zajon kívül más szennyezést nem szór szét.

Nemzetbiztonsági megfontolások

A környezeti előnyök mellett a H₂ üzemanyagnak van egy kiemelkedő tulajdonsága, hogy rendkívül sokféle módon előállítható és biztosítható. Létrehozható földgázból bontással, vagy vízből elektromos áram segítségével. Az áramot helyben számtalan módon (gáz, olaj, szén, víz, szél segítségével) elő lehet állítani, így olyan helyzetben, amikor nem hozzáférhető az import kőolaj, akkor is biztonságos szolgáltatás képes nyújtani. Ezen túl, amikor a hálózathoz kötött tömegközlekedési eszközök működése leáll (például erős szélvihar megrongálja az elektromos hálózati rendszert) a H₂ üzemanyagcellás jármű akkor is probléma nélkül működtethető.

Finanszírozási megfontolások

Az üzemanyagcellás technológia költségeinek döntő részét a kezdeti jármű-beszerezés teszi ki. Így ez a technológia hazai forrásokból önállóan nehezen finanszírozható. A kohéziós források segítségével megvalósított beszerzés viszont jelentősen változtat a helyzeten. A kezdeti költség átvállalása elérhetővé teszi ezt a megoldást.

Amennyiben a fenntartási költségeket tekintjük, a legjelentősebb tétel az üzemanyagcellák periodikus cseréje (a gyakorlati tapasztalatok szerint kb. négyévente). Ezzel állíthatjuk szembe a üzemanyagköltségeket. A részletes számítások bizonyították, hogy a pillanatnyi (és vélhetőleg) tartós üzemanyagár-arányok mellett a magasabb fenntartási költséget jócskán kompenzálja a lényegesen alacsonyabb üzemanyagköltség. Így az üzemeltetés új dízeles buszokhoz képest alacsonyabb költséggel megoldható. Az üzemanyagköltséget más környezetbarát megoldás felhasználáshoz képest a hulladékenergia felhasználásnak lehetősége lényegesen csökkenti.

Technológiai megfontolások

A legfőbb megfontolás tárgyát képező tényező, a szükséges karbantartási színvonal. Az LPG, CNG és H₂ technológiák fegyelmezettebb karbantartási munkát igényelnek mint más technológiák. Természetesen a szakemberek képesek ezt teljesíteni, de a tulajdonos sokszor felelőtlenül akadályozza ebben őket.

A cellás technológia hátránya, nevezetesen a relatíve kevesebb megtehető távolság egyetlen tankolással ebben a projektben nem valódi hátrány. Ugyanis egyrészt a cellás hajtásmód a robbanómotoros hajtásokkal szemben a piros lámpánál vagy dugókban ácsorogva nem fogyaszt energiát. Így a fogyasztás leegyszerűsítve nem az utazási idővel, hanem a valóban megtett úttal arányos. Másik oldalról a járatok úgy lettek kiválogatva, hogy relatíve rövidek és szinte nulla szintkülönbségűek, így az elvileg rövid hatótávolság nem jelent hátrányt. Ezen kívül az üzemanyag hozzáférhető a végállomástól mindössze három kilométerre, így a tankolás egyszerű és gyors.

Összességében egy jármű a hosszabb (kb. 10km) járaton több mint 7 fordulót tud megtenni tankolás nélkül. Ez gyakorlatilag egy jármű egy normál napi üzemének felel meg (8 óra).

Hasonszórú projektek

Érdekes összefüggés, hogy az Egyesült Államok ACTransit nevű cége (kb. Volán) SanFrancisco városában 2006 óta vesz részt 3 FCHBusszal egy kísérleti projektben. 2010-ben kiterjesztették a

programot 12 buszra az úgynevezett ZEBÁ projekttel, amely célja hogy a tengerpart egy részét teljesen zöld buszokkal szolgálják ki. Ez nagyon hasonlít a Margitsziget tiszta kiszolgálásának koncepciójához. Másik oldalról látszik, hogy a technológia előnyeit és tisztaságát csak akkor lehet jól kihasználni, ha ez valóban képesek vagyunk minden nap és minden órában megtapasztalni.

Törvényhozók feladatai

A H2 üzemanyag és a hozzá kapcsolódó technológia még mindig szinte ismeretlen Magyarországon. Így ezek adó szempontból tekintett besorolása még mindig nem megoldott.

A törvényhozó legfontosabb feladat lenne a H2 üzemanyag például jövedéki besorolása lehetőleg úgy, hogy mint a pillanatnyilag létező legtisztább üzemanyag ne a cigarettával essen egy kulcs alá.

Másik oldalról az üzemanyagcellák mint terméke besorolása is megoldásra vár.

Harmadrésről a H2 technológia teljes jogszabályi hátterét úgy kellene kialakítani, hogy ne büntesse hanem preferálja a különösen környezetbarát technológiákat.

Hazai erőforrások

A H2 technológia Magyarországon

Meglepő, de ma is alkalmazzák a H2 üzemanyagcellás technológiát Magyarországon fixen telepített tartalékáramforrásként. A H2 üzemanyag pedig ma is nagymennyiségben keletkezik a földgáz bontásakor, csak éppen felhasználás hiányban egyszerűen elégetik.

A közlekedési felhasználás első és legfőbb akadálya pillanatnyilag a technológia rendezett jogi környezetének hiánya. Ezt a problémát csak a jogalkotók oldhatják meg.

Gyártás

Első látásra azt hinnénk, hogy ezen technológiába hazai gyártóknak semmi keresnivalójuk sincs. Ezzel szemben az igazság az, hogy hasonló technológiával már 30 évvel ezelőtt készített az Ikarusz CNG hajtású robbanómotoros buszokat és trolibuszokat. A cellás hajtás gyakorlatilag ennek a kettőnek a keveréke.

A H2 energiacellák területén komoly fejlesztések folynak Pécsen (egyetemi és vállalkozási szinten is). Maga a jármű pedig körülbelül az egykori Transelektro ma Skoda trolibusza csak más erőforrással felszerelve. Tehát egy tenderen hazai szállítók is jó eséllyel indulhatnak.

Az itthon megfelelő minőségben nem gyártható alkatrészek pedig OEM termékként importból beszerezhetők.

Azt viszont nem szabad elfelejteni, hogy ez a technológia magas tervezési-, gyártási- és minőségbiztosítási követelményeket kíván.

Üzemeltetés

A trolibusz üzemeltetés területén a BKV-nak komoly tapasztalatai vannak, a Tisza Volán pedig több évtizedes tapasztalattal rendelkezik a CNG üzemanyagú autóbuszok üzemeltetésében. Mivel a H₂ üzemanyagcellás technológia ennek a kettőnek a keveréke, így ez a hazai szakembereknek nem okozhat problémát.

Jármű

Követelmények

A járművel szemben minimum a következő követelményeket célszerű felállítani:

- a) Kéttengelyes kivitel,
- b) Maximum 13.5m hosszúság,
- c) Jól manőverezhető,
- d) H₂ üzemanyagcella energiaforrás,
- e) 350bar tárolótartály.
- f) Elektromotoros hajtás,
- g) Lehetőleg fékezési energia visszanyerés (pl. akkumulátoros tárolással),
- h) Optimális önsúly,
- i) Megfelelő biztonság,
- j) Alacsony gördülési zaj,
- k) Álló utasok számára is komfortos lassulási és gyorsulási karakterisztika,
- l) Alacsony kültéri és beltéri zajszint.

Magasság tekintetében ezt a járműtípust úgy tervezik, hogy a 3,5m magasságkorlátozásba beleférjen. Míg a 260-as modell magassága 3m, addig a FCH buszok magassága 3,4m.

Járműátirányítás

Ezen projekt keretében vásárolt járművek átirányítása más viszonylatokra csak restrikciónak figyelembe vételével lehetséges. A jármű hatótávolsága egy tankolással körülbelül 150km. A tankolási lehetőség limitált lesz (egyetlen helyen), így az átirányításnál ezt a két tényezőt figyelembe kell venni. Másik oldalról az energiacellák élettartamát a terhelési csúcsok jelentősen csökkentik. Így a hegyi vagy dimbes-dombos viszonylatokon történő felhasználás a fenntartási költségek érzékelhető növekedését implikálja.

Más viszonylatok járművei minden további nélkül átirányíthatók erre a viszonylatra, ha azok kielégítik a szigorú környezetvédelmi követelményeket.

Üzemanyag előállítás és töltőállomás

Az üzemanyagcellás technológia type I grade D jobb mint 99.99% tisztaságú H₂ üzemanyagot kíván meg.

Működési elvében az üzem az alacsony áramfogyasztású időszakban hidrogént állít elő, amelyet tartályokban tárol. Ezekből a tartályokból egész nap biztosítja a folyamatosan üzemanyag-ellátást.

A H₂ mint üzemanyag minden szempontot figyelembe véve az atomerőmű hulladékenergiájával és víz segítségével elektrolízis útján célszerű előállítani (Magyar FCH Egyesület alapötlete). Ez ebben az esetben lehetséges, mert az elektrolízis segítségével H₂ előállítás bármikor leállítható és újraindítható. Az előállított hidrogén tárolókban várhatja a felhasználást.

Az üzemet például a csepeli szennyvíztisztító mellett a Duna partján célszerű felépíteni. A víz itt rendelkezésre áll. A nagy szabad terület a biztonsági követelményeket kiválóan teljesíti.

Az energia Paksról távvezetéken pedig itt hozzáférhető. Az alacsony kihasználtságú időszakot az erőmű vagy a teherelosztó kommunikációs hálózaton jelezheti az üzemnek.

A járművek kalkulált összes H₂ fogyasztása ~308kg/nap. Ezt szolgálja ki egy napi 2t H₂ előállítására képes üzem (2 units of 2179,16 kW Electrolyzer systems @ 50 kWh/kg H₂ (44 kg/hr units)). Így minimálisan 4 óra maradékáram-ellátás esetén már biztosított a napi szükséglet.

Alternatív lehetőségként földgáz bontásakor ma is keletkezik tiszta H₂ (amit felhasználás hiányban elégetnek). Ennek minősége 5.0-ás, a cella kívánalom pedig 3.8-as. Amennyiben ez megfelelő minőségű és megfelelően környezetbarát, akkor természetesen felhasználható üzemanyagforrásként. A megoldás abból a tekintetből bonyolult, hogy ezen esetben az üzemanyagot tartálykocsikkal kell a töltőállomásra szállítani (bár ez a világon elfogadott megoldás).

Ezentúl ha megfelelő a gazdasági környezet akkor lehetséges, hogy például 5 éves koncessziós szerződéssel külső vállalkozó saját tőkéből biztosítja a teljes üzemanyag ellátó- és töltőrendszert.

Tankolás

A járműnek megfelelően 350bar tankolásra alkalmas nagyjármű-kút kialakítása szükséges.

Mivel az előállító üzem eléggé közel van a városközponthoz, ezért nem célszerű az üzemanyagot kútra szállítani. Így a töltőállomás működhet az üzem kapujában a biztonság előírásokat betartva. Természetesen a töltőállomás bárki részére rendelkezésre állhat.

Alternatív lehetőség, hogy a Weiss Manfréd úton a közelben működő benzinkúton létesített töltőfej. Ide csővezetéken juttatható el az üzemanyag.

Ha a fenti töltőállomás elhelyezéséből indulunk ki, akkor a vonalak úgy lettek megtervezve, hogy a járművek a végállomástól 3km-re tudnak tankolni útban a karbantartóműhely felé. Ez a távolság körülbelül 1/50 tankkal megtehető. A 15-ös járat számára tankolás a végállomástól 2,6km, a 99-es járat számára 2,8km.

Később, ha kiszélesedik az üzemanyag felhasználása, akkor az például tartálykocsikban eljuttatható bármely a töltőállomásra. Jelen helyzetben ennek még nincs gazdaságossági realitása.

Karbantartóműhely és garázsírozás

A karbantartó műhellyel és garázzsal szemben követelmény, hogy olyan környezetben legyen, ahol nem keletkeznek szikrák. Így a trolizem alapból kiesett.

Kelenföld buszgarázs

A kiállítás a 99-es járat részére Könyves Kálmán, Szerémi, Etele, Tétényi, Hamzsabégi útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 6,2km.

A kiállítás a 15-ös járat részére a Soroksári, Könyves Kálmán, Szerémi, Etele, Tétényi, Hamzsabégi útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 6km.

A tankolási lehetőség a buszgarázstól 5,8km.

Az elektromos hibák javítására a troliüzemből rukkanhatnak át szakemberek, ha szükség van rájuk. Az hidrogén technológiára célszerű helyi embereket kiképezni. A kivételes üzemanyagutánpótlás terepen vagy a garázsban a projekt részét képező tartályautó segítségével lehetséges.

Délpest buszgarázs

A kiállítás a 99-es járat részére Könyves Kálmán, Gyáli, Nagykőrösi útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 6,3km.

A kiállítás a 15-ös járat részére a Soroksári, Kvassay, Könyves Kálmán, Gyáli, Nagykőrösi útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 8,7km.

A tankolási lehetőség a buszgarázstól 8,4km.

Az elektromos hibák javítására a troliüzemből rukkanhatnak át szakemberek, ha szükség van rájuk. Az hidrogén technológiára célszerű helyi embereket kiképezni. A kivételes üzemanyagutánpótlás terepen vagy a garázsban a projekt részét képező tartályautó segítségével lehetséges.

Biztonság

Mivel a H2 üzemanyagcellás technológia biztonságtechnikai szempontból közel megegyezik a CNG hajtásmóddal, ezért Magyarországon ismert területként határozható meg. Ennek megfelelően a szakmai ismeret és a hatósági előírások is lefedik ezt a technológiát.

Mivel azonban csak szűk körben használt ezért szükséges részletesen elemezni.

Üzemanyag előállító üzem

Célszerű izolált környezetben felépíteni.

Maga az üzem el van látva több biztonsági berendezéssel, amely megakadályozza a komolyabb balesetek bekövetkeztét (lásd NREL riportok).

Töltőállomás

Célszerű izolált környezetben felépíteni.

Maga a töltőállomás el van látva több biztonsági berendezéssel, amely megakadályozza a komolyabb balesetek bekövetkeztét (lásd NREL riportok).

Karbantartás

A technológia üzemeltetése megfelelően magas karbantartási színvonalat kíván meg. Ez alatt akár pénzhiányból akár szakképzetlenségből adódó hiányosságok súlyos balesetekhez vezethetnek. Ezért a megfelelő karbantartási színvonal hiányban azonnal le kell állítani a technológia alkalmazását!

A műhelyek tekintetében a létesítési és üzemeltetési előírásokat betartva nincs különösebb kockázat.

Járművek

Az üzemanyagot 350bar nyomáson gáz-halmazállapotban a tetőn elhelyezett sok kisebb üzemanyagtank (henger) tárolja.

A járművek el vannak látva érzékelők sorával amelyek figyelik az üzemanyagszivárgást. Ezt egy számítógép összegzi, és azonnal jelez vagy beavatkozik ha problémát észlel. Például ha az üzemanyagcelláknál szivárgást észlel, akkor azonnal elzárja a tartályok szelepeit.

Üzemanyagtartály

A tartályoknak komoly tesztkövetelményeknek kell megfelelniük.

A tartály hengereit anyaguk és kialakításuk rendkívül biztonságossá teszi. Erő hatására nem törnek, hanem elasztikusan az üzemanyagot ki nem engedve változtatják az alakjukat.

Bizonyos határok között ellenállnak a tűznek.

A tesztek szerint még ha valaki fegyverrel a tartályba lő, akkor sem történik más mint a keletkező lyukon elillan az üzemanyag.

Üzemanyag

Bár a hidrogén (H_2) energiatartalma igen magas, egy sima dízelbusz adataival összehasonlítva érdekes eredményeket kapunk.

A hagyományos dízeles busz súlyra hatszor annyi, energiatartalomra pedig kétszer annyi üzemanyagot visz magával mint az FCHBusz. A dízel üzemanyag baleset esetén szétfolyik, koncentrálnodik. Ezzel szemben a hidrogén tizenhatszor könnyebb mint a levegő, így ha kiszabadul egy szempillantás alatt a házak fölé emelkedve eloszlik.

Ha az égés iránykarakterét tekintjük, akkor a dízel üzemanyag minden irányban szétfolyva szabályos tűztavat hoz létre. A hidrogén mivel a levegőnél könnyebb égésekor egy jól irányított jegenyefához hasonlító lángot formáz. Ezen okból elméletileg ha lyukas lesz és kigyullad a hidrogén üzemanyagtank a busz tetején akkor ezt az utasok sérülés nélkül megúszhatják. Ugyanez nem mondható el egy dízel üzemanyagtank esetéről.

A hidrogén gyújtásához kevesebb energia kell mint a gázolaj begyújtásához. Ha a gyulladáshoz szükséges koncentrációt vizsgáljuk, a gázolaj negyed akkor koncentrációnál gyullad. Mivel viszont a hidrogén gyorsan felemelkedik a levegőben, ezért általában nem tud létrejönni a gyulladáshoz szükséges koncentráció.

Leegyszerűsítve és összefoglalva, a hidrogén üzemanyag alkalmazása ugyanúgy mint a CNG csak zárt térben kockázatos.

Baleseti kockázatok

Az első és talán a legnagyobb kockázatot más járművek jelentik. Egy benzines jármű normál esetben FCHBusznak ütközve nem jelent komoly tűzveszélyt. A gond akkor van ha extrém nagy az ütközési sebesség, vagy extrém nagy a benzines jármű tömege. További gond lehet, ha a benzines jármű üzemanyaga kifolyik, begyullad és hosszú időn keresztül melegíti a hidrogén rendszereket.

Gondlom mindenki látott már amerikai rendőrségi „üldözési valóságshow-t”, ahol városban kétszer négysávós útján 180kmh-val száguld egy őrült majd, beleütközik egy másik járműbe. Nos ezért félnek egyrészt az USA-ban ilyen járművek alkalmazásától.

Sajnos ebben a csoportba tartoznak az ész nélkül száguldozó megkülönböztető jelzést használó járművek is. Ebből a nehézsúlyú tűzoltók a legveszélyesebbek.

A tárgy tömegközlekedési viszonylatokat tekintve ez nem jelent problémát. Itt alacsony a teherforgalom, az extrém gyorsajtás pedig az utcák kialakítása miatt szinte lehetetlen. Így ez a projekt járatai tekintetében nem jelent komoly kockázatot.

Szivárgási kockázat

Amennyiben egy FCHBusz-ból elkezd szivárogni az üzemanyag az nem jelent igazán komoly problémát. A hidrogén gyorsan a házak fölé emelkedik, így sosem tud elérni veszélyes koncentrációt. A problémát az jelenti, ha egy szűk utcában sokemeletes házak között nyáron amikor nyitva vannak a szobaablakok felemelkedik a szivárgó üzemanyag. Elképzelhető olyan szélviszony, hogy a hidrogént befújja a szoba ablakán és ott az koncentrálódik.

A hidrogén gyors emelkedése miatt a magasban nehezen alakul ki veszélyes koncentráció, így elektromos vezeték vagy tömegközlekedés munkavezetéke által keltett szikra üzemi körülmények között nem okoz problémát.

A jármű közlekedése zárt térben nem ajánlott. Ennek nem a kipufogógáz az oka hanem az, hogy esetlegesen szivárgó üzemanyag veszélyes koncentrációra sűrűsödhet a zárt térben.

Szabotázs kockázat

A rendszer nem készíthető fel a jármű tartályai közötti irányított robbantásra. Ebben az esetben az érintett tartály üzemanyaga a levegő oxigénjével keveredve valóban felrobbanhat. Ilyenkor a robbanás erejét megsokszorozhatja a szűk utca és a magas házak által kialakított zárt tér. Ezért szokták elkerülni az FCHBusz vonalakkal az ilyen épített környezetet.

Hindenburg

A hidrogénről mindenkinek a Hindenburg LZ129 1937-es katasztrófája jut eszébe. Mivel ez egy végtelen politikai csata része lehetséges, hogy sosem lesz konszenzus a történetek megítélésében.

Ami viszont biztos ~ 2100m² hidrogén égését? robbanását? a 97 fedélzeten tartózkodó személyből 65 túlélte, csak 35-en haltak meg.

Ha pedig már minden áron hasonlíthatni akarunk, akkor az LZ129-ben vászonzsákokban tárolták a hidrogént, az FCHBuszokban pedig komoly teszteken átesett kompozit tartályokban. Az FCHBuszban tárol

hidrogén energiatartalma pedig körülbelül század része a LZ129 hidrogénkészletének. Így ha egyszerűen számolunk, akkor egy FCHBusz „LZ129” katasztrófa esetén 35/100, azaz egy halott sem lenne.

Összegzés a projekt viszonylatban

Az Üzemanyag előállító üzem izolált környezetbe került megtervezésre. Így szivárgás, tűz vagy robbanás esetén optimális biztonságot nyújt.

Az Töltőállomás izolált környezetbe került megtervezésre. Így szivárgás, tűz vagy robbanás esetén optimális biztonságot nyújt. Mivel a töltőállomás az előállító üzem mellett található, ezért a szállítás sem jelenet külön kockázatot.

A Karbantartás színvonala tekintetében jól képzett szakemberek rendelkezésre állhatnak.

A Járművek megfelelnek a legszigorúbb nemzetközi követelményeknek.

A tárgy tömegközlekedési viszonylatokat tekintve a Baleseti kockázatok nem jelentenek problémát. Itt alacsony a teherforgalom, az extrém gyorsajtás pedig az utcák kialakítása miatt szinte lehetetlen. Így ez a projekt járatai tekintetében alacsony kockázati szinttel jár.

A magas épületek között szűk utcákban futó viszonylatok (például 99-es) esetén a Szivárgási kockázat és a Szabotázs kockázat már jelentős mértéket érhet el.

* * *

E-Busz

Általában

- Tiszta technológia.
- Induló magas (járműbeszerzés) költség.
- Közel állandó karbantartási költség az akkumulátorok cseréje (* ~4 évente).
- Az üzemeltetéshez szükséges szakmai ismeret már ma is rendelkezésre áll.
- Csak töltőállomás és szerelőműhely kiépítése szükséges.

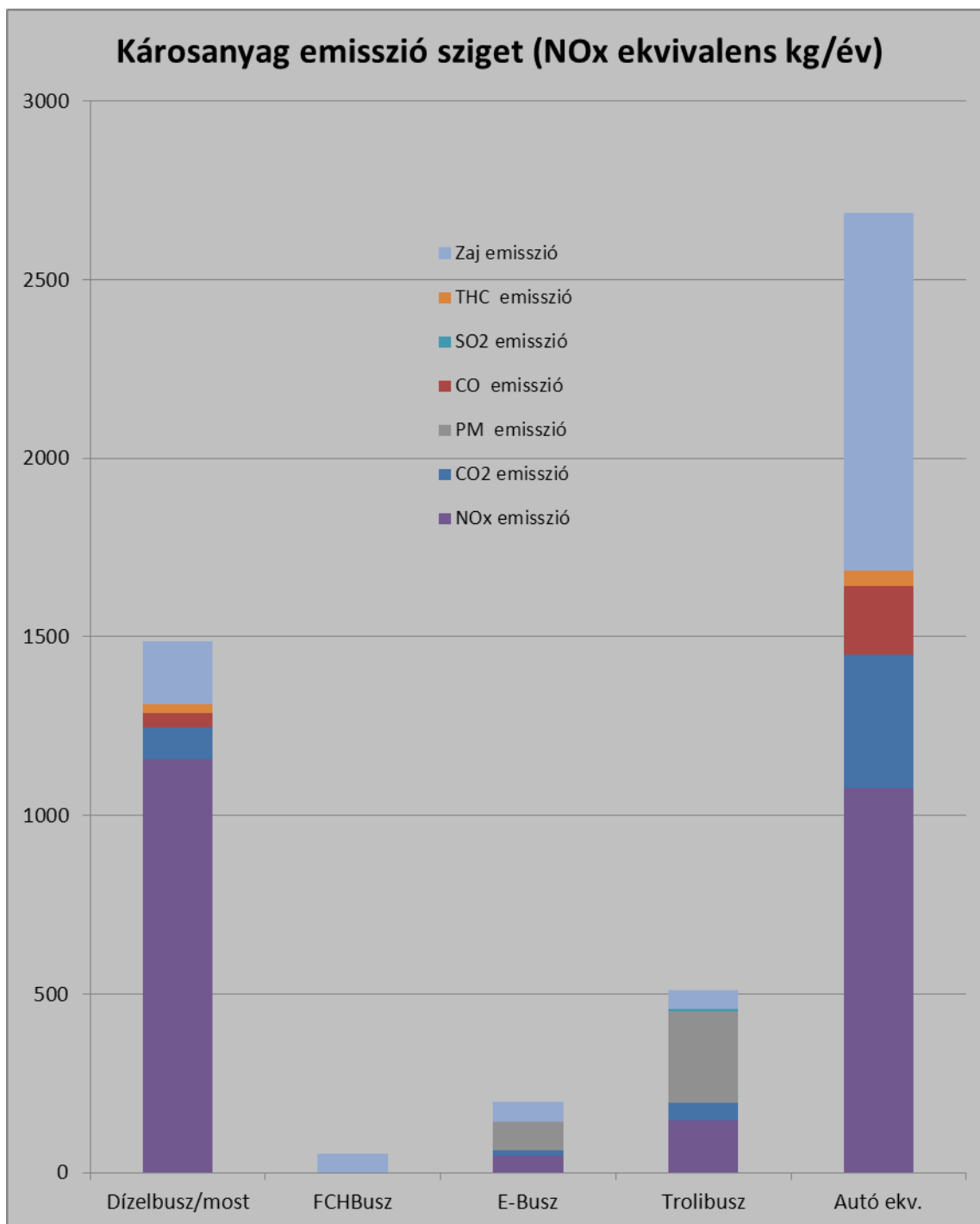
* = Erről a technológiáról városi busz alkalmazásban nincs pillanatnyilag nem érhető el gyakorlati tapasztalat. A vásárolható BYD buszok BYD FE (Lithium Iron Phosphate LiFePO₄) akkumulátort használnak. Ezek élettartama a gyártó szerint 5000 ciklus, a szakirodalom szerint inkább 1000-5000 ~ = 2500 ciklus (Magellan Power Lithium Iron Phosphate batteries – facts). Napi egy töltéssel számolva ez kb. 6 év. Viszont ha a busz vonala hegyi vagy dombos, akkor a visszatáplálás miatt minimum megfeleződik az élettartam. Ebben az alkalmazásban ezért számolunk körülbelül 4 évvel.

Hogyan működik

Az E-busz (teljes akkumulátor-hajtású busz) egyszerűen szólva egy olyan elektromotorral hajtott busz amelynek üzemanyagforrása sok akkumulátormodul. Az akkumulátorok töltését speciális töltőkkel (elektromos kutakkal) valóstítják meg. A jármű a fékezéskor keletkező energiát vissza tudja tölteni az akkumulátorokba (elektromos visszatáplálás). Ezt az energiát a jármű haladásnál vagy működésénél (pl. fűtés vagy klíma) később felhasználja.

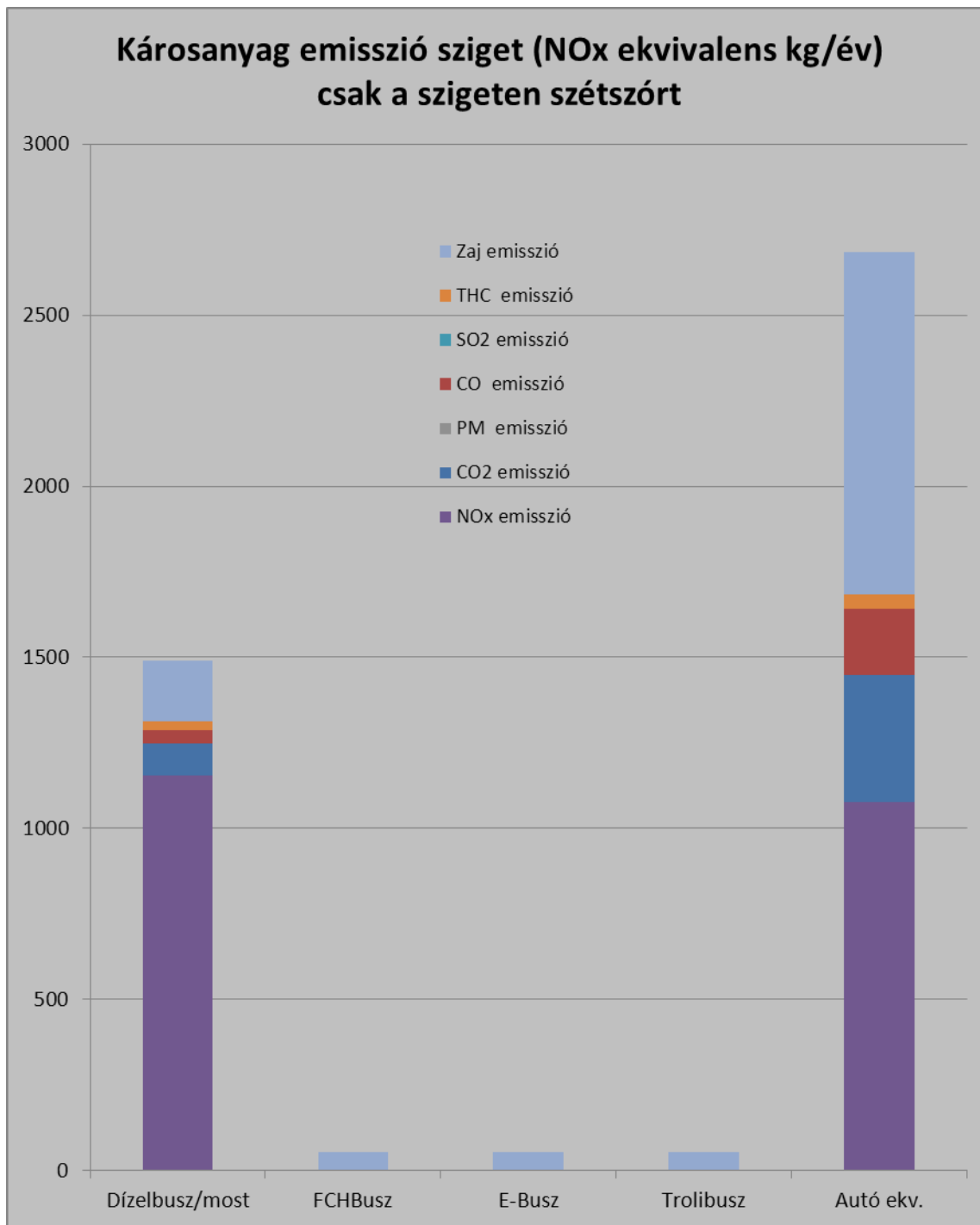
Mennyire tiszta és környezetbarát

Ez a technológia az összes fázisát figyelembe véve a jármű maga szinte semmiféle szennyezőanyagot nem szór szét. Szennyezését kizárólag a töltéshez használt elektromos energia termelése során keletkező szennyezés adja. Ennek szemléltetésére felrajzoltuk, hogy ha a miként néz ki a sziget szennyezése különböző tömegközlekedési eszközök alkalmazása esetén:



A bal oldali „Dízelbusz/most” oszlop mutatja a mostani helyzetet. A jobb oldali „Autó ekv.” oszlop azt szemlélteti mi lenne ha megszűnne a busz és mindenki saját kocsival közlekedne itt. Az „E-Busz” oszlop pedig a EBusz szennyezését mutatja. Így jól látható, ha erre a megoldásra váltunk a szennyezés mértéke radikálisan csökken.

Az E-Busz megoldás egy fontos előnye nem látszik az ábrán, ezért felrajzoltuk azt a szennyezést, amit valóban a szigeten szórnak szét:



Itt látszik igazán az E-busz verzió előnye. Globálisan vizsgálva lényegesen kevesebb szennyezőt szór szét, de a szigeten a zajon kívül szinte nincs környezetterhelése. Ez valóban radikális környezetterhelés és környezetszennyezés csökkenést jelent.

Finanszírozási megfontolások

Az E-Busz technológia költségeinek döntő részét a kezdeti jármű-beszerzés teszi ki. Így ez a technológia hazai forrásokból önállóan nehezen finanszírozható. A kohéziós források segítségével megvalósított beszerzés viszont jelentősen változtat a helyzeten. A kezdeti költség átvállalása elérhetővé teszi ezt a megoldást.

Amennyiben a fenntartási költségeket tekintjük, a legjelentősebb tétel az akkumulátorok periodikus cseréje (gyakorlati tapasztalatok hiányában a számítások szerint kb. négyévente). Ezzel állíthatjuk szembe az üzemanyagköltségeket. A részletes számítások bizonyították, hogy a pillanatnyi (és vélhetőleg) tartós üzemanyagár-arányok mellett a magasabb fenntartási költséget jócskán kompenzálja a lényegesen alacsonyabb üzemanyagköltség. Így az üzemeltetés új dízeles buszokhoz képest alacsonyabb költséggel megoldható.

Technológiai megfontolások

A technológia karbantartási igénye megegyezik a trolibusz technológia karbantartási igényével.

Akkumulátoros technológia hátránya, nevezetesen a relatíve kevés megtehető távolság egyetlen tankolással illetve a hosszú tankolási idő ebben a projektben nem valódi hátrány. A lapos terepen futó relatíve rövid vonalak megfelelőek az E-Busz technológia számára.

Hazai erőforrások

Gyártás

Ez a technológia közel áll a trolibusz technológiához. Egy ilyen járművet fel lehet építeni a például az egykori Transelektro ma Skoda trolibuszra. Ha pedig sikerül a BYD-t rávenni, hogy a FE akkumulátorait OEM termékként eladja, akkor hazai tudással az eredeti BYD E-busznál jobb jármű is tervezhető és gyártható Magyarországon. Ez a termék pedig igen kelendő lehet az európai piacon.

Ezen túl természetesen egy tenderen hazai szállítók is jó eséllyel indulhatnak.

Üzemeltetés

A trolibusz üzemeltetés területén a BKV-nak komoly tapasztalatai vannak. Mivel a technológia közel azonos a jelenleg is futó legkorszerűbb trolibuszok technológiájával, így ez a hazai szakembereknek nem okozhat problémát.

Jármű

Követelmények

A járművel szemben minimum a következő követelményeket célszerű felállítani:

- a) Kéttengelyes kivitel,
- b) Maximum 13.5m hosszúság,
- c) Jól manőverezhető,
- d) Kizárólagos akkumulátoros energiaforrás,
- e) Elektromotoros hajtás,
- f) Gyors töltési idő,

- g) Fékenergia visszanyerés,
- h) Optimális önsúly,
- i) Alacsony gördülési zaj,
- j) Álló utasok számára is komfortos lassulási és gyorsulási karakterisztika,
- k) Alacsony kültéri és beltéri zajszint.

A BKV is tesztelte a gyakorlatban a teljes akkumulátor-hajtású technológiát. Ezek a járművek ma már elérhető árú tereméket jelentenek. Környezetterhelésük (zajuk és károsanyag-kibocsájtásuk) messze alatta marad egy átlagos gépjármű emissziójának, így bármely megfelelően szilárd burkolatú és elegendően széles utcába járatuk beengedhető.

Járműátirányítás

Ezen projekt keretében vásárolt járművek a technológia specialitásainak figyelembe vételével átirányíthatók más viszonylatokra. Más viszonylatok járművei pedig minden további nélkül átirányíthatók erre a viszonylatra ha megfelelnek a környezetvédelmi és egyéb követelményeknek.

Töltőállomás

A projekt keretében az E-Busz járat végállomáson rendelkezésre áll a töltési lehetőség. Azt viszont mindenképp számításba kell venni, hogy a „tankolási” idő 3-4 óra!

Karbantartóműhely és garázsírozás

A tároló és karbantartó telep követelménye mindössze annyi, hogy a lehetőleg legközelebb legyen a járatok végállomáshoz.

Troliüzem

Itt megfelelő hely és szakmai ismeret áll rendelkezésre a járművek tárolásához, és szervizeléséhez.

A 15-ös (26A) járat számára a kiállítás a Soroksári, Könyves Kálmán, Salgótarjáni útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 4,8km.

A 99-es járat számára a Könyves Kálmán, Salgótarjáni útvonalon valósulhat meg. A kiállítás hossza 2km.

Biztonság

Mivel a jármű nagymennyiségű akkumulátorral működik, a jármű biztonsági kockázata közel megegyezik az akkumulátorok kockázatával. A normál Lithium Iron akkumulátorok alkalmazása ilyen szempontból nem kielégítő, ezért manapság már a kevésbé veszélyes Lithium Iron Phosphate akkumulátorokat alkalmazzák járművekben. Ezek kockázata akár baleset vagy tűz esetén sem haladja meg a folyékony üzemanyag (gázolaj) kockázatát, így elfogadható.

Trolibusz

Általában

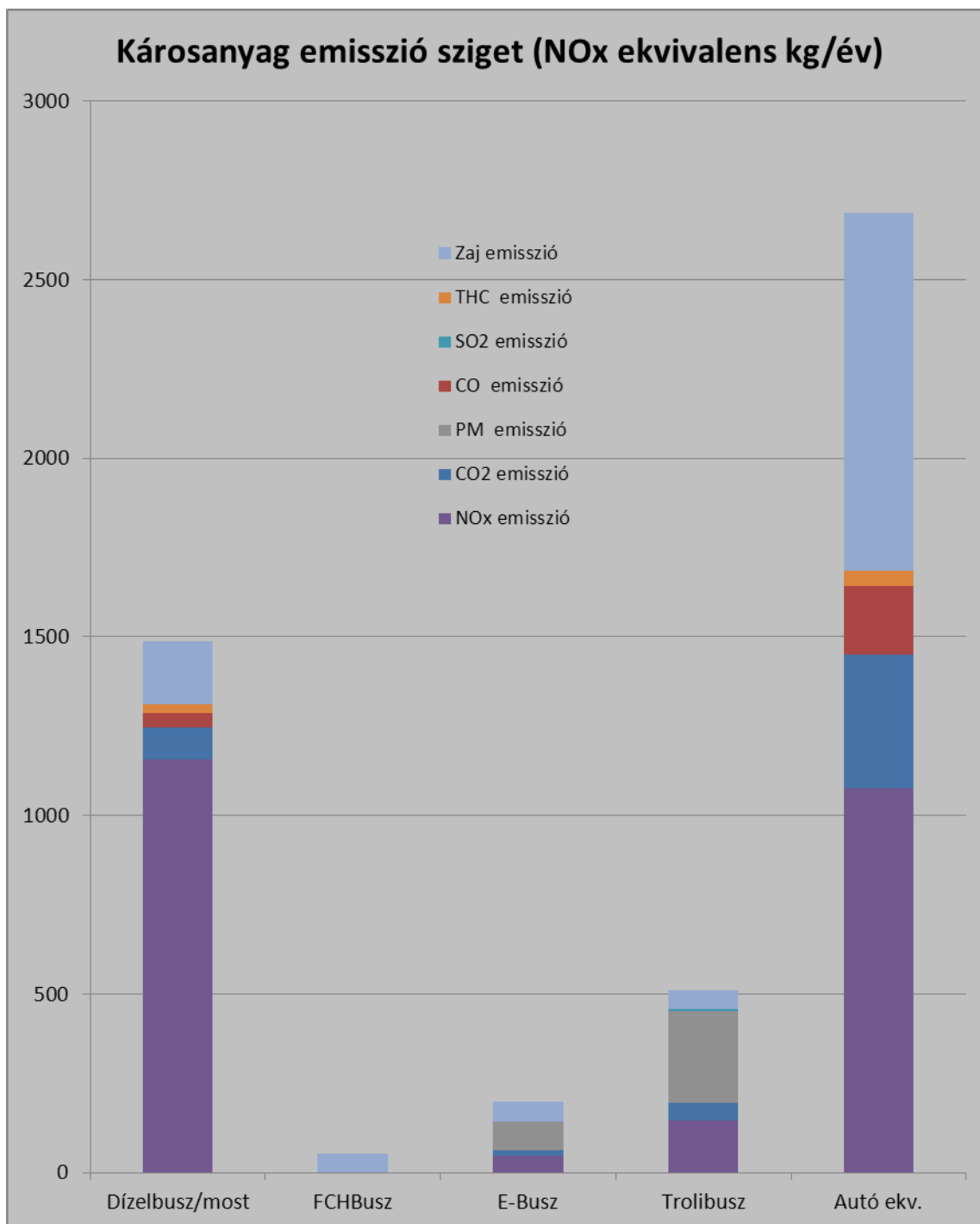
- Tiszta technológia.
- Induló költsége magas (munkavezeték-hálózat kiépítése).
- Robusztus, strapabíró technológia.
- Évszázados szakmai tapasztalat.
- Relatív olcsó eszközbeszerzési lehetőség.

Hogyan működik

A trolibusz egyszerűen szólva egy olyan elektromotorral hajtott busz amelynek üzemanyagát az elektromos áramot vezetéken át (úgynevezett munkavezetéken) kapja. A jármű a fékezéskor keletkező energiát vissza tudja tölteni a hálózatba, így azt más járművek fel tudják használni.

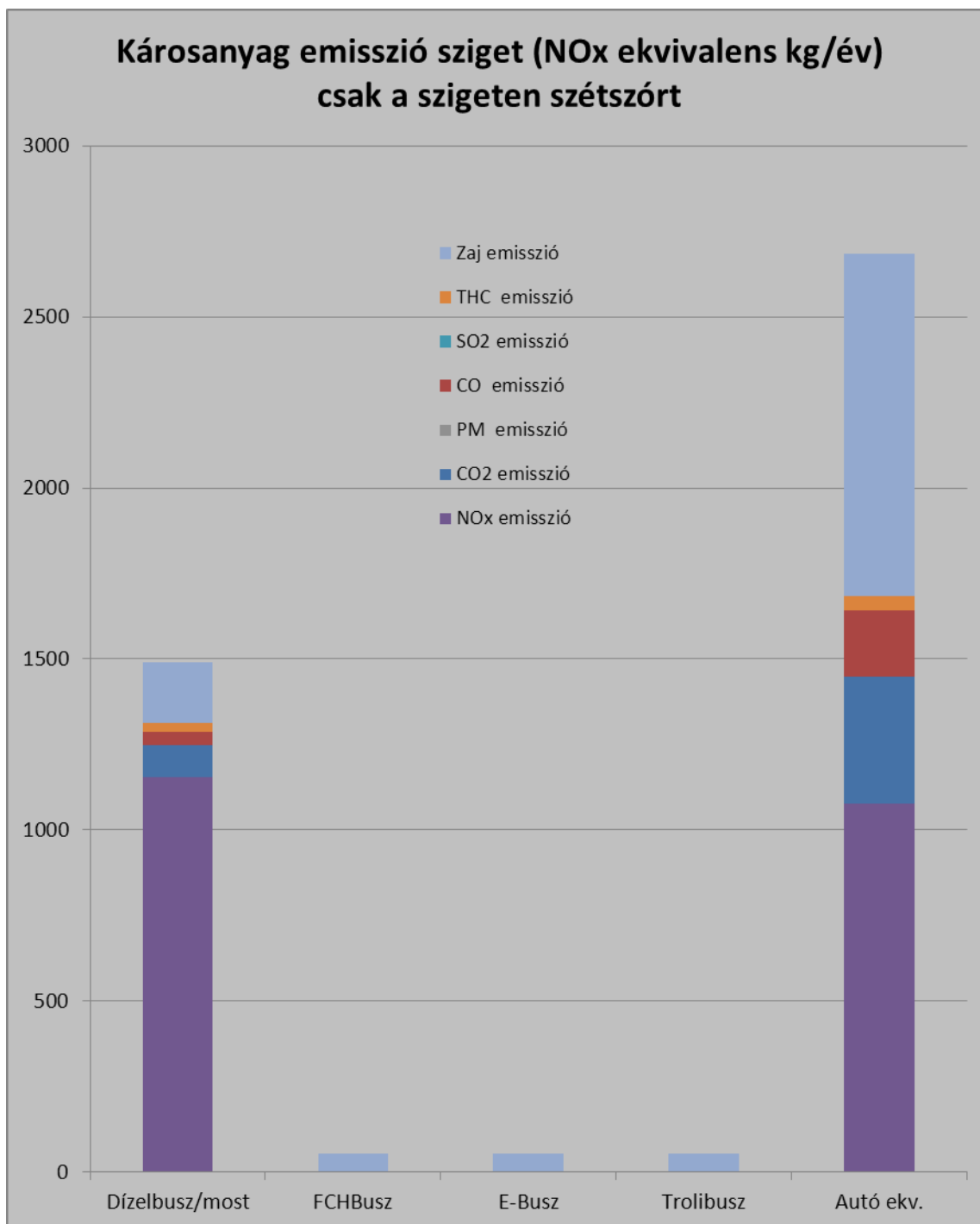
Mennyire tiszta és környezetbarát

Ez a technológia az összes fázisát figyelembe véve a jármű maga szinte semmiféle szennyezőanyagot nem szór szét. Szennyezését kizárólag a működéshez használt elektromos energia termelése során keletkező szennyezés adja. Ennek szemléltetésére felrajzoltuk, hogy ha a miként néz ki a sziget szennyezése különböző tömegközlekedési eszközök alkalmazása esetén:



A bal oldali „Dízelbusz/most” oszlop mutatja a mostani helyzetet. A jobb oldali „Autó ekv.” oszlop azt szemlélteti mi lenne ha megszűnne a busz és mindenki saját kocsival közlekedne itt. Az „Trolibusz” oszlop pedig a „jó öreg” trolibusz szennyezését mutatja. Így jól látható, ha erre a megoldásra váltunk a szennyezés mértéke radikálisan csökken.

Az trolibusz megoldás egy fontos előnye nem látszik az ábrán, ezért felrajzoltuk azt a szennyezést, amit valóban a szigeten szórnak szét:



Itt látszik igazán az trolibusz verzió előnye. Globálisan vizsgálva lényegesen kevesebb szennyezőt szór szét, de a szigeten a zajon kívül szinte nincs környezetterhelése. Ez valóban radikális környezetterhelés és környezetszennyezés csökkenést jelent.

Finanszírozási megfontolások

A trolibusz technológia költségeinek döntő részét a kezdeti munkavezeték-kiépítés teszi ki. Így ez a technológia hazai forrásokból önállóan nehezen finanszírozható. A kohéziós források segítségével megvalósított beszerzés viszont jelentősen változtat a helyzeten. A kezdeti költség átvállalása elérhetővé teszi ezt a megoldást.

Amennyiben a fenntartási költségeket tekintjük, a legjelentősebb tétel a munkavezeték-hálózat fenntartás. Ezt a szakmai tapasztalat miatt már most is rendkívül gazdaságosan oldják meg. Ezzel állíthatjuk szembe a üzemanyagköltségeket. A részletes számítások bizonyították, hogy a pillanatnyi (és vélhetőleg) tartós üzemanyagár-arányok mellett a magasabb fenntartási költséget jócskán kompenzálja a lényegesen alacsonyabb üzemanyagköltség. Így az üzemeltetés új dízeles buszokhoz képest alacsonyabb költséggel megoldható.

Technológiai megfontolások

A trolibusz már több évtizede bejáratott technológia Magyarországon. Kialakult szakembergárdája és beszállítói háttere egyszerűen hozzáférhetővé teszi. A technológia robusztussága megengedi a kissé lazább karbantartási morált.

Hazai erőforrások

Gyártás

Ezen technológia terültén már közel egy évszázados tapasztalat áll rendelkezésre.

A munkavezetékinfrastruktúra-gyártás és szerelés ma is működő ágazat.

A jármű pedig például az egykori Transelektro ma Skoda trolibusza. Tehát egy tenderen hazai szállítók is jó eséllyel indulhatnak.

Üzemeltetés

A trolibusz üzemeltetés területén a BKV-nak komoly tapasztalatai vannak, így ez a hazai szakembereknek nem okozhat problémát.

Jármű

Követelmények

A járművel szemben minimum a következő követelményeket célszerű felállítani:

- a) Kéttengelyes kivitel,
- b) Maximum 13.5m hosszúság,
- c) Jól manőverezhető,
- d) Elektromotoros hajtás,
- e) Fékezési energia visszanyerés,
- f) Optimális önsúly,
- g) póluscserre védelem (reverse polarity protection),
- h) Alacsony gördülési zaj,
- i) Álló utasok számára is komfortos lassulási és gyorsulási karakterisztika,

j) Alacsony kültéri és beltéri zajszint.

A jármű gyakorlatilag megegyezik a BKV-nál jelenleg is használt trolibuszokkal. Egyetlen különleges(?) kívánalom a póluscseré védelem (reverse polarity protection) a közös trolibusz-villamos munkavezeték okán.

Járműátirányítás

Ezen projekt keretében vásárolt járművek problémamentesen átirányíthatók más viszonylatokra. Más viszonylatok járművei pedig minden további nélkül átirányíthatók erre a viszonylatra ha van pólus csere védelmük.

Munkavezeték

Árpádhíd

A villamossal közös munkavezeték alakítható ki.

A Róbert Károly körúton a munkavezeték a közvilágítási oszlopokra erősíthető.

Hossz: 1,3km, kampós meglévő oszlopra.

Sziget

A Margitszigeten munkavezeték a felújított közvilágítási oszlopokra erősíthető fel

Hossz: 2,2km, kampós meglévő oszlopra.

Margithíd

A villamossal közös munkavezeték alakítható ki. A budai fordulónál a munkavezeték a közvilágítási oszlopokra illetve fali tartókampókra erősíthető fel. A híd alatti átjáró a villamos miatt úgy lett kialakítva, hogy ott a trolibusz munkavezeték is elfér.

Hossz: 0,65km, új oszlopra.

Szent István körút

A Szent István körúton tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,4km, kampós meglévő oszlopra illetve falra.

15 nyomvonal É-D irány

Honvéd utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,65km, kampós falra, egyirányú.

Kálmán – Kozma – Kossuth meglévő munkavezetékekkel közösíthető.

Hossz: 0,15km, meglévő, egyirányú.

Nádor utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,75km, kampós falra, egyirányú.

József nádor tér tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,13km, kampós falra, egyirányú.

Szende Pál utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,17km, kampós falra, egyirányú.

Apáczai Csere János utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,32km, kampós falra és oszlopra, egyirányú.

Petőfi tér tetszőleges hosszban a munkavezeték közvilágítási oszlopra félkarokra erősíthető.

Hossz: 0,1km, félkarral meglévő oszlopra, egyirányú.

Március 15 tér tetszőleges hosszban a munkavezeték közvilágítási oszlopra félkarokra erősíthető.

Hossz: 0,12km, félkarral meglévő oszlopra, egyirányú.

Belgrád rakpart tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra, közvilágítási oszlopokra illetve a villamos keresztartó-vezetésekre erősíthető.

Hossz: 0,55km, kampós falra és meglévő oszlopra, egyirányú.

Fővám tér #1 a tér ezen szakaszán félkarú tartóra erősíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,05km, félkarral meglévő oszlopra, egyirányú.

Fővám tér #2 tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra, közvilágítási oszlopokra illetve a villamos keresztartó-vezetésekre erősíthető.

Hossz: 0,1km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetésekre, egyirányú.

Vámház körút tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra, közvilágítási oszlopokra illetve a villamos keresztartó-vezetésekre erősíthető.

Hossz: 0,22km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetésekre, egyirányú.

Kálvin tér tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra, közvilágítási oszlopokra illetve a villamos keresztartó-vezetésekre erősíthető. Javasolt a munkavezeték kiterjesztése a Közraktár utca és az Üllői úti csatlakozásig.

Hossz: 0,18km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetésekre, egyirányú.

Ráday utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,9km, kampós falra, egyirányú.

Boráros tér oszlopokat kell felállítani és félkarú tartókra erősíteni a munkavezetékét.

Hossz: 0,1km, új oszlopokra fékaru tartóval, egyirányú.

15 nyomvonal D-É irány

Közraktár utca oszlopokat kell felállítani és félkarú tartókra erősíteni a munkavezetékét.

Hossz: 0,25km, új oszlopokra fékaru tartóval, egyirányú.

Bakáts utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,1km, kampós falra, egyirányú.

Lónyai utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,7km, kampós falra, egyirányú.

Kálvin tér tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra, közvilágítási oszlopokra illetve a villamos keresztartó-vezetésekre erősíthető.

Hossz: 0,18km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetésekre, egyirányú.

Kecskeméti utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,6km, kampós falra, egyirányú.

Petőfi Sándor tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,3km, kampós falra, egyirányú.

Szervita tér tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra és közvilágítási oszlopra erősíthető.

Hossz: 0,1km, kampós falra és oszlopra, egyirányú.

Bécsi utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,2km, kampós falra, egyirányú.

Erzsébet tér tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra és közvilágítási oszlopokra erősíthető.

Hossz: 0,27km, kampós falra és oszlopra, egyirányú.

Október 6. utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,35km, meglévő, egyirányú.

Arany János utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,3km, meglévő, egyirányú.

Vadász utca meglévő trolibusz végállomás.

Hossz: 0,1km, meglévő, egyirányú.

Bank utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,1km, kampós falra, egyirányú.

Hold utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,4km, kampós falra, egyirányú.

Kálmán Imre utca meglévő munkavezeték.

Hossz: 0,05km, kampós falra, egyirányú.

Szemere utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,6km, kampós falra, egyirányú.

15 vonala visszafogók

A Szabadság téren a déli szakasz számára célszerű visszafogót létesíteni. A visszafogó a Szabadság téren a Hold utca és Nádor utca között létesülhet. Ez demonstráció esetén biztosítja a szakasz déli felének forgalmát. A szakasz félkarú tartóra erősíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,3km, új oszlopokra fékaru tartóval, egyirányú.

A Markó utcánál a Honvéd és Szemere utca között célszerű egy visszafordító munkavezeték-ágot építeni, amely demonstráció esetén biztosítja a szakasz északi felének forgalmát. A visszafogó ezen túl lehetővé tenné este és hétvégén / amikor a szakasz északi része sokkal jobban terhelt / egy rövidített járatot visszafordítását (üzemeltetését). A munkavezeték részére oszlopokat kell felállítani és félkarú tartókra erősíteni a munkavezetékét.

Hossz: 0,1km, új oszlopokra fékaru tartóval, egyirányú.

A Vámház körúton egy természetes visszafogó alakul ki, így azt nem kell külön megépíteni.

Hossz: -

99

Blaha Lujza tér a munkavezeték a villamos keresztartó-vezetékére erősíthető.

Hossz: 0,1km, kampós falra és oszlopra, egyirányú.

Népszínház utca #1 tetszőleges hosszban a villamos keresztartóira feszíthető.

Hossz: 0,3km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetékre, egyirányú.

Rákóczi út a munkavezeték közvilágítási oszlopra erősített tartókarokra függeszthető.

Hossz: 0,25km, félkarral meglévő oszlopra, egyirányú.

Kiss József utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,32km, kampós falra, egyirányú.

Népszínház utca #2 tetszőleges hosszban a villamos keresztartóira feszíthető.

Hossz: 0,15km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetékre.

Nagy Fuvaros utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,31km, kampós falra.

Mátyás tér a munkavezeték közvilágítási oszlopra erősített tartókarokra függeszthető.

Hossz: 0,2km, új oszlopra kampóval.

Szerdahelyi utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,31km, kampós falra.

Karácsony Sándor utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,42km, kampós falra.

Kálvária tér meglévő munkavezeték de mivel csak egyirányú ezért új építendő/felújítandó.

Hossz: 0,2km, kampós falra.

Diószeghy Sámuel utca meglévő kiállóvezeték, felújítandó.

Hossz: 0,15km, kampós falra.

Kőrös utca tetszőleges hosszban a munkavezeték fali kampókra erősíthető.

Hossz: 0,3km, kampós falra.

Orczy út tetszőleges hosszban a villamos keresztartóira feszíthető.

Hossz: 0,18km, kampós falra illetve meglévő keresztartó vezetékre.

Vajda Péter utca #1 (Orczy úttól a Könyves Kálmán körútig) a munkavezeték fali kampókra erősíthető. A ligeti szakaszon a közvilágítási oszlopokra feszíthető. Megjegyzés: itt nem is olyan régen villamos járt, tehát a rögzítőknek még ott kell lenniük.

Hossz: 0,85km, kampós falra és oszlopra, egyirányú.

Vajda Péter utca #2 (Könyves Kálmán körúttól a Petz Ármin sétányig) út mindkét oldalán a meglévő közvilágítási oszlopokra feszíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,7km, kampós meglévő oszlopokra.

Petz Ármin sétány az út mindkét oldalán újonnan létesített közvilágítási oszlopokra feszíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,1km, kampós meglévő oszlopokra.

Rade Károly sétány az út mindkét oldalán újonnan létesített közvilágítási oszlopokra feszíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,6km, kampós meglévő oszlopokra.

Hazinszky Frigyes sétány (Népliget M) az út mindkét oldalán újonnan létesített közvilágítási oszlopokra feszíthető a munkavezeték.

Hossz: 0,6km, kampós meglévő oszlopokra.

99 vonala visszafogók

A Kálvária térnél egy természetes visszafogó alakul ki, így azt nem kell külön megépíteni.

Hossz: -

Áramellátás

Az áramellátás mindhárom esetben megoldható a meglévő trolibusz illetve villamos vonalak megcsapolásával. Új áramátalakító létesítése vélhetőleg nem szükséges, de ennek ellenére költsége a projektbe betervezésre került.

Kiállítás

Mivel az újonnan létrejövő munkavezeték-hálózat több ponton kapcsolódik a meglévő hálózathoz ezért a kiállítás biztosított.

Közös villamos és trolibusz munkavezeték

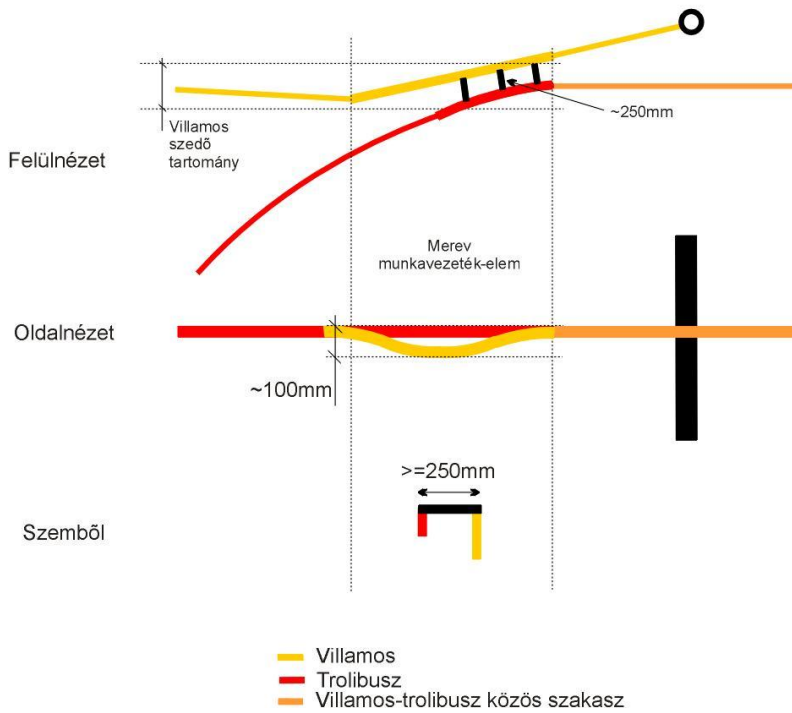
A hidakon és főleg a Margit hídon már többször is problémába ütközött a trolibusz munkavezeték elhelyezése. A mostani felújítás is bölcs előrelátással elfelejtett erre a bővítési lehetőségre gondolni. Természetesen, ha a hídon elhelyezhető irányonként három munkavezeték akkor nincs különleges teendő. Ha nem helyezhető el, akkor például az alábbi innovatív megoldások jöhetnek számításba.

Ha nem helyezhető el villamos és trolibusz számára egy irányban három csak kettő munkavezeték (például súly vagy hely miatt), akkor a rögtön felmerül a lehetőség, hogy a villamos és a trolibusz +600V közös munkavezetékét használjon. Ennek elvi akadálya nincsen, a vezetékerősítő használata sem jelent gondot.

Amit szem előtt kell tartani, hogy míg a villamos a munkavezeték csak egy oldalát használja, addig a trolibusz szedője három oldalt. Ezzel mindössze annyi a teendő, hogy a munkavezeték a trolibusz munkavezeték szabályai szerint kell kialakítani. Ezen túl a munkavezetékre szerelt járműérzékelőket kell úgy kiképezni, hogy az mindkét járműtípusra szedőjére alkalmas legyen.

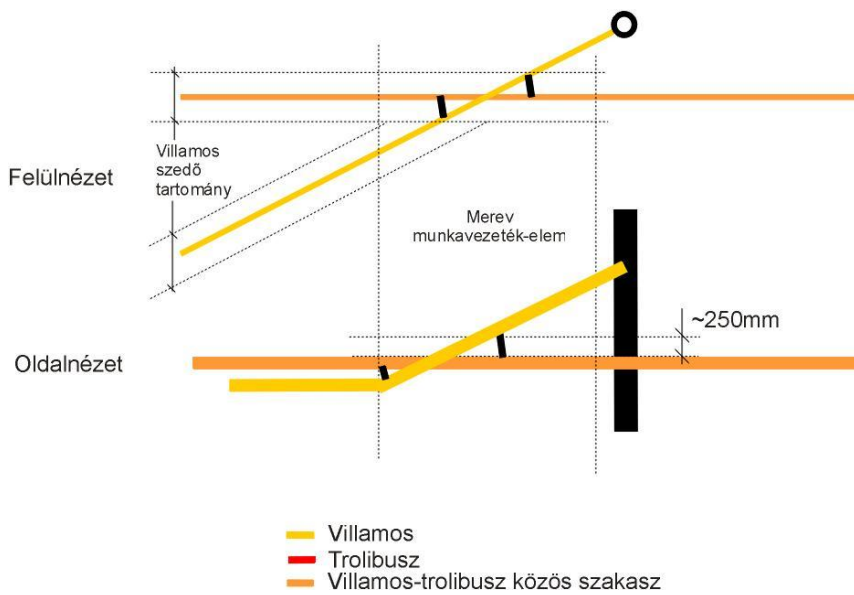
A trolibusz munkavezeték Y becsatlakozása közös villamos-trolibusz munkavezetékbe egy speciális merev X idom alkalmazásával megoldható. A megoldást az alábbi ábra szemlélteti:

Villamos és Trolibusz +600V munkavezetékek Y közösítés



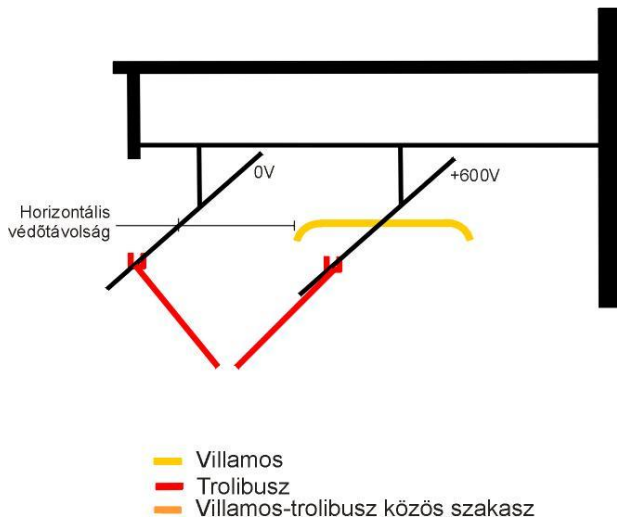
A villamos munkavezetékek Y elágazása trolibusszal közös munkavezetékéről egy speciális merev X idom alkalmazásával megoldható. A megoldást az alábbi ábra szemlélteti:

Villamos és Trolibusz +600V munkavezetékek villamos Y kigazás



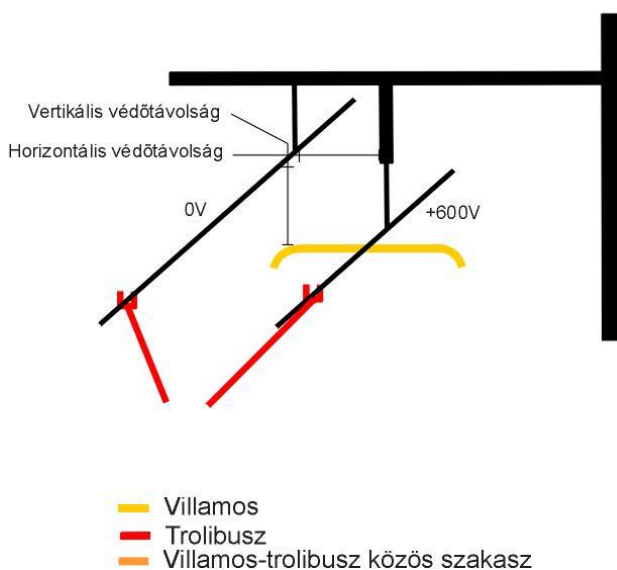
A trolibusz munkavezeték 0V ágának elhelyezése speciális hurkolási módszerrel valósítható meg. Amennyiben ezt az ágat kereszteznék a villamos munkavezeték (pl. villamos munkavezeték Y elágazása trolibusszal közös munkavezetékéről esete) akkor itt egy fél sima troli-villamos munkavezeték-keresztet kell alkalmazni. A lehetséges megoldásokat az alábbi ábra szemlélteti:

Villamos és Trolibusz közös munkavezeték felfüggesztés 1-es megoldás



A fenti megoldásban a villamos-trolibusz +600V és a 0V munkavezeték magassága azonos. A 0V munkavezeték (amit csak a trolibusz használ) úgy kerül elhelyezésre, hogy biztonságosan a villamos szedőjének mozgástartományán kívül essen. A két munkavezeték mind horizontálisan biztonsági távolság választja el.

Villamos és Trolibusz közös munkavezeték felfüggesztés 2-es megoldás



A fenti megoldásban a villamos-trolibusz +600V munkavezeték alacsonyabban helyezkedik el mint a 0V munkavezeték. A +600V munkavezeték merev (például cső) tartó ereszti alacsonyabbra. A két munkavezeték mind horizontálisan mind vertikálisan biztonsági távolság választja el.

Karbantartóműhely és tárolás

Troliüzem

A járatok járművei munkavezetéken elérhetik a BKV troliüzemet. Itt a megfelelő hely és szakmai ismeret áll rendelkezésre a járművek tárolásához, és szervizeléséhez.

A 15-ös (26A) járat számára a kiállítás a 70-es trolibusz kiállási útvonalán valósulhat meg.

A 99-es járat számára a kiállítás a 83-as trolibusz kiállási útvonalán valósulhat meg.

Biztonság

Ennek a technológiának a gyakorlati tapasztalatok szerint nincs lényeges biztonsági kockázata.

Továbbfejlesztési lehetőségek

FCH technológia

Amennyiben az FCH (hidrogén üzemanyagcellás) változat kerül megvalósításra, akkor hirtelen igen sok új lehetőség nyílik meg.

Nyilvános benzinkút

A projekt keretében létrehozott töltőállomás az első Magyarországon. Képes kiszolgálni cégek vagy magánszemélyek járműveit is. Pillanatnyi kiépítésében napi 250kg hidrogént igen kedvező áron (3,5USD/kg), további 1500kg hidrogént pedig jó áron (4,5USD/kg) képes előállítani, tárolni és tölteni. A kapacitása gazdaságosan akár tízszeresére is növelhető.

Hidrogén üzemanyagú hajók

A Duna folyó közelsége adja a lehetőséget, hogy nem csak közúti járműveket, de hajókat is el lehessen látni hidrogén üzemanyaggal. Mivel az üzemanyagcellás és robbanómotoros felhasználás egyaránt lehetséges, ezért a kis sétahajóktól a nagyobb ipari hajókig tiszta és környezetbarát erőforrást képes nyújtani.

Csúcserőmű

A technológiában adott a lehetőség, hogy az előállított hidrogént egy közepes hidrogén-erőműben energiatermelésre használják fel. Így olcsó időszakban (pl. éjszaka) az áram segítségével hidrogént állítunk elő, drága időszakban pedig a hidrogén segítségével elektromos áramot termelünk, amit visszajuttatunk a hálózatba.

A megoldás költség-haszon számítása további tanulmányozást igényel legfőképp azért, mert a pillanatnyi Magyar árfolyam, adó, támogatás és törvényi környezet rendkívül bizonytalan.

Budapesti elektromos tömegközlekedési eszközök üzemanyagköltségének csökkentése

Budapesten a tömegközlekedési eszközök egy része elektromos áramot használ üzemanyagként. Sajnálatos módon a felhasználás időpontja legtöbbször az áram drága időszakaira esik. A Csúcserőmű koncepcióban ismertetett módszerrel akár az összes elektromos áramot használó tömegközlekedési eszköz csúcsideje alatt is olcsó árammal táplálható. Ez a saját hidrogénes csúcserőmű által a hálózatba visszatáplált energia segítségével egyszerűen valósulhat meg.

A megoldás költség-haszon számítása további tanulmányozást igényel legfőképp azért, mert a pillanatnyi Magyar árfolyam, adó, támogatás és törvényi környezet rendkívül bizonytalan.

Projektfinanszírozás

Mivel maga a projekt alapvetően környezetvédelmi célokat fogalmaz meg, ezért komplex környezetvédelmi projektnek tekinthető. Legkiemelkedőbb részprojektje a Margitsziget szignifikáns környezetterhelés-csökkentése. Lényeges eleme pedig a hozzá kapcsolódó belvárosi hasonló célokat kitűző projektpár. Ez tekinthető európai pilot-projektnek, ami modellt adhat sok nagyváros számára. Ebből pedig tudható, hogy némi lobbytevékenység segítségével maga az MSziget-15-99 projekt rendkívül magas EU finanszírozási hányaddal megvalósítható.

Miért épp az Msziget-15-99

Sajnálatos módon azt kell mondanunk, nem igazán van olyan más járat az egész országban ahol ilyen lényeges mértékű környezetterhelés-csökkenés érhető el. Szinte minden más járat esetében a közúti forgalom környezetterhelése meghaladja a tömegközlekedés környezetterhelését, így az utóbbi környezetterhelés-csökkentése nem hozhat lényeges eredményt.

Ezalól két kivétel van. Az egyik a már publikált Széll-fogas projekt és célterülete. A másik pedig a 4-es metró által kiváltott 7-es járatcsalád.

Másik oldalról tulajdonképpen ezzel a technológiával a BKV összes keretvárosi járatán érzékelhető környezetterhelés-javulást lehetne elérni, sajnálatos módon azonban a költségeinek finanszírozását még az EU-s források is csak kis részben tudnák biztosítani.

EU finanszírozás alátámasztása

Az élet bármely területét tekintjük Magyarországon a (közlekedés, fűtés, hulladékgazdálkodás, emberek egészsége) környezetvédelem helyzete elszomorító. Más szóval Európa és Magyarország között a legnagyobb kohéziós távolság a környezetkultúra területén tapasztalható.

Ennek egyik ikonikus példája a 26-15-99 probléma, amit a főváros és az ország már közel fél évszázada nem tud saját erőből és akaratból megoldani. Talán az egyetlen lehetőség a helyzet lényeges javítására

az EU kohéziós források segítségével történő jelenetős előrelépés, amelyet Magyarország saját erőből és akarattal képtelen lenne megtenni.

Így a helyzet javításának egyetlen módja, hogy az EU direktívákkal és kohéziós forrásokkal segíti olyan ikonikus pilot-projektek megvalósulását, amelyek irányt mutatnak a felzárkózó országok számára.

Megjegyzendő, amennyiben megoldásként az üzemanyagcellás FCH verzió kerül kiválasztásra, a projekt csatlakozhat a CHIC (Clean Hydrogen in European Cities) és a HyFLEET: CUTE projekthez. Ez a megvalósulást nagyban elősegíti és a főváros rangját lényegesen emelheti.

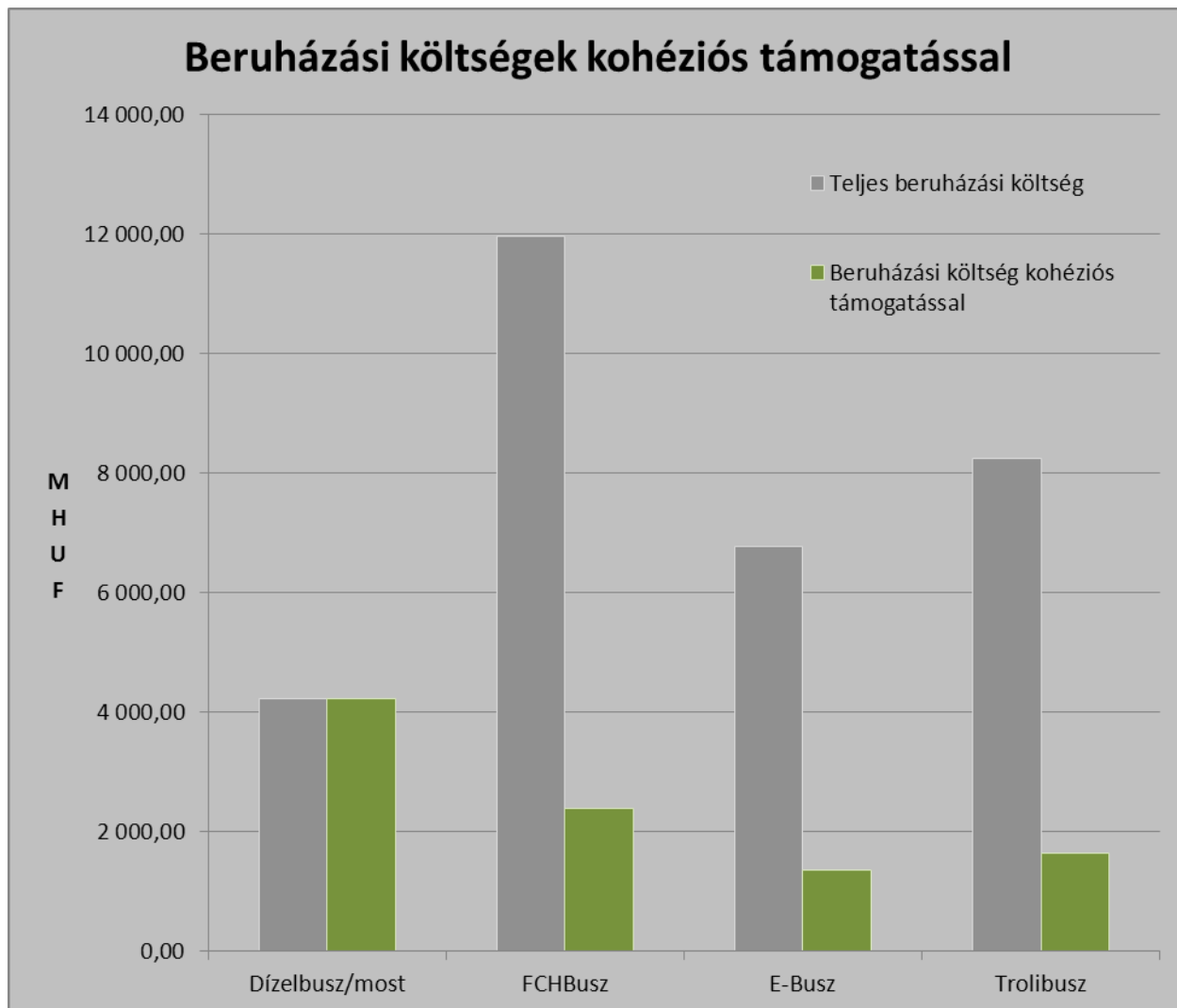
A finanszírozást a kohéziós alapok (cohesion funds) felhasználásáról szóló szabály Article 2 1b teszi lehetővé.

És végezetül egy közhiedelmet kell eloszlatnunk. Sok felelős ember szájából elhangzott már az a kijelentés, hogy az EU kohéziós támogatásokat nem lehet autóbuszok vásárlására igénybe venni. Ez igaz a nálunk ismert erősen környezetszennyező technológiával hajtott járművekre. Ezzel szemben az EU természetesen és nagyon helyesen támogatja a környezetbarát technológiával hajtott buszok gyártását és beszerzését. Így például E-busz vagy FCHBusz beszerzése EU kohéziós forrásokból alátámasztott projektek keretében lehetséges. Ehhez persze legalább meg kell ismerkedni a környezetbarát technológiákkal és a lehetőségekkel.

Beruházási költségek

Sokan mondják ilyen mértékű „ugráshoz” mérhetetlenül sok anyagi forrás szükséges. Azonban ha a jól használjuk fel a lehetőségeket kiderül, hogy szinte nincs szükség saját többletforrásra. Más szóval, ha a kohéziós forrásokat arra költjük el amire valók, akkor képesek vagyunk komoly javulást is elérni. Ennek megértéséhez nézzük a bonyolult számítások és elemzések eredményét szemléltető ábrát:

Beruházási költségek kohéziós támogatással



Jól érzékelhető, hogy kohéziós támogatások nélkül az érintett járműállomány cseréjének költségéhez képest a környezetbarát megoldások lényegesen drágábbak (szürke oszlopok). Ha a járműállomány cserét úgy hajtjuk végre, hogy rögtön környezetbarát technológiára váltunk, akkor a kohéziós források igénybevételével egy dízelbusz helyett kettő különösen környezetbarát buszt tudunk vásárolni. Itt megjegyezendő, hogy ebben az „egyenletben” nem csak a jármű, de az infrastruktúra költségének kiépítése is szerepel. Tehát támogatással a környezetbarát technológia még infrastruktúra kiépítéssel is fele annyiba kerül mint a hagyományos!

FCHBusz

Mivel Magyarországon még nincs kiépített H₂ előállító ipari üzem, ezért a projekt létesítési költségébe egy ilyen üzem is beszámításra került! Mivel ennek terméke kereskedelmi úton értékesíthető, ezért a beruházási költségek a végtermék (H₂) részben értékesítése vagy más felhasználása útján automatikusan visszajönnek majd.

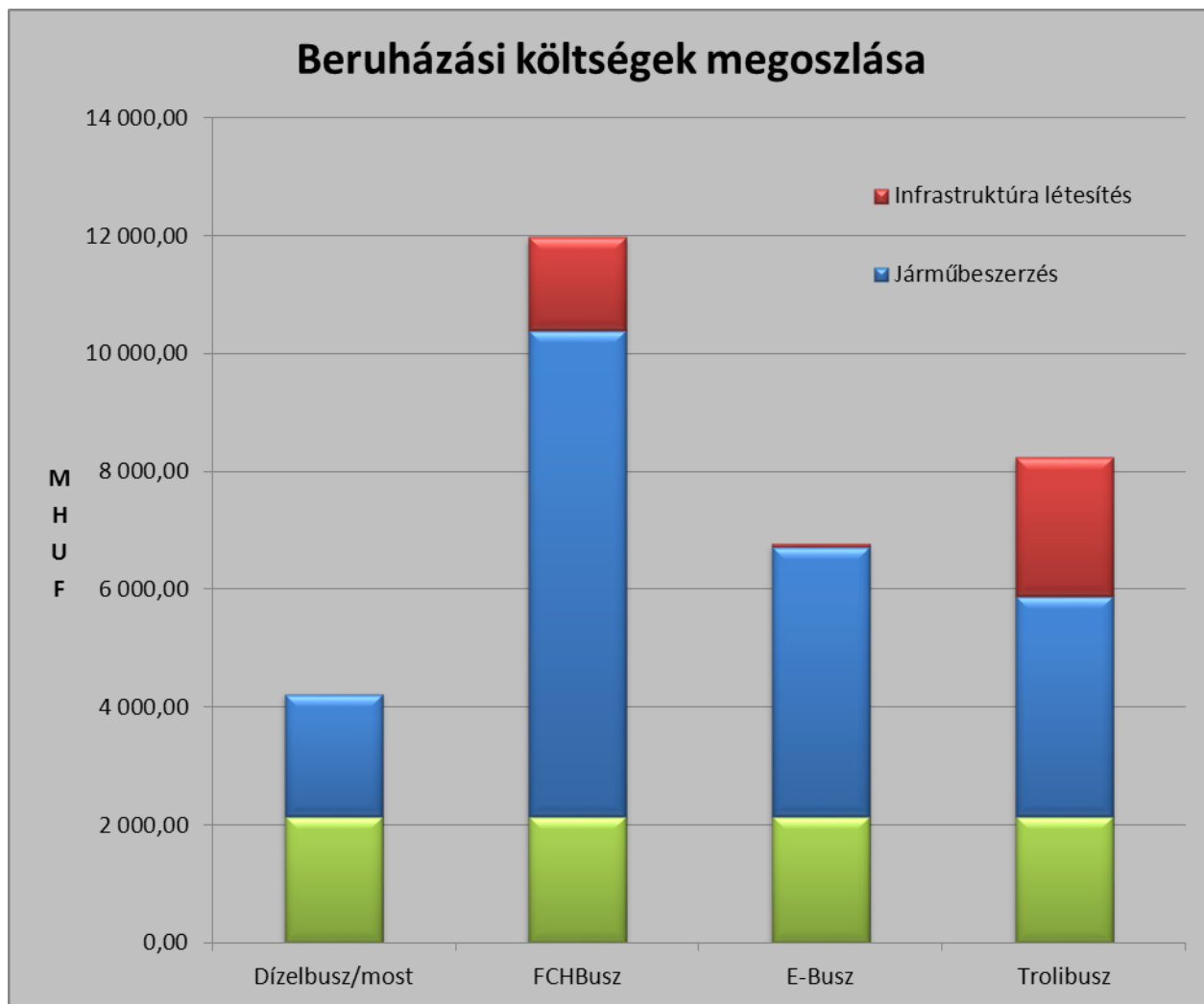
Fedett parkoló a szigeten

Érkezett hozzánk olyan visszajelzés, hogy a projekt Margitszigeti fedett parkolójának 1,5MrdHUF létesítési költsége nem finanszírozható. Kissé utána számolva kiderült, hogy a parkoló éves bevétele körülbelül

0,5MrdHUF, kiadása meg szinte nulla. Így ha kohéziós forrásból nem is lenne finanszírozható ez az építkezés, a parkolási díjakból három év alatt akkor is megtérülne.

Beruházási költségstruktúra

A támogatás nélküli beruházási költségek struktúráját az alábbi diagram szemlélteti:



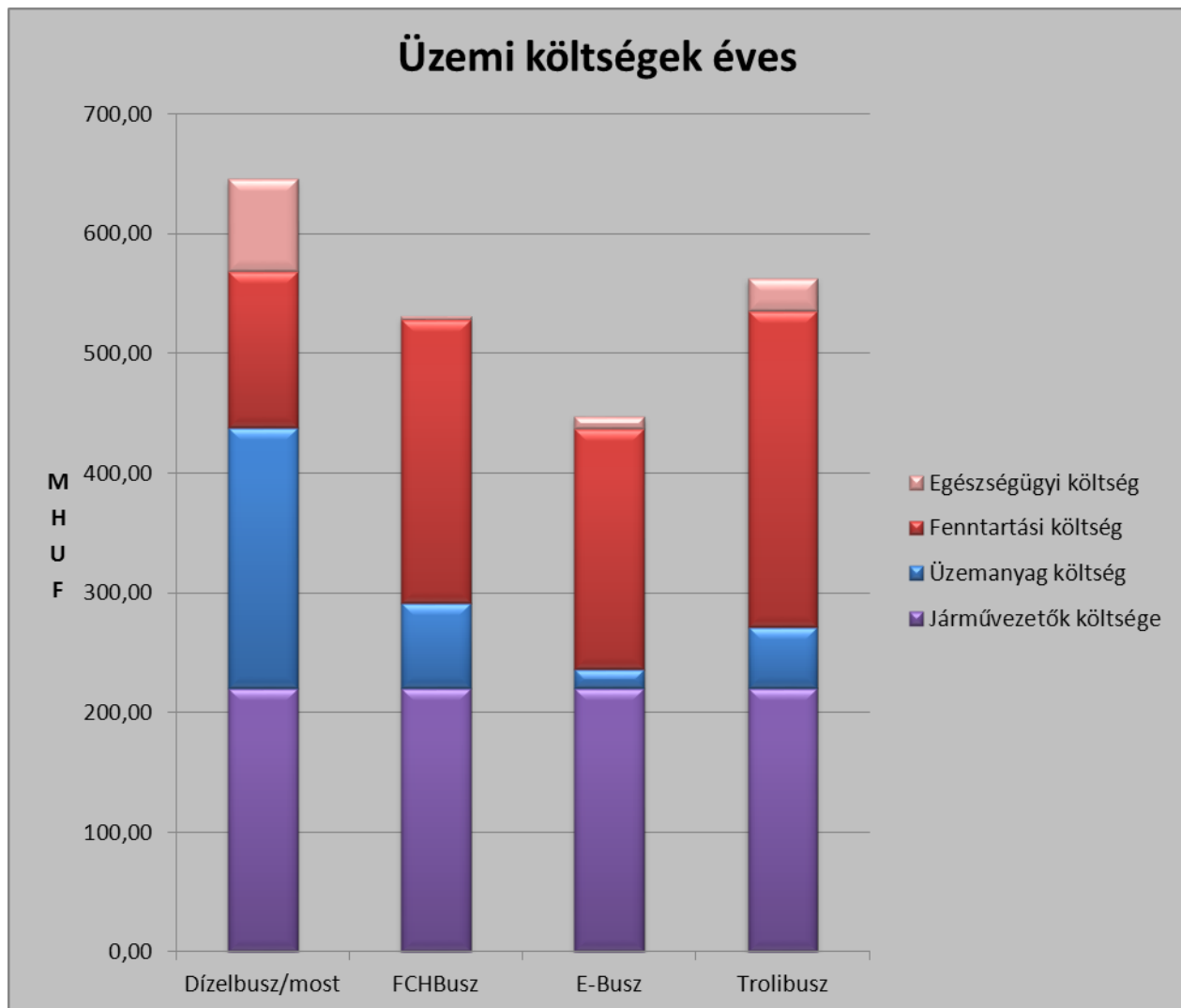
A beruházási költségek tekintetében mindeképp a járműbeszerzés domináns. A nemzetközi adatoknak megfelelően az FCHBusz járműve a legdrágább. Ebben a speciális esetben a trolibusz munkavezeték-hálózat kiépítés költsége összemérhető a járműbeszerzés költségével. Látható, hogy az E-Busz beszerzési költsége érezhetően magasabb a trolibuszénál. Amennyiben igénybe vesszük a kohéziós forrásokat a költségstruktúra nem, az önköltség mértéke viszont drasztikusan csökken. Lásd a Beruházási költségek fejezetet.

A zöld színnel jelzett közös beruházási költségeknél a domináns tétel a szigeti fedett parkoló. Ennek kifejtését lásd a Fedett parkoló a szigeten fejezetben.

Hatások és eredmények

Gazdasági

A gazdasági hatásokat egyszerűen úgy mutathatjuk be ha összefoglaljuk egy diagramban a költségeket és azok összetevőit:



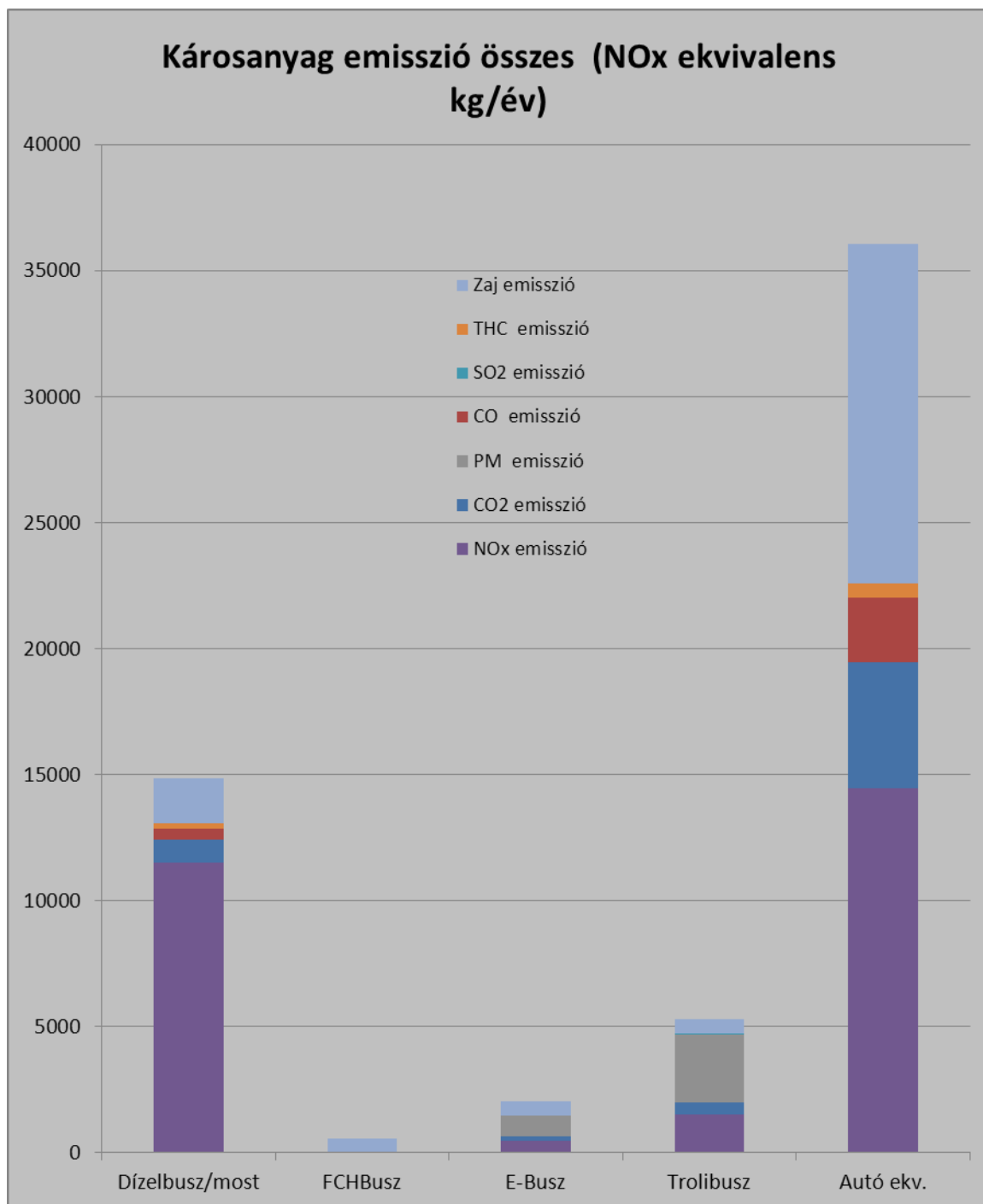
Így kiválóan látszik, hogy a környezetbarát technológia alkalmazása nemhogy növeli, de éppen csökkenti az üzemi költségeket. Ez még akkor is igaz, ha kelet-európai módon lehántjuk róla az egészségügyi költségeket. Fontos észrevenni, hogy az üzemanyag-költséghányad a technológiai fejlesztéssel drasztikusan csökken, a fenntartási költség viszont növekszik.

Fontos megjegyezni azt is, hogy a fenntartási költség tekintetében az FCHbusz drágának látszik az EBusz megoldáshoz képest, de a csekély többletköltségért lényegesen kevésbé terheli a környezetet. A részletekért lásd a Környezeti fejezetet.

Itt megjegyeznénk, hogy az E-Busz technológiáról még semmiféle adat nem áll rendelkezésre. Így az eredmények részben a gyártó specifikációján, másrészt pedig technológiai számításokon alapulnak!

Környezeti

A környezeti hatás bemutatáshoz átszámoltuk a szennyezőket nitrogén oxid (NOx) ekvivalens értékre, majd felrajzoltuk az összes érintett járat által szétszórt károsanyag mennyiségét egy évre:

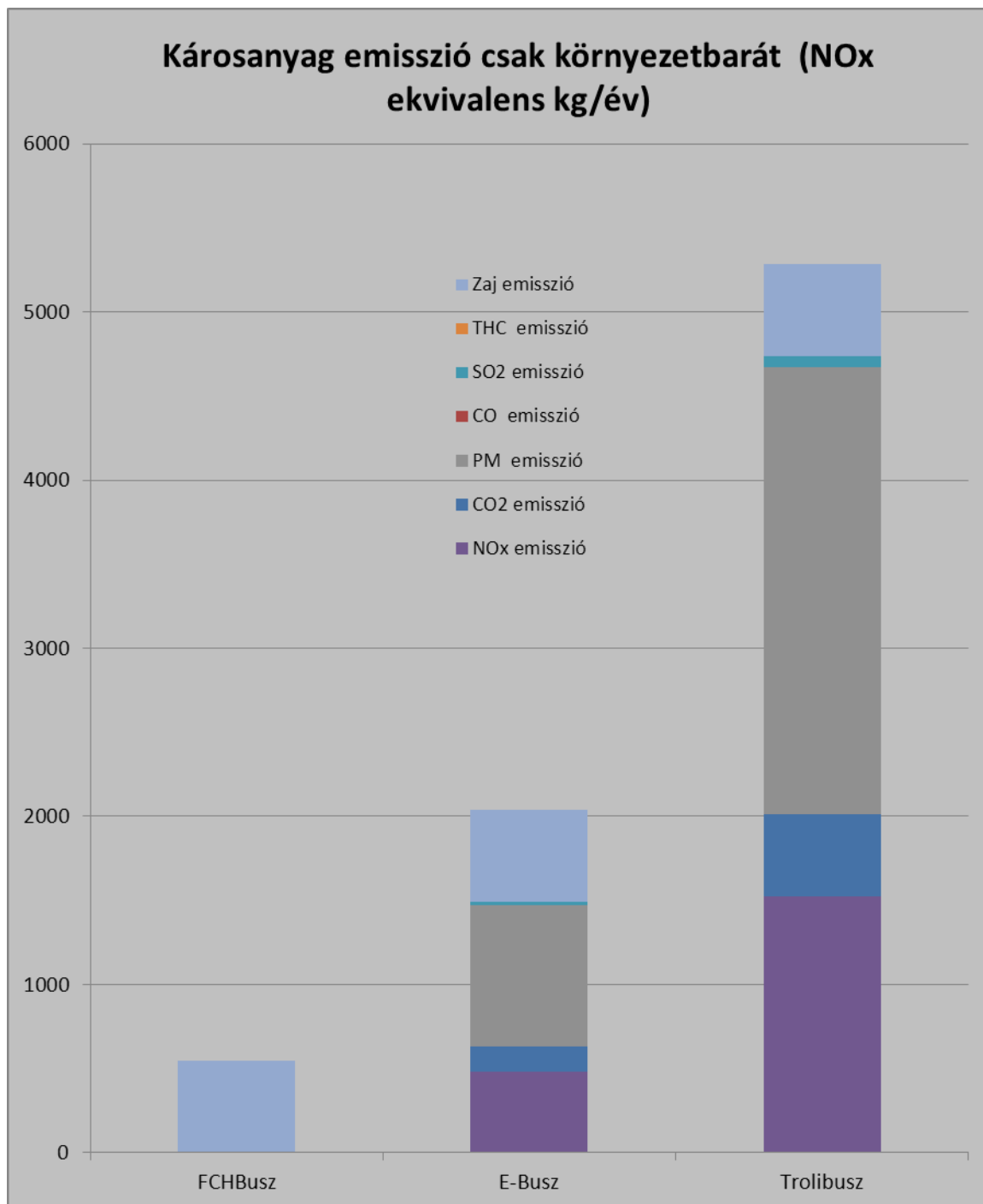


Jól látható, hogy az érintett járatok által szétszórt NOx ekvivalens szennyező mennyisége a (mostani) dízelbuszos megoldás esetén ~15000kg/év. Itt megjegyzendő, hogy ez az adat a jelenlegi BKV helyzetnél jobb járművek adataival került kiszámításra, mivel régi IK buszokról nem állnak mérési adatok rendelkezésre. Persze ebből következően az itt feltüntetett dízelbuszos szennyező mennyisége vélhetőleg kevesebb a valósánál.

Na persze nagy szerencse, hogy nem autók közlekednek a buszok helyett, mert az megemelné a szétszórt szennyezők mennyiségét ~36000kg/év mértékre.

Ami a legfontosabb, mind a trolibusz, az E-Busz és az FCHBusz megoldás drasztikusan csökkenti a szennyezés mértékét. A trolibusz (erőmű miatt) a tizedére ~5000kg/év mértékre. Az E-Busz ennél valamivel alacsonyabb ~2000kg/év értékre, de jóval több mint az FCHBuszé. Az FCHbusz szennyezés mértéke kizárólag zajra korlátozódik ~500kg/év mértékben az atomerőmű hulladékenergia felhasználása okán.

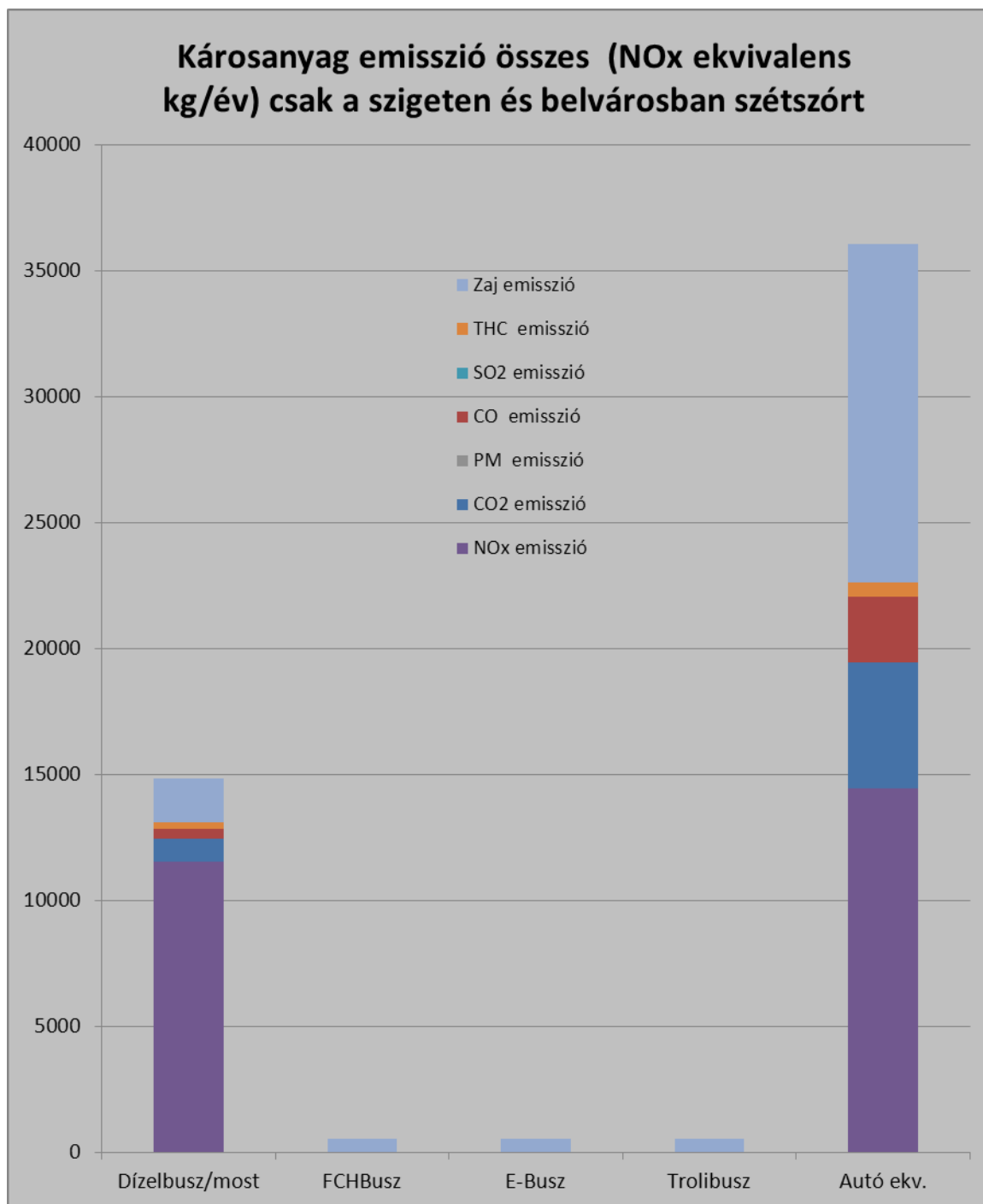
Mivel igen nagy a különbség a környezetbarát technológia javára, így nem láthatók a környezetbarát technológiák közötti különbségek, ezért kinagyítottuk ezen technológiák szennyezőjének alkotóit:



Itt jól látható, hogy a régebbi trolibusz technológia magasabb globális szennyezéssel üzemel. Ennek oka a magasabb fogyasztás és a nagyobb veszteség.

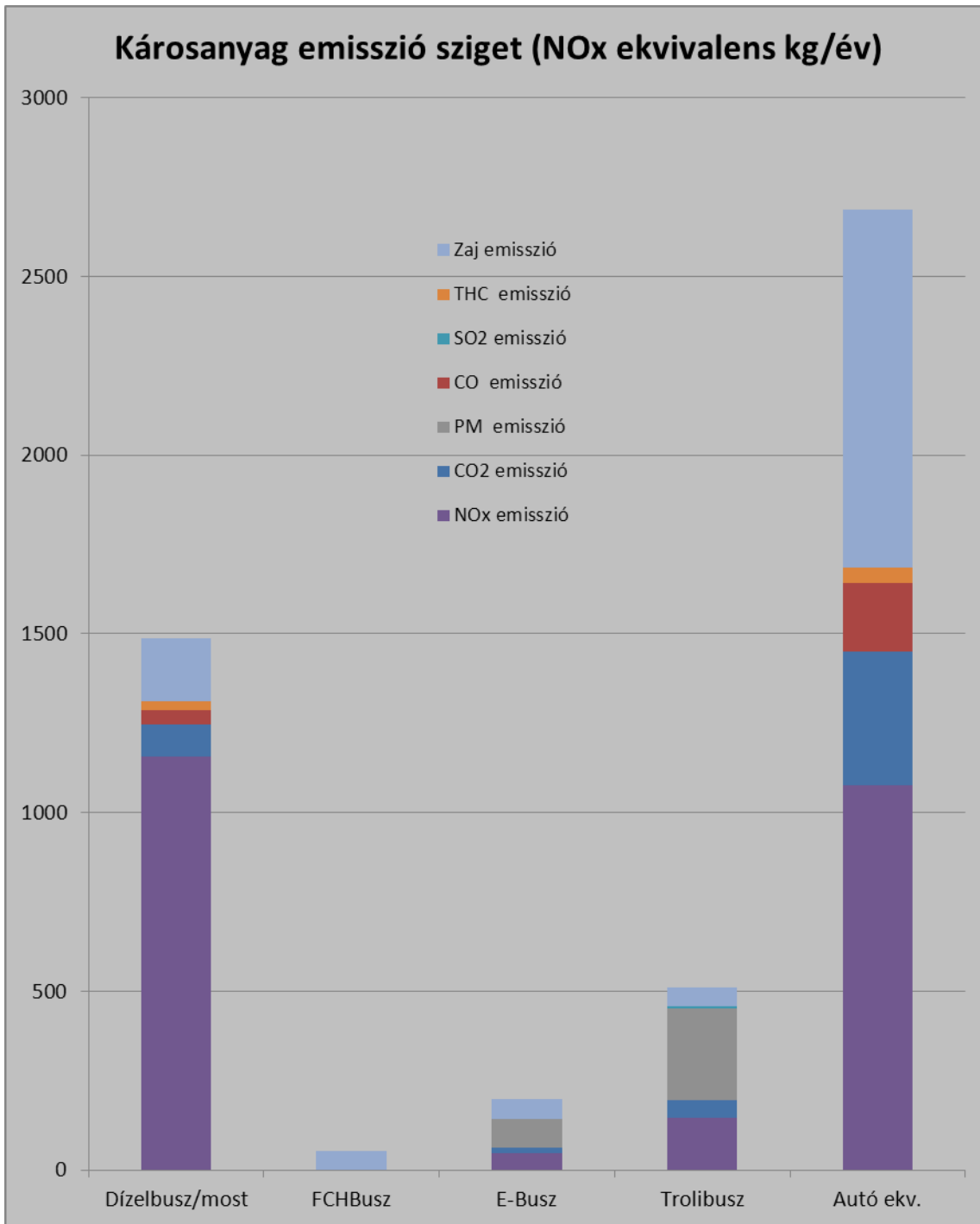
Ezenkívül megjegyzendő, hogy a trolibusz, az E-Busz és az FCHBusz megoldás azért is környezetbarátabb a robbanómotorosnál, mert míg az utóbbi a szennyezés döntő többségét a az útvonal mentén (pl. szűk utcákban) szórja szét, addig az előbbi az erőművek környékén kontrollált módon oszlatja

el a légkörben. Így a trolibusz, az E-Busz és az FCHBusz megoldás egy fontos előnye nem látszik az ábrán, ezért felrajzoltuk azt a szennyezést, amit valóban a szigeten és a belvárosban szórnak szét:



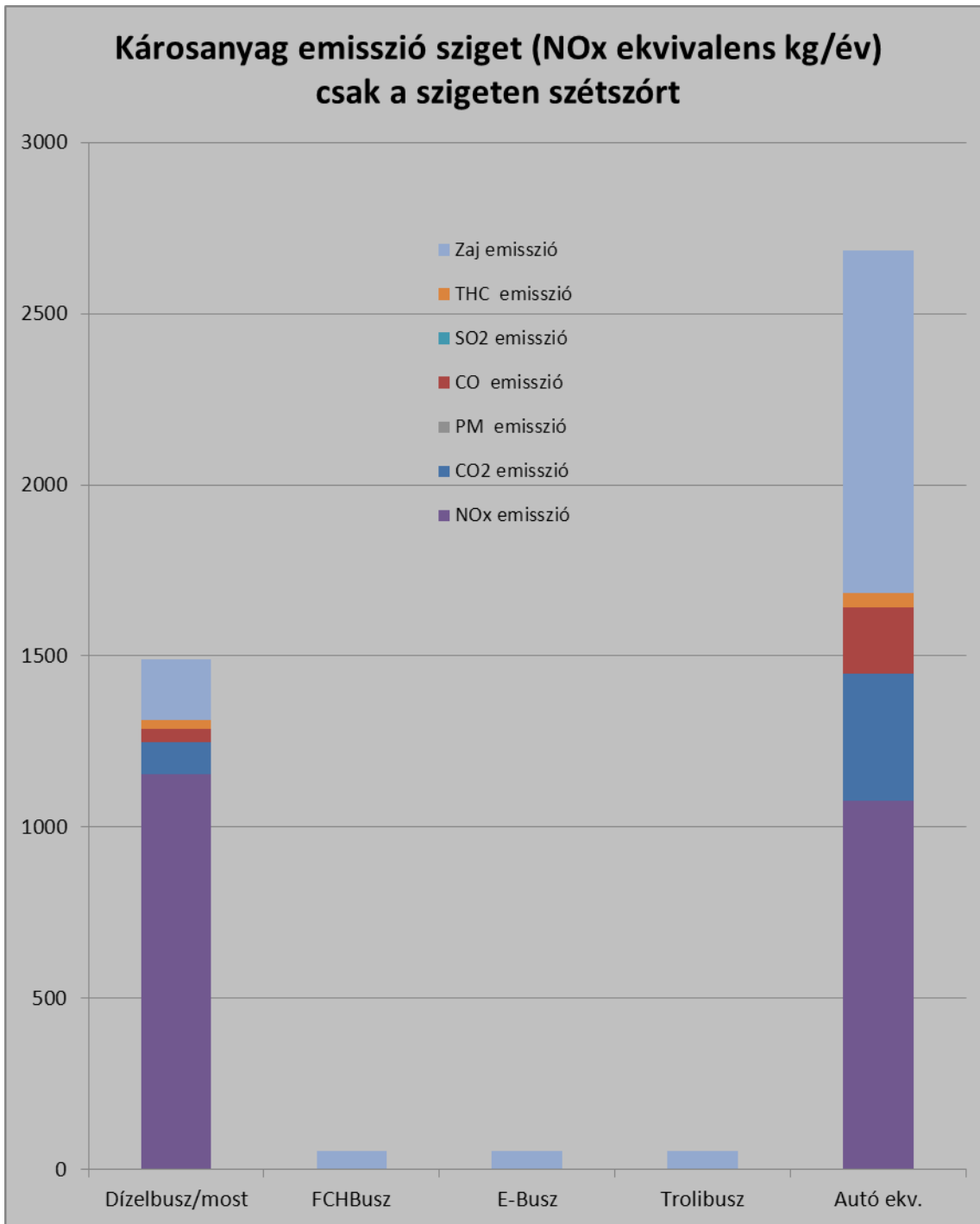
Itt látszik igazán a három környezetbarát megoldás előnye. A globálisan vizsgálva lényegesen kevesebb szennyezőt szórnak szét, de a szigeten és a belvárosban a zajon kívül szinte nincs környezetterhelésük. Így a dízelbuszos megoldás ~15000kg NOx ekvivalens szennyezéséhez képest mindhárom környezetbarát megoldás mindössze ~500kg-ot szór szét, és ez is csak zajból áll. Ez valóban radikális környezetterhelés és környezetszennyezés csökkenést jelent az érintett területeken.

Ha leszűkítjük a vizsgált területet a szigetre, a karakterisztika akkor sem változik lényegesen:



A szigeten a buszok jelenleg évente ~1500kg NOx ekvivalens szennyezőt szórnak szét. Ha mindenki autózna itt, akkor ez felmenne ~2700kg-ra. A trolibusz ekvivalens szennyezése mindössze ~500kg évente. Az E-Busz szennyezése ennél kevesebb ~200kg/év, de jóval több mint az FCHBusz ~50kg/év értéke. Az FCHbusz szennyezés globálisan vizsgálva is kizárólag zajból áll.

Ezenkívül megjegyzendő, hogy a környezetbarát megoldások azért is környezetbarátabbak a robbanómotornál, mert míg az utóbbi a szennyezés döntő többségét a az útvonal mentén (pl. szűk utcákban) szórja szét, addig az előbbi az erőművek környékén kontrollált módon oszlatja el a légkörben. A következő ábrán azt mutatjuk be az egyes megoldások mennyi szennyezést szórnak szét a szigeten:



Itt látszik igazán a három környezetbarát megoldás előnye. A globálisan vizsgálva lényegesen kevesebb szennyezőt szórnak szét, de a szigeten a zajon kívül szinte nincs környezetterhelésük. Így a dízelbuszos megoldás ~1500kg NOx ekvivalens szennyezéséhez képest mindhárom környezetbarát megoldás mindössze ~50kg-ot szór szét, és ez is csak zajból áll. Ez valóban radikális környezetterhelés és környezetszennyezés csökkenést jelent az érintett területeken.

Itt megjegyeznénk, hogy az E-Busz technológiáról még semmiféle adat nem áll rendelkezésre. Így az eredmények részben a gyártó specifikációján, másrészt pedig technológiai számításokon alapulnak!

Másodlagos

Ha sikerült a hazai gyártást jó minőségben meghonosítani, akkor az E-busz és FCHBusz technológiák esetén is magas lehet a hazai beszállítók aránya. A jó minőségű hazai gyártás pedig kezdeménye lehet egy egész Európát ellátni képes környezetbarát tömegközlekedési járműtervezésnek és járműgyártásnak. Ez pedig alapot jelenthet a környezetbarát járműveket előállító gépjárműipar részére. Mindezek pedig igen sok biztos munkahelyet és állami adóbevételt jelenthetnek.

Másodlagos környezeti

Az igazat megvallva a lerobbant füstölő BKV buszok az állam által kiváló példát mutatnak arra mennyire érdektelen a környezet és az egészség védelme. Sajnos a Magyar ember pedig igen fogékony minderre, és híven követi az állami iránymutatást.

Amennyiben például a kivételesen környezetbarát FCHBuszok megjelennek a fővárosban, akkor az valószínűleg sok embert gondolkodtathat el a saját környezetkultúrája tekintetében.

Elgondolkodhat azon miként lehet egy emberekkel teli busz kevésbé környezetszennyező mint az ő autója. Ha pedig elgondolkodik, talán megéri miért jó ha EUROII helyett EUROIII, vagy EUROIII helyet például EURV motoros járművet vásárol. Ha pedig az autósok csak fele így tesz, akkor csak ez a fővárosban az egészségügyi költség (és természetesen környezetszennyezés) tekintetében évi 9 milliárd Forint megtakarítást eredményez. Ez pedig közel azonos a projekt teljes költségvetésével.

Ha pedig csak az autósok egytizede gondolja úgy, hogy ezután inkább tömegközlekedéssel utazik akkor az az egészségügyi költség (és természetesen környezetszennyezés) tekintetében évi közel 6 milliárd Forint megtakarítást eredményez. Ez a projekt költségvetésének több mint a fele.

Általában

Ikonikus eredményként például kiemelendő, hogy a Margitszigeten csökkenő költségek és drasztikusan csökkenő környezetszennyezés mellett duplára növekszik a járatsűrűség és a szállítási kapacitás.

Eljutási idők

Elsőként a gyakorlati tapasztalatokból okulva leszögeznénk, **a projekt célja nem az eljutási idők változtatása, hanem az hogy az utasok korszerű járműveken kulturáltabban utazva és a környezetet lényegesen kevésbé szennyezve jussanak el uticéljukhoz.** Természetesen követelmény az azonos vagy kevesebb üzemeltetési költség is.

A 15-ös átirányítása miatt a Radnoti Miklós utca, Csanády utca és Lehel tér megálló kimaradnak. Itt metró és trolibusz vonalak állnak rendelkezésre 200m-en belül. Így az eljutási idő lényegesen nem romlik.

Másik oldalról a 15-ös átirányítása a szigetre funkciót ad a vonalnak, kiszolgálhatja a belváros-sziget turista tengelyt. Ezen túl a sziget tömegközlekedésének sűrűsége duplájára nő.

A 99 vonal kettévágása gyakorlatban nem jelent lényeges eljutási idő változást ha az „A” és „B” járatot sikerül összehangolni. Másik oldalról mivel az „A” járat 5 megállót (és egy zűrés kereszteződést) kihagyva nyújt átszállási lehetőséget a 3-as metróra, ezért az eljutási idő itt minden irányba vélhetőleg csökken.

Költségszámítás

A költségszámítás részleteit annak bonyolultsága miatt leegyszerűsítve egy referenciaszámítás segítségével a Referenciaszámítás fejezetben tesszük közzé. A részletes eredmények pedig a Részletes számítási eredmények fejezetben olvashatók.

Beruházási és fenntartási

A műszaki számítások tekintetében megpróbáltuk a hazai viszonyokat tükröző költségeket alapul venni. Ha ez nem állt rendelkezésre, akkor a közel azonos körülményeket tükröző nemzetközi költségsztenderdeket használtuk fel. Ha ilyenek sem álltak rendelkezésre (pl. fogas), akkor számításokkal becsültük meg az alapértékeket.

Környezetvédelmi

A környezetvédelmi számításoknál a nemzetközi (EU, fejlett országok) számítási értékeket és módszereket használtuk. Ha ilyen nem állt rendelkezésre (pl. zaj kilogrammköltség), akkor kiterjesztettük az ismert számítási modelleket. Ha erre sem volt lehetőség (pl. rövid idejű légszennyezés kitettség), akkor a tudományos eredményeket felhasználva saját számítási módszert dolgoztunk ki.

A károsanyag kibocsátás egészségügyi költségére nemzetközi sztenderdek állnak rendelkezésre EUR/km alapon. Ahol a különböző szennyezők összevetése vált szükségessé, ott annak költsége alapján NOx közös nevezőre hoztuk. A viszonyt az egészségügyi költség alapján állapítottuk meg (zaj esetén is!).

Megjegyzendő, hogy a számításokban valószínűleg eléggé alulbecsült egészségügyi kár érték jelenik meg. Ennek egyik oka, a BKV buszállománya olyan mértékben leromlott, hogy nem lehet ilyen állapotú járművekről értékelhető mérési eredményeket találni. Így a számítások a valóságnál jóval fittebb járművek adatain alapulnak.

Másik oldalról a számítási módszerek átlagos városi környezetre vonatkoznak. A szűk belvárosi környezetterhelés-érzékeny utcákra szintén nem lehet mérési adatot és kalkulációs módszert találni. Így itt ismét jóval kevesebb egészségügyi kárt jelez a számítás, mint a valós kárérték. Sajnos ugyanez a helyzet a szigeten, ahol extrém magas a pihenni vágyók száma (pl. futó).

Végkövetkeztetés

A projekt keretében felvázolt megoldások és a fejlett országok módszereinek megfelelő számítások is igazolták, hogy ezen projekt keretében egyetlen hagyományos busz beszerzési költségéből két környezetbarát buszt lehet üzembe állítani. Ebben természetesen már benne van az infrastruktúra kiépítésének költsége is. Emellett a környezetbarát technológiák üzemi költsége nem haladja meg (de inkább kisebb) mint a régi technológia üzemi költsége. Hatásként pedig a környezetszennyezés és ennek hatásaként az egészségügyi és egyéb járulékos költség drasztikusan csökken.

Lehetőség van a robusztus trolibusz vagy az új E-Busz vagy hidrogén cellás (FCH) busz technológia alkalmazására.

Az elemzések egyértelműen kimutatták, hogy az FCHBusz technológia alkalmazása nálunk a mindenképp a lehetséges legkörnyezetbarátabb, ezen kívül jövőbe mutató és továbbfejleszhető, alkotói más célra is hasznosíthatók. Különleges vagy katasztrófhelyzetekben rendkívül jó szolgáltatásbiztonságot nyújt. Hátránya a magasabb műszaki színvonal-igény, nagyobb technológiai fegyelem és kíváncsi. Ezen kívül a szűk utcákban magas házak között történő alkalmazása biztonságtechnikai okokból problémás lehet. A világ más tájain az FCHBusz kontra trolibusz/E-Busz dilemma közlekedés- és közgazdasági szakmai

alapon eldönthető. Sajnálatos módon Magyarországon ennek a kérdésnek eldöntése túlmutat a szakmai kereteken, más szóval a döntéshozók feladata.

Az adatok alapján az E-Busz gazdaságosnak látszik, de sajnos erről a technológiáról nem áll rendelkezésre valós üzemi tapasztalat. Környezetterhelése magasabb mint az FCHBusz technológiának, összemérhető a trolibusz-technológiával. Beruházási költségét tekintve ő a legolcsóbb. Teljesítmény, hatótávolság és szállítási kapacitás limitjei miatt esetlegesen használta ezen projektben bátorságot igényel, és vélhetőleg nem lesz zökkenőmentes.

A trolibusz technológia évszázados múltjával mint mindig most is jó alternatívát nyújt. Hátránya, a magasabb környezetterhelés és kötött útvonal.

A trolibusz megoldásnál természetesen igen magas lehet a hazai beszállítók részaránya. Ha sikerült a hazai gyártást jó minőségben meghonosítani, akkor az E-busz és FCHBusz technológiák esetén is magas lehet a hazai beszállítók aránya. A jó minőségű hazai gyártás pedig kezdeménye lehet egy egész Európát ellátni képes környezetbarát tömegközlekedési járműtervezésnek és járműgyártásnak. Ez pedig alapot jelenthet a környezetbarát járműveket előállító gépjárműipar részére.

Tehát leegyszerűsítve, ha a járműállomány cserét úgy hajtjuk végre, hogy rögtön környezetbarát technológiára váltunk, akkor a kohéziós források igénybevételével egy dízelbusz helyett kettő különösen környezetbarát buszt tudunk vásárolni.

Összefoglalva, az itt elvégzett minden elemzés egyértelművé teszi, hogy a kohéziós források igénybevételével a hagyományos technológiára épülő tömegközlekedésről környezetbarát technológiára történő váltás minden tekintetben hatékony, környezetbarát és elérhető megoldás.

Jognyilatkozat

Jelen anyag közzétételével mi ötletgazdák engedélyezzük itt leírt ötleteink köz javára történő felhasználását. Ezek kereskedelmi hasznosítása az Témagazda vagy Szerkesztő írásos engedélye nélkül szigorúan tilos!

Témagazdák és szerkesztők

Témagazdák

Fórum: -

Név: -

E-mail: -

Szerkesztő

Kendi Zsolt (ÁK52 főszervező)

Tel: +36 20 2010647

E-mail: kzsolt@datanet.hu, ak52@fw.hu

Köszönetnyilvánítás

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani azoknak a szakembereknek közreműködésükért, akik szabadidejükből áldozva segítettek megtalálni a legjobb megoldásokat, és nem szégyellték kigyomlálni a rossz elképzeléseket.

Annyi témához nem tudunk volna szakszerűen hozzászólni, ha kiváló szakemberek nem segítették volna a munkánkat. Így egyik legfontosabb tennivalónk, mindegyiküknek külön megköszöni ezt. Ha lehetséges volt nevüket a kapcsolódó dokumentumban feltüntettük. Ha pedig nevük elhallgatását kérték, akkor legjobban úgy köszönhetjük meg nekik, ha ezt messzemenően tiszteletben tartjuk.

Készült

Az ÁK52 civil szervezet keretében.

Budapest, 2012.10 - 2013.03

Melléklet 1.

Felhasznált források

Hagyományos technológiák

Busz

http://virtual.vtt.fi/virtual/amf/pdf/annex17_paper_2001_sae.pdf

Influence of Vehicle Test Cycle Characteristics on Fuel Consumption and Emissions of City Buses, Luc Pelkmans, Dirk De Keukeleere, Hans Bruneel and Guido Lenaers Vito, Flemish Institute for Technological Research

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.201.5043&rep=rep1&type=pdf>

Emissions and fuel consumption of natural gas powered city buses versus diesel buses in real-city traffic, L. Pelkmans, D. De Keukeleere & G. Lenaers Vito . Flemish Institute for Technological Research, Belgium

<http://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=538197&fileId=625774>

Lean Burn Natural Gas Operation vs. Stoichiometric Operation with EGR and a Three Way Catalyst Patrik Einewall, Per Tunestål and Bengt Johansson Lund Institute of Technology

http://www.eltis.org/docs/studies/Betrieb_mit_Fluessiggas.pdf

Öffentlicher Verkehr in Wien Flüssiggasbetrieb bei den Wiener Linien

Trolibusz

http://www.trolleymotion.ch/fileadmin/user_upload/documents/salzburg_obus_positionspapier_EU.pdf

Positionspapier Trolleybus, Betreffend die EU-Verordnung zur Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge im Personenverkehr. März 2004 Salzburg/Austria konferenciaanyag.

<http://www.tbush.org.uk>

the Electric tbus group

<http://www.tbush.org.uk/vtpn3.pdf>

The Benefits of Clean, Quiet, Emission-Free Transit Service: Promoting the Trolleybus in Vancouver , Written by Kevin Brown The TBus Group

<http://www.kuma.ch/EN/Railways-Catenary-engineering/Tram-Trolleybus/Pages/default.aspx>

Kumler+Matter Tram-trolley development

<http://www.vossloh-kiepe.com/electric-buses>

Vossloh-kiepe Electric buses development

http://www.edmonton.ca/transportation/transit/Checkel_ExecutiveSummary.pdf

Hybrid Diesel-Electric Bus / Trolley Bus Demonstration Project: Technical Comparison of In-Use Performance Dr. David Checkel Mechanical Engineering University of Alberta April 18, 2008

http://www.edmonton.ca/transportation/transit/App_G_LifeCycleEmissionMethods.pdf

HYBRID DIESEL-ELECTRIC BUS / TROLLEY BUS DEMONSTRATION PROJECT: TECHNICAL COMPARISON OF IN-USE PERFORMANCE APPENDIX G LIFE CYCLE EMISSION METHODS AND DETAILS, Hybrid Diesel- Trolley Bus Demonstration Project

http://metro.kingcounty.gov/up/projects/pdf/TrolleyEvaluation_PreliminaryFindings_Apr2011.pdf

King Country Metro, Trolley Bus System Evaluation

Villamos

<http://www.hamilton.ca/NR/rdonlyres/A5E6E5F1-C6AD-4745-A733-166A3EDF079F/0/TechnologyAnalysis.pdf>

Light Rail Technology Overview and Analysis

http://www.modernstreetcar.org/pdf/circulator_trackway_report_final_3_30_07.pdf

Trackway Infrastructure Guidelines for Light Rail Circulator Systems

<http://www.toronto.ca/involved/projects/kingstonrd/pdf/2013-05-27-boards-4.pdf>

Resilient Embedded Track (RETRAC) technology

<http://www.zpsv.cz/ohl-group/katalogy/ZPSV-katalog2013-lowres.pdf>

<http://www.zpsv.cz/Produkt.aspx?lang=en&cat=KZ&sku=zel-stavby&skup=kolejnicove-podpory-zeleznicnich-a-tramvajovych-koleji&prod=tramvajovy-panel-dzp-220194-p>

ZPSV product catalogue (tram panel)

FCH technológia

<http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/fcbuses-world.pdf>

fuelcell.org, Fuel Cell Buses - Worldwide

<http://www.fch-ju.eu/>

Fuel cells and hydrogen joint undertaking

<http://www.nrel.gov/hydrogen/publications.html>

US National Renewable Energy Laboratory: Publications

http://www.greencarcongress.com/2006/03/european_fuelce.html

Green Car Congress, European Fuel-Cell Bus Projects Extended by One Year

<http://www.buchmann.ca/Article1-page1.asp>

Isidor Buchmann, The Fuel Cell: is it ready?

http://www.crest-au.com/docs/alt_CBA.pdf

MURDOCH UNIVERSITY, A Cost-Benefit Analysis of Perth's Hydrogen Fuel Cell Buses

http://www.rita.dot.gov/publications/fuel_cell_bus_life_cycle_cost_model/pdf/entire.pdf

US Department for Transport: Fuel Cell Bus Life Cycle Cost Model: Base Case & Future Scenario Analysis, Entire Report

http://www.ieafuelcell.com/documents/Fuel_Cells_for_Buses_Jan_2012.pdf Fuel Cell Transit Buses R. Ahluwalia, X. Wang, and R. Kumar Argonne National Laboratory, Argonne, IL January 31, 2012

<http://www.global-hydrogen-bus-platform.com/>

HyFLEET:CUTE project

<http://www.hydrogen-motors.com/man.html>

Hydrogen motors: MAN Lion's City (2006)

<http://www.hydrogen-motors.com/mercedes-benz-citaro-fuel-cell.html>

Hydrogen motors: Mercedes-Benz Citaro Fuel Cell (2006)

<http://www.bus-bild.de/name/galerie/kategorie/alternative-antriebe~wasserstoff-brennstoffzelle~mercedes-benz-o-530-bz-citaro-fuel-cell.html>

bus-bild.de: Mercedes-Benz O 530 BZ (Citaro Fuel Cell)

<http://www.bus-bild.de/name/galerie/kategorie/alternative-antriebe~wasserstoff-brennstoffzelle~man-niederflurbus-3-generation-lions-city-h2-mit-brennstoffzelle.html>

bus-bild.de: MAN Niederflurbus 3. Generation (Lion's City H2 mit Brennstoffzelle)

http://www.fuelcellseminar.com/media/5277/dem43-3_scott.pdf

ISE: Implementation of Fuel Cell Transit Bus Service for Canada and London

http://nexthylights.eu/Publications/Clean-3_D3-1_WP3_EE_State_of_the_Art_23rd-FEB-2011.pdf

R. Zaetta, B. Madden (Element Energy): Hydrogen Fuel Cell Bus Technology State of the Art Review

<http://www.vossloh-kiepe.com/electric-buses/hybrid-buses/h2-hybrid-bus>

Vossloh Kiepe: H2 hybrid bus Phileas

<http://www.ballard.com/fuel-cell-applications/bus.aspx>

Ballard: Fuel cell applications

http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Hydrogen_and_Fuel_Cell_Technology

KA RWTH Aachen University: Hydrogen and Fuel Cell Technology

<http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/busreport.pdf>

US Federal Transport Association, National Fuel Cell Bus Program: A Report on Worldwide Hydrogen Bus Demonstrations, 2002-2007

http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/12012_fuel_cell_bus_targets.pdf

US Department of Energy: Fuel Cell Technologies Program Record

http://www.actransit.org/wp-content/uploads/NREL_rept_OCT2010.pdf

NREL: Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2010

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/54860.pdf>

NREL: National Fuel Cell Electric Vehicle Learning Demonstration Final Report

FCHBusz üzemeltetők

<http://chic-project.eu/>

Clean Hydrogen In European Cities project home

<http://busride.com/2009/05/ac-transit-grows-to-12-hyroad-zero-emission-vehicles/>

Busride: AC Transit grows to 12 HyRoad zero-emission vehicles

http://www.fuelcellmarkets.com/fuel_cell_power/news_and_information/3,1,6250,1,28987.html

fuelcellmarkets.com, Fuel cell buses EU and UK

<http://en.gvb.nl/overgvb/brandstofcelbus/Pages/default.aspx>

GVB: Fuel cell bus

<http://en.gvb.nl/overgvb/brandstofcelbus/Pages/Onderdelen-bus.aspx>

GVB: Fuel cell bus, implemented components explored!

<http://highvlocity.eu/>

High V.LO-City project

<http://www.hymove.nl/en/home/>

Province project HyMove

<http://www.actransit.org/environment/the-hyroad/>

AC transit: HyRoad

http://www.nrel.gov/hydrogen/proj_fc_bus_eval.html

NREL: Hydrogen Fuel Cell Bus Evaluations

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/55367.pdf>

NREL: Zero Emission Bay Area (ZEBA) Fuel Cell Bus Demonstration: Second Results Report

H2 építőelemek

<http://www.dynetek.com/hydrogen.php>

Dynetek Industries Ltd.: Hydrogen products

<http://www.ballard.com/fuel-cell-products/>

Ballard: Fuel cell products

http://www.ballard.com/files/PDF/Media/IWG_Final.pdf

Ballard: Putting Fuel Cells to Work

<http://www.utcpower.com/products/transportation/fleet-vehicles>

UTC power: Transportation Fleet Vehicles

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/hydrogen.pdf>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, HYDROGEN PRODUCTION AND STORAGE

<http://www.princeton.edu/pei/energy/publications/reports/No.318.pdf>

Joan M. Odgen: Prospects for Building a hydrogen energy infrastructure

http://www.hydrogenics.com/assets/pdfs/Fueling%20Station_English.pdf

Hydrogenics: Electrolysis-based Fueling stations

<http://www.fuelcellseminar.com/media/9138/com43-2%20yang.pdf>

Austin Power Engineering, Yang Young: Cost Analysis of Direct Hydrogen PEM Fuel Cell/Lithium Ion Battery Hybrid Power Source for Transportation

http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/tech_validation/pdfs/fcm07r0.pdf

College of the Desert: Fuel Cell Bus Maintenance

<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2009/l09177.pdf>

ECN: PEM Fuel Cells Durability and Cost

<http://xa.yimg.com/kq/groups/3004572/636040941/name/A%20review%20of%20PEM%20fuel%20cell%20durability.pdf>

Journal of Power Sources: A review of PEM fuel cell durability: Degradation mechanisms and mitigation strategies

<http://www.dynetek.com/hydrogen.php#2>

Dynetek: Hydrogen products

H2 előállítás

http://www.hydrogen.energy.gov/h2a_prod_studies.html

Current_Central_Electrolysis_version_3_02062012Current_Central_Electrolysis_version_3_02062012.xls input: Capital Costs „Number of Electrolyzer units in the plant”

Todd Ramsden & Mark Ruth: Current (2010) Hydrogen Production from Central Grid Electrolysis

http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review04/hpd_16_cohen.pdf

Teledyne: Hydrogen Generation from Electrolysis By Steve Cohen & Samir Ibrahim

<http://www.electrochemsci.org/papers/vol7/7043314.pdf>

International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE: Electrical Efficiency of Electrolytic Hydrogen Production

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/36734.pdf>

National Renewable Energy Laboratory: Summary of Electrolytic Hydrogen Production

<http://www.alternative-energy-news.info/technology/hydrogen-fuel/>

Alternative energy: Hydrogen fuel

<http://www.crest-au.com/docs/H2ProductionfromRenewablesbyElectrolysis%20Mar%202010v5.pdf>

Centre for Research into Energy for Sustainable Transport: Hydrogen Production from Renewable Energy by Electrolysis

H2 tárolás

http://www.madrimasd.org/queesmadrimasd/Pricit/PlanNet/documentos/03/documentos/publico/TDAUF/Hidrogeno/storage_1998.pdf

National Renewable Energy Laboratory: Costs of Storing and Transporting Hydrogen

<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/27079.pdf>

National Renewable Energy Laboratory: Survey of the Economics of Hydrogen Technologies

<http://www.cleanenergystates.org/assets/2011-Files/Hydrogen-and-Fuel-Cells/CESA-Lipman-H2-prod-storage-050311.pdf>

Timothy Lipman: An Overview of Hydrogen Production and Storage Systems with Renewable Hydrogen Case Studies

<http://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/ETD-UT-2010-12-2231>

Tobin Micah Powell: Design of an Underground Compressed Hydrogen Gas Storage Facility for Use at Fueling Stations

http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Underground_Hydrogen_Storage_in_Refuelling_Stations

IKA RWTH Aachen University: Underground Hydrogen Storage in Refuelling Stations

http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Large_Hydrogen_Underground_Storage

Large Hydrogen Underground Storage

http://www.fuelcellseminar.com/media/9228/a16_1.pdf

Dr. Susan Schoenung: Benefit/Cost Analysis of Large-Scale Hydrogen Storage for Renewable Utility Applications

http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/ihfpv_zheng2.pdf

Zhejiang university: R&D of Large Stationary Hydrogen/CNG/HCNG Storage Vessels

H2 biztonság

<http://hysafe.org/home>

HySafe - Safety of Hydrogen as an Energy Carrier

http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/cng_h2_workshop_8_wong.pdf

Powertech Labs Inc.: CNG & Hydrogen Tank Safety, R&D, and Testing

<http://www.40fires.org/Wiki.jsp?page=Hydrogen%20Safety>

40 fires foundation: Hydrogen Safety

<http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/hydrogen.pdf>

Air Products: MATERIAL SAFETY DATA SHEET, Hydrogen, compressed

http://www.hysafe.org/science/eAcademy/docs/1stesshs/presentations/Ireland_hydrogen_safety.pdf

LeeMcGill University, Montreal, Canada, Professor John H.S. Lee, Professor John H.S. Lee

http://www.lbst.de/download/2012/DWV_Hydrogen-Safety-Compendium_WHEC2012_07JUN2012.pdf

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST): DWV Hydrogen Safety Compendium

http://www.ineris.fr/centredoc/risoe_final.pdf

INERIS: New energy, new hazards? The hydrogen scenario.

H2 töltés

<http://www.hi-energy.org.uk/Downloads/Hydrogen%20Fuel%20Cell%20Resource/3b-Hydrogen%20refuelling%20and%20storage%20infrastructure.pdf>

Hydrogen Refuelling & Storage Infrastructure: Hydrogen Refuelling & Storage Infrastructure

<http://its.ucdavis.edu/>

Jonathan X. Weinert Institute of Transportation Studies - UC Davis: A Cost Analysis of Hydrogen

Stations for the California

<http://its.ucdavis.edu/>

Jonathan X. Weinert Institute of Transportation Studies - UC Davis: A Near-Term Economic Analysis of Hydrogen Fueling Stations

Erőmű

<http://www.world-nuclear.org/info/inf11.html>

World Nuclear Association: Energy Analysis of Power Systems

http://cec.org/Storage/130/15530_power_plants_english_web.pdf

Commission for Environmental Cooperation: North American Power Plant Air Emissions

H2 alapú erőmű

<http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/wastewater/energy/FuelCell/0803FuelCellDemoProjectSummary.pdf>

Fuel Cell Energy: King County Fuel Cell Demonstration

Környezeti hatás

http://h2g2.com/approved_entry/A16407173

h2g2, Atmospheric Pollution from the Internal Combustion Engine in the Urban Environment

<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/ch8c1en.html>

THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS, The Environmental Impacts of Transportation

<http://delphi.com/pdf/emissions/Delphi-Passenger-Car-Light-Duty-Truck-Emissions-Brochure-2011-2012.pdf>

Delphi, Worldwide Emission Standards Passenger Cars and Light Duty Vehicles

<http://www.energy.eu/publications/Analyzing-on-road-emissions-of-light-duty-vehicles-PEMS.pdf>

JRC, Analyzing on-road emissions of light-duty vehicles with PEMS

http://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-air-quality-term-2012/at_download/file

EEA Report No 10/2012, The contribution of transport to air quality TERM 2012: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe

http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2012/at_download/file

EEA Report No 4/2012 Air quality in Europe — 2012 report

http://ec.europa.eu/environment/archives/cafe/activities/pdf/cafe_cba_externalities.pdf

AEA Technology Environment, Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme

http://www.crest-au.com/docs/alt_CBA.pdf

MURDOCH UNIVERSITY, A Cost-Benefit Analysis of Perth's Hydrogen Fuel Cell Buses

<http://www.epa.gov/otag//models/nonrdmdl/nonrdmdl2010/420r10015.pdf>

US Environmental Protection Agency, Conversion Factors for Hydrocarbon Emission Components

http://www.dfl.d.de/Downloads/EU_080115_HandbuchExterneKostenVerkehr.pdf

CE Delft, Handbook on estimation of external cost in the transport sector

<http://www.unc.edu/~shashi/AirQuality/outdoorair.html>

UNC CEP Amber Hamm: Outdoor Air Quality

<http://www.epa.gov/airquality/carbonmonoxide/index.html>

US Environmental Protection Agency: Carbon Monoxide

http://www.carbonmonoxidekills.com/59/carbon_monoxide_motor_vehicles

Carbon Monoxide: Carbon Monoxide and Motor Vehicles

<http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/air/airquality/panels/igcb/documents/dcs-report2006.pdf>

AEA Technology, ED48796. Damage Costs for Air Pollution

<http://www.vtppi.org/tca/tca0510.pdf>

Victoria Transport Policy Institute: Transportation Cost and Benefit Analysis II – Air Pollution Costs

http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/74715/E86650.pdf

World Health Organization Europe, Health effects of transport-related air pollution

http://aida.econ.yale.edu/~nordhaus/Resources/Muller_overview.pdf

Nicholas Z. Muller & Robert Mendelsohn: Measuring the Damages of Air Pollution in the United States

http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/air_pollution_burden.pdf

Toronto Public Health, Dr. David McKeown, Air Pollution Burden of Illness from Traffic in Toronto

<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1104975#qundefined>

JAMA The Journal of the American Medical Association: Main Air Pollutants and Myocardial Infarction A Systematic Review and Meta-analysis

<http://www.vti.se/en/publications/pdf/tyreroad-noise--myths-and-realities.pdf>

Tyre/road noise – Myths and realities, Ulf Sandberg, Plenary paper published in the Proceedings of The 2001 International Congress and Exhibition on Noise Control Engineering, The Hague, The Netherlands, 2001 August 27–30

* * *

Melléklet 2.

Számítási alapadatok

Ezen mellékletben a számításokhoz felhasznált alapadatok kerülnek felsorolásra viszonylatonként bontva:

15 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	4,6
Menetidő maximális	perc	35
Üzemhossz	óra	14
Üzemnapok évente	n	257
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

26 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	20
Követési idő minimális	perc	15
Vonalhossz	km	4,5
Menetidő maximális	perc	20
Üzemhossz	óra	16
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Sziget (virtuális)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	20
Követési idő minimális	perc	15
Vonalhossz	km	2,2

Menetidő maximális	perc	10
Üzemhossz	óra	16
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

15

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	8,1
Menetidő maximális	perc	46
Üzemhossz	óra	14
Üzemnapok évente	n	257
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Munkavezeték a Boráros tértől a Szent István körülig:

Létesítendő hálózat kampós	km	3,96
Létesítendő hálózat félkaru	km	0,14
Létesítendő hálózat oszlops	km	0,00
Létesítendő hálózat oszlops félkau tartóval	km	0,38

26A

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	20
Követési idő minimális	perc	15
Vonalhossz	km	4,8
Menetidő maximális	perc	22
Üzemhossz	óra	3
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Munkavezeték az Árpád hídtól a Szent István körútig:

Létesítendő hálózat kampós	km	3,90
Létesítendő hálózat félkaru	km	0,00
Létesítendő hálózat oszlops	km	0,65
Létesítendő hálózat oszlops félkau tartóval	km	0,00

99 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	6
Vonalhossz	km	11,6
Menetidő maximális	perc	50
Üzemhossz	óra	18
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

99A

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	6
Vonalhossz	km	5,2
Menetidő maximális	perc	25
Üzemhossz	óra	18
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Munkavezeték:

Létesítendő hálózat kampós	km	5,23
Létesítendő hálózat félkaru	km	0,13
Létesítendő hálózat oszlops	km	0,20
Létesítendő hálózat oszlops félkau tartóval	km	0,00

99B

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	6
Vonalhossz	km	6,4
Menetidő maximális	perc	25
Üzemhossz	óra	18
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Egy autó

Itt feltételezzük, hogy egy autó minden munkanap egy alkalommal oda-vissza járja meg a várost.

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	60
Követési idő minimális	perc	60
Vonalhossz	km	10
Menetidő maximális	perc	10
Üzemhossz	óra	1
Üzemnapok évente	n	257
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

EUROIII motorral:

Diesel CO ₂ emisszió jármű	kg/km	0,23000
Diesel CO emisszió jármű	kg/km	0,00060
Diesel THC emisszió jármű	kg/km	0,00010
Diesel NO _x emisszió jármű	kg/km	0,00050

EUROV motorral:

Diesel CO2 emisszió jármű	kg/km	0,23000
Diesel CO emisszió jármű	kg/km	0,00047
Diesel THC emisszió jármű	kg/km	0,00004
Diesel NOx emisszió jármű	kg/km	0,00018

* * *

Melléklet 3.

Részletes számítási eredmények

A következő lapok tartalmazzák a részletes számítások eredményeit.

Beruházások közös

Megnevezés	mérték	egység	egységár HUF	összeg HUF
Sziget				
Útburkolás	2,1	km	30 000 000,00	63 000 000,00
Közvilágítás	84	db	800 000,00	67 200 000,00
Parkoló fedés	15500	m2	100 000,00	1 550 000 000,00
Parkoló füvesítés	15500	m2	5 400,00	83 700 000,00
Légelvezető rendszer	1	darab	53 000 000,00	53 000 000,00
Árpádhíd				
Átlátszó zajvédő fal	500	m	45 000,00	22 500 000,00
Busz villamospálya kilépő	1	db	3 000 000,00	3 000 000,00
Kilépő fedezőlámpa	1	db	6 000 000,00	6 000 000,00
Népfürdő utca megálló átépítés	1	db	14 000 000,00	14 000 000,00
Margithíd				
Busz villamospálya kilépő	2	db	3 000 000,00	6 000 000,00

Kilépő fedezőlámpa	2	db	6 000 000,00	12 000 000,00
Jászai Mari tér megálló átépítés	1	db	14 000 000,00	14 000 000,00
Ferenciek tere				
Aluljáró szellőztetés szintemelés	1	db	50 000 000,00	50 000 000,00
Rade Károly és Hazinszky Frigyes sétány				
Útburkolás	1,2	km	30 000 000,00	36 000 000,00
Közvilágítás	48	db	800 000,00	38 400 000,00
Vajda Péter utca				
Útburkolás	0,8	km	30 000 000,00	24 000 000,00
Petz Ármin sétány végállomás	1	db	100 000 000,00	100 000 000,00

Közös beruházásai költség				2 142 800 000,00
---------------------------	--	--	--	------------------

Beruházásigény most

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Jármű	10	80 000 000,00	800 000 000,00
26-os busz			
Jármű	4	80 000 000,00	320 000 000,00
99A busz (virtuális)			
Jármű	12	80 000 000,00	960 000 000,00

Jármű beruházási költség	2 080 000 000,00
Infrastruktúra beruházási költség	0,00
Közös beruházási költség	2 142 800 000,00
Teljes beruházási költség	4 222 800 000,00

Üzemeltetés most

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Üzemanyagköltség	1	57 000 955,20	57 000 955,20
Fenntartási költség	1	34 236 322,85	34 236 322,85
Járművezetők költsége	1	57 750 000,00	57 750 000,00
CO2 költség	1	1 406 155,97	1 406 155,97
Egészségügyi költség	1	18 739 522,69	18 739 522,69
26-os busz			
Üzemanyagköltség	1	44 634 240,00	44 634 240,00
Fenntartási költség	1	26 808 537,60	26 808 537,60
Járművezetők költsége	1	36 750 000,00	36 750 000,00
CO2 költség	1	1 101 081,60	1 101 081,60
Egészségügyi költség	1	14 673 865,56	14 673 865,56
99A busz (virtuális)			
Üzemanyagköltség	1	116 049 024,00	116 049 024,00
Fenntartási költség	1	69 702 197,76	69 702 197,76

Járművezetők költsége	1	126 000 000,00	126 000 000,00
CO2 költség	1	2 862 812,16	2 862 812,16
Egészségügyi költség	1	38 152 050,46	38 152 050,46

Éves költségek

Üzemanyagköltség			217 684 219,20
Fenntartási költség			130 747 058,21
Járművezetők költsége			220 500 000,00
Teljes egészségügyi költség			76 935 488,44
Teljes költség			645 866 765,85

Beruházások FCH

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Jármű	13	330 000 000,00	4 290 000 000,00
99A busz			
Jármű	12	330 000 000,00	3 960 000 000,00
H2 előállítás, tárolás és töltés			
H2 üzem (elektrolízis, 2t/nap), 6t tároló, töltőállomás	1	1 455 465 620,00	1 455 465 620,00
Depó			
FCH busz depókiépítése	1	120 000 000,00	120 000 000,00

Jármű beruházási költség	8 250 000 000,00
Infrastruktúra beruházási költség	1 575 465 620,00
Közös beruházási költség	2 142 800 000,00
Teljes beruházási költség	11 968 265 620,00

Üzemeltetés FCH

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Üzemanyagköltség	1	31 661 637,80	31 661 637,80
Fenntartási költség	1	105 499 973,12	105 499 973,12
Járművezetők költsége	1	78 750 000,00	78 750 000,00
CO2 költség	1	0,00	0,00
Egészségügyi költség	1	1 252 245,94	1 252 245,94
26A busz			
Üzemanyagköltség	1	2 815 932,21	2 815 932,21
Fenntartási költség	1	9 382 988,16	9 382 988,16
Járművezetők költsége	1	15 750 000,00	15 750 000,00
CO2 költség	1	0,00	0,00
Egészségügyi költség	1	111 372,62	111 372,62
99A busz			
Üzemanyagköltség	1	36 607 118,75	36 607 118,75
Fenntartási költség	1	121 978 846,08	121 978 846,08
Járművezetők költsége	1	126 000 000,00	126 000 000,00
CO2 költség	1	0,00	0,00

Egészségügyi költség	1	1 447 844,11	1 447 844,11
----------------------	---	--------------	--------------

Éves költségek

Üzemanyagköltség			71 084 688,76
Fenntartási költség			236 861 807,36
Járművezetők költsége			220 500 000,00
Teljes egészségügyi költség			2 811 462,67
Teljes költség			531 257 958,79

Beruházások E-busz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Jármű	14	176 000 000,00	2 464 000 000,00
99A busz			
Jármű	12	176 000 000,00	2 112 000 000,00
Depó			
E-busz depó kiépítése	1	54 000 000,00	54 000 000,00
Népliget M végállomás			
Töltőállomás vandálbiztos	1	200 000,00	200 000,00
Boráros tér végállomás			
Töltőállomás vandálbiztos	1	200 000,00	200 000,00

Jármű beruházási költség	4 576 000 000,00
Infrastruktúra beruházási költség	54 400 000,00
Közös beruházási költség	2 142 800 000,00
Teljes beruházási költség	6 773 200 000,00

Üzemeltetés E-busz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Üzemanyagköltség	1	7 191 937,74	7 191 937,74
Fenntartási költség	1	89 180 028,00	89 180 028,00
Járművezetők költsége	1	78 750 000,00	78 750 000,00
CO2 költség	1	404 356,12	404 356,12
Egészségügyi költség	1	4 306 954,17	4 306 954,17
26A busz			
Üzemanyagköltség	1	639 638,71	639 638,71
Fenntartási költség	1	7 931 520,00	7 931 520,00
Járművezetők költsége	1	15 750 000,00	15 750 000,00
CO2 költség	1	35 962,75	35 962,75
Egészségügyi költség	1	383 053,18	383 053,18
99A busz			
Üzemanyagköltség	1	8 315 303,23	8 315 303,23
Fenntartási költség	1	103 109 760,00	103 109 760,00
Járművezetők költsége	1	126 000 000,00	126 000 000,00
CO2 költség	1	467 515,70	467 515,70

Egészségügyi költség	1	4 979 691,31	4 979 691,31
----------------------	---	--------------	--------------

Éves költségek

Üzemanyagköltség			16 146 879,68
Fenntartási költség			200 221 308,00
Járművezetők költsége			220 500 000,00
Teljes egészségügyi költség			10 577 533,22
Teljes költség			447 445 720,90

Beruházások trolibusz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Jármű	13	150 000 000,00	1 950 000 000,00
Munkavezeték kiépítés	1	673 016 000,00	673 016 000,00
Ferenciek tere aluljáró magasítás	1	120 000 000,00	120 000 000,00
Ferenciek tere aluljáró közműkiváltás	1	43 000 000,00	43 000 000,00
26A busz			
Munkavezeték kiépítés	1	711 100 000,00	711 100 000,00
99A busz			
Jármű	12	150 000 000,00	1 800 000 000,00
Munkavezeték kiépítés	1	801 100 000,00	801 100 000,00
Jármű beruházási költség			3 750 000 000,00

Infrastruktúra beruházási költség	2 348 216 000,00
Közös beruházási költség	2 142 800 000,00
Teljes beruházási költség	8 241 016 000,00

Üzemeltetés trolibusz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
15-ös busz			
Üzemanyagköltség	1	22 853 868,51	22 853 868,51
Fenntartási költség	1	117 479 823,55	117 479 823,55
Járművezetők költsége	1	78 750 000,00	78 750 000,00
CO2 költség	1	1 284 925,15	1 284 925,15
Egészségügyi költség	1	10 959 212,87	10 959 212,87
26A busz			
Üzemanyagköltség	1	2 032 584,19	2 032 584,19
Fenntartási költség	1	10 448 455,68	10 448 455,68
Járművezetők költsége	1	15 750 000,00	15 750 000,00
CO2 költség	1	114 279,06	114 279,06
Egészségügyi költség	1	974 693,75	974 693,75
99A busz			
Üzemanyagköltség	1	26 423 594,50	26 423 594,50
Fenntartási költség	1	135 829 923,84	135 829 923,84
Járművezetők költsége	1	126 000 000,00	126 000 000,00
CO2 költség	1	1 485 627,74	1 485 627,74
Egészségügyi költség	1	12 671 018,77	12 671 018,77

Éves költségek

Üzemanyagköltség	51 310 047,20
Fenntartási költség	263 758 203,07
Járművezetők költsége	220 500 000,00
Teljes egészségügyi költség	27 489 757,34
Teljes költség	563 058 007,60

Összegzés segéd

Dízelbusz/most emisszió (Nox ekvivalens)	15ere	26ere	99A virt	összes
CO2 emisszió kg/év	238,3315	186,624	485,2224	910,1779
CO emisszió kg/év	104,27	81,648	212,2848	398,2028
SO2 emisszió kg/év	0	0	0	0
THC emisszió kg/év	65,11558	50,98834	132,5696914	248,6736
PM emisszió kg/év	0	0	0	0
NOx emisszió kg/év	3018,866	2363,904	6146,1504	11528,92
Zaj emisszió kg/év	462,5419	362,1905	941,6953728	1766,428

FCHBusz emisszió (Nox ekvivalens)	15	26A	99A	összes
CO2 emisszió kg/év	1,57E-09	1,40E-10	1,82E-09	3,53E-09
CO emisszió kg/év	0	0	0	0
SO2 emisszió kg/év	2,50E-06	2,22E-07	2,89E-06	5,61E-06
THC emisszió kg/év	0	0	0	0
PM emisszió kg/év	1,51E-05	1,34E-06	1,75E-05	3,39E-05
NOx emisszió kg/év	2,10E-06	1,87E-07	2,43E-06	4,71E-06
Zaj emisszió kg/év	243,96	21,70	282,07	547,72

E-Busz emisszió (Nox ekvivalens)	15	26A	99A	összes
---	----	-----	-----	--------

CO2 emisszió kg/év	68,53494	6,095381	79,24	153,8703
CO emisszió kg/év	0	0	0	0
SO2 emisszió kg/év	9,061842	0,805945	10,48	20,34507
THC emisszió kg/év	0	0	0	0
PM emisszió kg/év	372,8301	33,15887	431,07	837,0542
NOx emisszió kg/év	213,2198	18,96341	246,52	478,7075
Zaj emisszió kg/év	243,9598	21,69737	282,07	547,7231

Trolibusz emisszió (Nox ekvivalens)	15	26A	99A	összes
CO2 emisszió kg/év	217,7839	19,36933	251,8013123	488,9546
CO emisszió kg/év	0	0	0	0
SO2 emisszió kg/év	28,79587	2,561056	33,29372906	64,65066
THC emisszió kg/év	0	0	0	0
PM emisszió kg/év	1184,745	105,3692	1369,799139	2659,913
NOx emisszió kg/év	677,55	60,26014	783,3818604	1521,192
Zaj emisszió kg/év	243,9598	21,69737	282,0658464	547,7231

Autó ekv. emisszió (Nox ekvivalens)	15ere	26ere	99A virt	összes
CO2 emisszió kg/év	970,7044	760,104	3255,0336	4985,842
CO emisszió kg/év	506,4545	396,576	1698,2784	2601,309
SO2 emisszió kg/év	0	0	0	0
THC emisszió kg/év	108,526	84,98057	363,9168	557,4233
PM emisszió kg/év	0	0	0	0
NOx emisszió kg/év	2813,636	2203,2	9434,88	14451,72
Zaj emisszió kg/év	2616,963	2049,196	8775,381888	13441,54

H2 fogyasztás				
kg/nap	163,3	10,37	134,78	308,45

Összegzés

	Dízelbusz/most MHUF	FCHBusz MHUF	E-Busz MHUF	Trolibusz MHUF	
Beruházási költségek					
Járműbeszerzés	2 080,00	8 250,00	4 576,00	3 750,00	
Infrastruktúra létesítés	0,00	1 575,47	54,40	2 348,22	
Közös beruházás (pl. útfelújítás)	2 142,80	2 142,80	2 142,80	2 142,80	
Teljes beruházási költség	4 222,80	11 968,27	6 773,20	8 241,02	
Kohéziós önrész %	100,00	20,00	20,00	20,00	
Beruházási költség kohéziós támogatással	4 222,80	2 393,65	1 354,64	1 648,20	
Üzemeltetési költségek évente					
Üzemanyag költség	217,68	71,08	16,15	51,31	
Fenntartási költség	130,75	236,86	200,22	263,76	
Járművezetők költsége	220,50	220,50	220,50	220,50	
Egészségügyi költség	76,94	2,81	10,58	27,49	
Teljes üzemeltetés	645,87	531,26	447,45	563,06	
<hr/> <hr/>					
	Dízelbusz/most	FCHBusz	E-Busz	Trolibusz	Autó ekv.
Károsanyag emisszió sziget (Nox ekvivalens)					
CO2 emisszió kg/év	91,2384	3,42E-10	14,89981935	47,3472553	371,6064
CO emisszió kg/év	39,9168	0	0	0	193,8816
SO2 emisszió kg/év	0	5,43E-07	1,970087226	6,260359311	0

THC emisszió kg/év	24,92763429	0	0	0	41,54605714
PM emisszió kg/év	0	3,28E-06	81,05501729	257,5690688	0
NOx emisszió kg/év	1155,6864	4,56E-07	46,35499355	147,302572	1077,12
Zaj emisszió "kg"/év	177,0709248	53,04	53,0380224	53,0380224	1001,829312
Összesen	1488,840159	53,03802668	197,3179398	511,5172778	2685,983369

Károsanyag emisszió összes (Nox ekvivalens)

CO2 emisszió kg/év	910,17792	3,53332E-09	153,8702652	488,9545674	4985,84202
CO emisszió kg/év	398,20284	0	0	0	2601,30888
SO2 emisszió kg/év	0	5,6062E-06	20,34506839	64,65065947	0
THC emisszió kg/év	248,6736103	0	0	0	557,4233314
PM emisszió kg/év	0	3,39198E-05	837,0542425	2659,912847	0
NOx emisszió kg/év	11528,92032	4,71109E-06	478,7074916	1521,191987	14451,716
Zaj emisszió "kg"/év	1766,427798	547,7230546	547,7230546	547,7230546	13441,54105
Összesen	14852,40249	547,7230989	2037,700122	5282,433116	36037,83128

Károsanyag emisszió sziget (Nox ekvivalens) csak a szigeten szétszórta

CO2 emisszió kg/év	91,2384	0,00E+00	0	0	371,6064
CO emisszió kg/év	39,9168	0,00E+00	0	0	193,8816
SO2 emisszió kg/év	0	0,00E+00	0	0	0
THC emisszió kg/év	24,92763429	0,00E+00	0	0	41,54605714
PM emisszió kg/év	0	0,00E+00	0	0	0
NOx emisszió kg/év	1155,6864	0,00E+00	0	0	1077,12
Zaj emisszió "kg"/év	177,0709248	53,04	53,04	53,04	1001,829312
Összesen	1488,840159	53,0380224	53,0380224	53,0380224	2685,983369

Károsanyag emisszió összes (Nox ekvivalens) csak a szigeten és belvárosban szétszórta

CO2 emisszió kg/év	910,17792	0	0	0	4985,84202
CO emisszió kg/év	398,20284	0	0	0	2601,30888

SO2 emisszió kg/év	0	0	0	0	0
THC emisszió kg/év	248,6736103	0	0	0	557,4233314
PM emisszió kg/év	0	0	0	0	0
NOx emisszió kg/év	11528,92032	0	0	0	14451,716
Zaj emisszió "kg"/év	1766,427798	547,7230546	547,7230546	547,7230546	13441,54105
Összesen	14852,40249	547,7230546	547,7230546	547,7230546	36037,83128

* * *

Melléklet 4.

Referenciaszámítás

Mivel a projekt részletes számításai több száz oldalt tesznek ki ezért itt csak egy úgynevezett referenciaszámítást adunk közre, amivel ellenőrizhetők a számításhoz alkalmazott módszerek.

H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyagüzem létesítés

H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyagüzem létesítés	egység	érték
H2 gyártás limit	kg/nap	2 092,00
H2 gyártás valós	kg/nap	520,00
H2 tárolás	HUF/kg	141 240,00
H2 tárolókapacitás	kg	6 000,00
H2 tárolási időtartam	nap	2,00
H2 üzem	HUF	423 625 620,00
H2 tárolás	HUF	847 440 000,00
H2 töltőállomás	HUF	114 400 000,00
H2 tartálykocsi	HUF	70 000 000,00
Teljes üzemanyagelőállítás és töltés beruházás	HUF	1 455 465 620,00

H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyag előállítás

H2 (FCHbusz buszjárat) üzemanyag előállítás	egység	érték
H2 elektrolízis energiaigény	kwh/kg	50,00
H2 előállítási költség	HUF/kg	600,00
H2 tárolás működési költség	HUF/kg	75,24
H2 tárolás működési költség	HUF/év	82 387 800,00
H2 töltési költség	HUF/kg	79,20
H2 éves átfolyó gázmennyiség	kg/év	189 800,00
H2 töltési költség	HUF/év	15 032 160,00
H2 teljes ár	HUF/kg	754,44
H2 teljes ár	USD/kg	3,429272727

H2 teljes ár EUR/kg 2,557423729

Alap adatok

Alap adatok	egység	érték
EUR to HUF		295
USD to HUF		220
AUD to HUF		230
CAD to HUF		221
CO2 kvóta	EUR/t	15
Dízel üzemanyag ára	HUF/l	410
LPG üzemanyag ára	HUF/l	220,66
CNG üzemanyag ára	HUF/kg	316,24
Áram ára	HUF/kwh	17
Áram ára hulladék	HUF/kwh	12
H2 ára	HUF/kg	754,44
Gázerőmű CO2 emisszió	kg/kwh	0,6
Gázerőmű SO2 emisszió	kg/kwh	0,00005
Gázerőmű PM emisszió	kg/kwh	0,00034
Gázerőmű NOx emisszió	kg/kwh	0,0014
Gázerőmű energiája a nullemiszióshoz képest	%	36
CO2 emisszió energiatermeléskor	kg/kwh	0,216
SO2 emisszió energiatermeléskor	kg/kwh	0,000018
PM emisszió energiatermeléskor	kg/kwh	0,000122
NOx emisszió energiatermeléskor	kg/kwh	0,000504
CO2 emisszió valóban zöld energiatermeléskor	kg/kwh	1,00E-12
SO2 emisszió valóban zöld energiatermeléskor	kg/kwh	1,00E-12
PM emisszió valóban zöld energiatermeléskor	kg/kwh	1,00E-12
NOx emisszió valóban zöld energiatermeléskor	kg/kwh	1,00E-12
CO egészségügyi költség	EUR/kg	3
SO2 egészségügyi költség	EUR/kg	23,8
PM egészségügyi költség	EUR/kg	144
Nox egészségügyi költség	EUR/kg	20
NMHC egészségügyi költség	EUR/kg	3,857143
CO2 veszélyesség korrekciós tényező	n	0,00075
CO veszélyesség korrekciós tényező	n	0,15
SO2 veszélyesség korrekciós tényező	n	1,19
PM veszélyesség korrekciós tényező	n	7,2

NOx veszélyesség korrekciós tényező	n	1
NMHC veszélyesség korrekciós tényező	n	0,192857
Zaj autó egészségügyi költség nappali	EUR/km	0,0076
Zaj autó egészségügyi költség éjszakai	EUR/km	0,0139
Zaj busz egészségügyi költség nappali	EUR/km	0,0381
Zaj busz egészségügyi költség éjszakai	EUR/km	0,0695
Éjszakai a nappalihoz viszony	%	27
Nappali zajszorzó	n	0,73
Éjjeli zajszorzó	n	0,27
Zaj autó egészségügyi költség átlagos	EUR/km	0,009301
Zaj busz egészségügyi költség átlagos	EUR/km	0,046578
Zaj Ebusz egészségügyi költség átlagos	EUR/km	0,013952
Egészségügyi költség államot érintő része	%	87

Számítási viszonylat adatai

Számítási viszonylat adatai	egység	érték
Követési idő átlagos	perc	10
Követési idő minimális	perc	6
Vonalhossz	km	10
Menetidő maximális	perc	25
Üzemhossz	óra	18
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta járat	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83
Futott távolság forduló egy jármű	km	20
Forduló óránként járat	n	6
Forduló naponta járat	n	108
Forduló évente járat	n	38880
Futott távolság óránként járat	km	120
Futott távolság naponta járat	km	2160
Futott távolság évente járat	km	777600
Legrosszabb vonalsebesség	kmh	24
Minimális járműszükséglet járat	n	9
Jármű futás	km/nap	240

Jármű futás	km/év	86400
Járműszükséglet járat	n	12
Járművezető dolgozik	nap/év	320
Járművezető dolgozik	óra/nap	8
Járművezető szükséglet járat	n/nap	21
Járművezető szükséglet járat	n/év	24
Járművezető bér és egyéb költség járat	HUF/év	5 250 000
Teljes járművezető költség járat	HUF/év	126 000 000
Autó to busz utasráta	n	28,33333333
Busz to fogas utasráta	n	0,409638554

Autójárat üzemanyagköltség

Autójárat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	l/100km	7,00
Fogyasztás jármű	l/km	0,07000
Fogyasztás jármű	l/forduló	1,40
Fogyasztás "járat"	l/óra	8,40
Fogyasztás "járat"	l/nap	151,20
Fogyasztás "járat"	l/év	54 432,00
Üzemanyag költség "járat"	HUF/km	28,70
Üzemanyag költség "járat"	HUF/év	22 317 120,00
Üzemanyag költség "járat"	EUR/év	75 651,25
Fenntartási költség "járat"	HUF/km	9,00
Fenntartási költség "járat"	HUF/év	6 998 400,00
Egy jármű ára	HUF	3 500 000,00
Jármű beszerzés költsége "járat"	HUF	42 000 000,00

Busz ekvivalens költségek:

Üzemanyag költség járat	HUF/év	632 318 400,00
Üzemanyag költség járat	EUR/év	2 143 452,20
Fenntartási költség járat	HUF/év	198 288 000,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	1 190 000 000,00

Autójárat CO2 költség

Autójárat CO2 költség	egység	érték
Diesel CO2 emisszió jármű	kg/km	0,23000
Diesel CO emisszió jármű	kg/km	0,00060
Diesel THC emisszió jármű	kg/km	0,00010
Diesel NOx emisszió jármű	kg/km	0,00050
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	4,60
CO2 emisszió 'járat'	kg/óra	27,60
CO2 emisszió 'járat'	kg/nap	496,80
CO2 emisszió 'járat'	kg/év	178 848,00
CO emisszió 'járat'	kg/év	466,56
THC emisszió 'járat'	kg/év	77,76
NOx emisszió 'járat'	kg/év	388,80
CO2 költség 'járat'	EUR/év	2 682,72
CO2 költség 'járat'	HUF/év	791 402,40
CO egészségügyi költség 'járat'	EUR/év	1 399,68
THC egészségügyi költség 'járat'	EUR/év	299,93
NOx egészségügyi költség 'járat'	EUR/év	7 776,00
Zaj egészségügyi költség 'járat'	EUR/év	7 232,46
Teljes egészségügyi költség 'járat'	EUR/év	16 708,07
Teljes egészségügyi költség 'járat'	HUF/év	4 928 880,36
Tejes egészségügyi költség állapot érintő része 'járat'	HUF/év	4 288 125,92
NOx ekvivalens CO2 emisszió 'járat'	kg/év	134,14
NOx ekvivalens CO emisszió 'járat'	kg/év	69,98
NOx ekvivalens THC emisszió 'járat'	kg/év	15,00
NOx ekvivalens NOx emisszió 'járat'	kg/év	388,80
NOx ekvivalens zaj emisszió 'járat'	kg/év	361,62
Busz ekvivalens költségek:		
CO2 emisszió járat	kg/óra	782,00
CO2 emisszió járat	kg/nap	14 076,00
CO2 emisszió járat	kg/év	5 067 360,00
CO emisszió járat	kg/év	13 219,20
THC emisszió járat	kg/év	2 203,20
NOx emisszió járat	kg/év	11 016,00
CO2 költség járat	EUR/év	76 010,40
CO2 költség járat	HUF/év	22 423 068,00

CO egészségügyi költség járat	EUR/év	39 657,60
THC egészségügyi költség járat	EUR/év	8 498,06
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	220 320,00
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	204 919,63
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	473 395,29
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	139 651 610,30
Tejes egészségügyi költség államot érintő része járat	HUF/év	121 496 900,96
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	3 800,52
NOx ekvivalens CO emisszió járat	kg/év	1 982,88
NOx ekvivalens THC emisszió járat	kg/év	424,90
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	11 016,00
NOx ekvivalens zaj emisszió járat	kg/év	10 245,98

Buszjárat üzemanyagköltség

Buszjárat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	l/100km	70,00
Fogyasztás jármű	l/km	0,70000
Fogyasztás jármű	l/forduló	14,00
Fogyasztás járat	l/óra	84,00
Fogyasztás járat	l/nap	1 512,00
Fogyasztás járat	l/év	544 320,00
Üzemanyag költség járat	HUF/km	287,00
Üzemanyag költség járat	HUF/év	223 171 200,00
Üzemanyag költség járat	EUR/év	756 512,54
Fenntartási költség járat	HUF/km	172,38
Fenntartási költség járat	HUF/év	134 042 688,00
Egy jármű ára	HUF	80 000 000,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	960 000 000,00

Buszjárat CO2 költség

Buszjárat CO2 költség	egység	érték
-----------------------	--------	-------

Diesel bus CO2 emisszió jármű	kg/km	1,60000
Diesel bus CO emisszió jármű	kg/km	0,00350
Diesel bus THC emisszió jármű	kg/km	0,00170
Diesel bus NOx emisszió jármű	kg/km	0,01520
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	32,00
CO2 emisszió járat	kg/óra	192,00
CO2 emisszió járat	kg/nap	3 456,00
CO2 emisszió járat	kg/év	1 244 160,00
CO emisszió járat	kg/év	2 721,60
THC emisszió járat	kg/év	1 321,92
NOx emisszió járat	kg/év	11 819,52
CO2 költség járat	EUR/év	18 662,40
CO2 költség járat	HUF/év	5 505 408,00
CO egészségügyi költség járat	EUR/év	8 164,80
THC egészségügyi költség járat	EUR/év	5 098,83
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	236 390,40
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	36 219,05
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	285 873,09
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	84 332 560,69
Tejes egészségügyi költség államot érintő része járat	HUF/év	73 369 327,80
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	933,12
NOx ekvivalens CO emisszió járat	kg/év	408,24
NOx ekvivalens THC emisszió járat	kg/év	254,94
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	11 819,52
NOx ekvivalens Zaj emisszió járat	kg/év	1 810,95

Trolibusz-járat üzemanyagköltség

Trolibusz-járat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	kwh/km	3,84
Fogyasztás jármű	kwh/forduló	76,88
Fogyasztás járat	kwh/óra	461,28
Fogyasztás járat	kwh/nap	8 303,04
Fogyasztás járat	kwh/év	2 989 094,40
Üzemanyag költség járat	HUF/km	65,35
Üzemanyag költség járat	HUF/év	50 814 604,80
Üzemanyag költség járat	EUR/év	172 252,90

Fenntartási költség jármű	HUF/km	212,16
Fenntartási költség hálózat	HUF/km	123,76
Fenntartási költség járat	HUF/év	261 211 392,00
Egy jármű ára	HUF	150 000 000,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	1 800 000 000,00

Trolibusz-járat hálózat létesítési költség

Trolibusz-járat hálózat létesítési költség	egység	érték
Hálózat létesítés költsége kampós	HUF/km	140 000 000,00
Félkaru tartó létesítési költsége	HUF/km	4 800 000,00
Oszlop létesítési költsége	HUF/km	114 000 000,00
Létesítendő hálózat kampós	km	5,00
Létesítendő hálózat félkaru	km	4,00
Létesítendő hálózat oszlops	km	3,00
Létesítendő hálózat oszlops félkau tartóval	km	2,00
Teljes létesítendő hossz	km	14,00
Hálózat létesítés költsége	HUF	2 558 800 000,00
Áramellátó költsége	HUF/db	70 000 000,00
Áramellátó igény	km	5,00
Áramellátó darab	n	1,00
Meglévő áramellátó	n	0,00
Áramellátó létesítendő	n	0,00
Áramellátó teljes létesítési költsége	HUF	0,00
Teljes hálózat létesítés költsége	HUF	2 558 800 000,00

Trolibusz-járat CO2 emisszió költség

Trolibusz-járat CO2 emisszió költség	egység	érték
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	16,61
CO2 emisszió járat	kg/óra	99,64
CO2 emisszió járat	kg/nap	1 793,46
CO2 emisszió járat	kg/év	645 644,39
SO2 emisszió járat	kg/év	53,80
PM emisszió járat	kg/év	365,87

NOx emisszió járat	kg/év	1 506,50
CO2 költség járat	EUR/év	9 684,67
CO2 költség járat	HUF/év	2 856 976,43
SO2 egészségügyi költség járat	EUR/év	1 280,53
PM egészségügyi költség járat	EUR/év	52 684,58
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	30 130,07
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	10 848,69
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	94 943,87
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	28 008 441,13
Tejes egészségügyi költség államot érintő része járat	HUF/év	24 367 343,79
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	484,23
NOx ekvivalens SO2 emisszió járat	kg/év	64,03
NOx ekvivalens PM emisszió járat	kg/év	2 634,23
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	1 506,50
NOx ekvivalens Zaj emisszió járat	kg/év	542,43

E-busz buszjárat üzemanyagköltség

Ebusz-járat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	kwh/km	1,21
Fogyasztás jármű	kwh/forduló	24,19
Fogyasztás járat	kwh/óra	145,16
Fogyasztás járat	kwh/nap	2 612,90
Fogyasztás járat	kwh/év	940 645,16
Üzemanyag költség járat	HUF/km	20,56
Üzemanyag költség járat	HUF/év	15 990 967,74
Üzemanyag költség járat	EUR/év	54 206,67
Fenntartási költség járat	HUF/km	255,00
Fenntartási költség járat	HUF/év	198 288 000,00
Egy jármű ára	HUF	176 000 000,00
Biztonságos megtehető távolság	km	130,00
Töltési idő	óra	3,00
Plusz jármű igény járat	n	1,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	2 288 000 000,00

E-busz buszjárat CO2 emisszió költség

Ebusz-járat CO2 emisszió költség	egység	érték
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	5,23
CO2 emisszió járat	kg/óra	31,35
CO2 emisszió járat	kg/nap	564,39
CO2 emisszió járat	kg/év	203 179,35
SO2 emisszió járat	kg/év	16,93
PM emisszió járat	kg/év	115,13
NOx emisszió járat	kg/év	474,09
CO2 költség járat	EUR/év	3 047,69
CO2 költség járat	HUF/év	899 068,65
SO2 egészségügyi költség járat	EUR/év	402,97
PM egészségügyi költség járat	EUR/év	16 579,44
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	9 481,70
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	10 848,69
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	37 312,80
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	11 007 275,22
Teljes egészségügyi költség államot érintő része járat	HUF/év	9 576 329,44
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	152,38
NOx ekvivalens SO2 emisszió járat	kg/év	20,15
NOx ekvivalens PM emisszió járat	kg/év	828,97
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	474,09
NOx ekvivalens Zaj emisszió járat	kg/év	542,43

FCHbusz buszjárat üzemanyagköltség

FCHbusz buszjárat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	kg/100km	12,00
Fogyasztás jármű	kg/km	0,12
Fogyasztás jármű	kwh/km	6,00
Fogyasztás jármű	kg/forduló	2,40
Fogyasztás járat	kg/óra	14,40
Fogyasztás járat	kg/nap	259,20
Fogyasztás járat	kg/év	93 312,00
Fogyasztás jármű	kwh/forduló	120,00
Fogyasztás járat	kwh/óra	720,00

Fogyasztás járat	kwh/nap	12 960,00
Fogyasztás járat	kwh/év	4 665 600,00
Üzemanyag költség járat	HUF/km	90,53
Üzemanyag költség járat	HUF/év	70 398 305,28
Üzemanyag költség járat	EUR/év	238 638,32
Fenntartási költség járat	HUF/km	301,67
Fenntartási költség járat	HUF/év	234 574 704,00
Egy jármű ára	HUF	330 000 000,00
Biztonságos megtehető távolság	km	250,00
Töltési idő	óra	0,50
Plusz jármű igény járat	n	0,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	3 960 000 000,00

FCHbusz buszjárat CO2 emisszió költség

FCHbusz buszjárat CO2 emisszió költség	egység	érték
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	1,20E-10
CO2 emisszió járat	kg/óra	7,20E-10
CO2 emisszió járat	kg/nap	1,30E-08
CO2 emisszió járat	kg/év	4,67E-06
SO2 emisszió járat	kg/év	4,67E-06
PM emisszió járat	kg/év	4,67E-06
NOx emisszió járat	kg/év	4,67E-06
CO2 költség járat	EUR/év	7,00E-08
CO2 költség járat	HUF/év	2,06E-05
SO2 egészségügyi költség járat	EUR/év	1,11E-04
PM egészségügyi költség járat	EUR/év	6,72E-04
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	9,33E-05
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	10 848,69
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	10 848,69
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	3 200 362,75
Tejes egészségügyi költség állapot érintő része járat	HUF/év	2 784 315,59
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	0,00
NOx ekvivalens SO2 emisszió járat	kg/év	0,00
NOx ekvivalens PM emisszió járat	kg/év	0,00
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	0,00
NOx ekvivalens Zaj emisszió járat	kg/év	542,43

* * *