

Fogas projekt

**Belépő szintű terv,
szakmai anyag**

Utolsó módosítás: 2016.09.09

BEVEZETÉS.....	5
CÉLJA.....	5
KONCEPCIÓ	5
UTASRÁHORDÁS.....	6
VÁROSMAJOR VÉGÁLLOMÁS.....	6
JKM KÖLTSÉG CSÖKKENTÉSE	6
FOGASKEREKŰ VASÚT TECHNIKAI MEGOLDÁSOK.....	7
ŰRSZELVÉNY	7
VÁGÁNYKAPCSOLATOK.....	7
SÍNFÉK.....	8
MŰSZAKI ÁLLAPOT ÉS MEGBÍZHATÓSÁG.....	8
KÖVETÉSI IDŐK.....	8
JÁRMŰVEK.....	9
ÁRAMELLÁTÁS	9
ZAJCSÖKKENTÉS	9
FORGALOMELOSZLÁS.....	10
VÁROSMAJOR KOCSISZÍN	10
VASÚTIRÁNYÍTÁS	10
MEGÁLLÓK	11
SZÉLL KÁLMÁN TÉR VÉGÁLLOMÁS	11
ORGONÁS MEGÁLLÓ.....	11
MELYIK TECHNOLÓGIA?	14
KIESŐK.....	15
VÉGKÖVETKEZTETÉS	15
E-BUSZ.....	16
ÁLTALÁBAN.....	16
<i>Hogyan működik.....</i>	16
<i>Mennyire tiszta és környezetbarát</i>	16
<i>Finanszírozási megfontolások</i>	18
<i>Technológiai megfontolások</i>	19
HAZAI ERŐFORRÁSOK	19
<i>Gyártás.....</i>	19
<i>Üzemeltetés.....</i>	19
JÁRMŰ.....	19
<i>Követelmények</i>	19
<i>Járműútirányítás.....</i>	20
TÖLTŐÁLLOMÁS	20
KARBANTARTÓMŰHELY ÉS GARAZSÍROZÁS	20
<i>Kelenföld buszgarázs</i>	20
BIZTONSÁG	20
JÁRATOK	21
21-ES (EREDETI).....	21
21A (EREDETI).....	21
102-ES (EREDETI).....	21
112-ES (EREDETI).....	21

212-ES (EREDETI).....	21
FOGAS (EREDETI).....	22
90-ES.....	22
190-ES.....	22
212-ES.....	23
FOGAS.....	23
MEGVALÓSÍTÁS, KÖZÚTI FEJLESZTÉSEK.....	23
KERÜLŐ ÖBÖL.....	23
HEGYHÁT ÚT.....	23
SZÉCHÉNYI HEGY VÉGÁLLOMÁS.....	23
SZENDRŐ UTCA.....	24
SZENDRŐ UTCA BARTHA ÉS SZENDRŐ KÖZ KÖZÖTT.....	24
NÓGRÁDI UTCA.....	25
SZENT ORBÁN TÉR VÉGÁLLOMÁS.....	25
FODOR UTCA VÉGÁLLOMÁS.....	25
SVÁBHEGY.....	25
TOVÁBBI LEHETSÉGES FEJLESZTÉSEK.....	25
HEGYI SZAKASZ MEGHOSSZABBÍTÁSA.....	25
HEGYI SZAKASZ MEGHOSSZABBÍTÁSA BUDAKESEI VÁROSÁIG.....	26
GYERMEKVASÚT KIVÁLTÁSA.....	26
KÖRNYEZETMARKETING.....	26
PROJEKTFINANSZÍROZÁS.....	27
MIÉRT ÉPP A SZÉLL-FOGAS.....	27
EU FINANSZÍROZÁS ALÁTÁMASZTÁSA.....	27
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGEK.....	27
BERUHÁZÁSI KÖLTSÉGSTRUKTÚRA.....	28
HATÁSOK ÉS EREDMÉNYEK.....	29
GAZDASÁGI.....	29
KÖRNYEZETI.....	30
MÁSODLAGOS.....	31
MÁSODLAGOS KÖRNYEZETI.....	32
ÁLTALÁBAN.....	32
KÁROSANYAG KIBOCSÁJTÁS „FOGASSAL”.....	32
MEGJEGYZÉS AZ ELJUTÁSI IDŐKHÖZ.....	33
ELJUTÁSI IDŐ.....	33
KÖLTSÉGSZÁMÍTÁS.....	34
<i>Beruházási és fenntartási.....</i>	34
<i>Környezetvédelmi.....</i>	34
VÉGKÖVETKEZTETÉS.....	34
JOGNYILATKOZAT.....	35
TÉMAGAZDÁK ÉS SZERKESZTŐK.....	35
TÉMAGAZDÁK.....	35
SZERKESZTŐ.....	35
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	35
KÉSZÜLT.....	35

MELLÉKLET 1.....	36
FELHASZNÁLT FORRÁSOK	36
<i>Hagyományos technológiák.....</i>	36
<i>Fogaskerekű vasút (fogas kérdés!)</i>	37
<i>E-Busz technológia.....</i>	37
<i>Erőmű.....</i>	38
<i>Környezeti hatás.....</i>	38
<i>Speciális</i>	39
MELLÉKLET 2.....	41
SZÁMÍTÁSI ALAPADATOK.....	41
21 (eredeti).....	41
21A (eredeti).....	41
102 (eredeti).....	41
112 (eredeti).....	42
212 (eredeti).....	42
212 (eredeti Hegyvidék).....	42
Fogas (eredeti).....	43
90.....	43
190.....	44
212.....	44
212 (Hegyvidék).....	44
Fogas	45
Egy autó	45
MELLÉKLET 3.....	46
RÉSZLETES SZÁMÍTÁSI EREDMÉNYEK.....	46
<i>Beruházások közös.....</i>	46
<i>Beruházásigény most.....</i>	47
<i>Üzemeltetés most.....</i>	48
<i>Beruházások E-Busz.....</i>	50
<i>Üzemeltetés E-Busz.....</i>	52
<i>Összegzés segéd</i>	53
<i>Összegzés</i>	54
MELLÉKLET 4.....	57
REFERENCIASZÁMÍTÁS.....	57
<i>Alap adatok.....</i>	57
<i>Számítási viszonylat adatai</i>	58
<i>Autójárat üzemanyagköltség.....</i>	59
<i>Autójárat CO2 költség.....</i>	60
<i>Buszjárat üzemanyagköltség.....</i>	61
<i>Buszjárat CO2 költség.....</i>	61
<i>E-busz buszjárat üzemanyagköltség.....</i>	62
<i>E-busz buszjárat CO2 emisszió költség.....</i>	63
<i>Fogas üzemanyagköltség.....</i>	63
<i>Fogas CO2 emisszió költség.....</i>	64

Bevezetés

A Széchenyi hegy, a Svábhegyre és azok környékére közlekedésének, közlekedésszervezésének, tömegközlekedésének és környezetterhelésének helyzete már lassan fél évszázada megoldatlan. A közlekedési és környezetterhelési mai helyzete siralmas. A meredek főútvonalak gépjárműforgalommal telítve igazi környezetterhelési gócot jelentenek egy elvileg erdős zöld terület közepén.

Ezen a helyzeten a tömegközlekedés inkább ront mint javít. A kisteljesítményű előregedett dízelüzemű buszok önmagukban is rendkívül magas környezetterhelést okoznak, évente körülbelül 50000kg szennyezést szórnak szét a Hegyvidéken. Áttételesen pedig egyrészt utaselijesztő másrészt forgalomlassító hatásukkal ezen túl is lényeges mértékben rontják a helyzetet.

A jelen helyzet is jól mutatja, hogy műszaki, utasforgalmi és gazdasági szempontból is optimális és kivitelezhető megoldást találni mindeddig nem volt lehetséges. A XXI. század első évtizedének technológiai fejlődése és a közel 150 éves Fogaskerekű Vasút azonban a fenti szempontokat kielégítő megvalósítható megoldást nyújt erre a komoly problémára.

Időközben új problémaként megjelent az autóbuszok leamortizálódása, így ezek mielőbbi cseréje is szükségessé vált.

Megoldásként a Fogas projekt alapvetően környezetterhelés-csökkentési prioritással közelíti meg a feladatot, és (nem belesve a dugódíj hibájába) így próbál közlekedésszervezési megoldásokat adni.

Peresze felmerül a kérdés, ha volna 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 csökkenthet, az eljutási idő stabilitása pedig növekedhet.

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

Koncepció

Az alap koncepció a 61-es villamos és a Hűvösvölgy esetén már ismert elv. A Fogaskerekű Vasutat mint gerincvonalat kell alkalmazni, és erre mint egy „metróvonalra” ráépíteni a hegyvidék tömegközlekedését, és emellett leépíteni a feleslegessé vált párhuzamos buszjáratokat.

A szakemberek rögtön tudják, hogy itt minimum két megoldhatatlannak vélt probléma használhatatlanná teszi az elképzelést. Ez a Városmajor végállomás és az Utasráhordás gondja. Az utóbbi évtized technikai fejlődése azonban optimális megoldást kínál ezekre a felvetésekre.

Utassrhords

A Fogaskerekű Vasút nyomvonalát építésnek idején nem a mai építészeti és közúti viszonyoknak megfelelően húzták meg. Ezért mindmáig a mai viszonyokhoz alkalmazkodó nyomvonalon futó párhuzamos buszjratoknak kellett az utasok többségét elszállítani.

Az utóbbi évtized technikai fejlődése azonban megnyitotta az utat ezen probléma megoldására. Egyrsrl a buszjáratok eddig lehetetlennek vlt jrastrukturlsval, más rsrl a megálló és a nagy utastmeg közelebb hozásával. A részletekért lásd a Járatok s Orgonás megálló fejezetet.

Városmajor végállomás

A Fogaskerekű Vasút a ráckevei HV-vel közösen tartja a világcsúcsot ideiglenes végállomás tekintetében. Tudni illik, hogy mindkét vonal belvároshoz közelebb eső végállomása közel 150 ve ideiglenes.

Ha szakmai oldalról tekintjük, akkor a városmajori végállomás a legkomolyabb akadálya a Fogaskerekű Vasút megfelelő kihasználásának. A környék legnagyobb tömegközlekedési csomópontjától (Széll Kálmán tér) két megállóra elhelyezkedő végállomást ez a tény a forgalom számára szinte elrhetetlen teszi. Nem véletlenül már az első gzvonats vonalnak építésekor tervbe vettk a térig történő meghosszabbítást.

Ez a meghosszabbítás legtbbszr a magas költségeken bukott el, mivel a tervezett nyomvonalon pihenerd található, amit mai viszonyok között már nem lehet ilyen vonallal megsérteni. A Széll Kálmán tér és környékének rendezése (lásd [Széll projekt](#)) szerencsére tálcán kínál egy „filleres megoldást”. A Fogaskerekű Vasút a Szilágyi kregalagton t bevezethető a Széll Kálmán térre, ahol pedig az új végállomása létesíthető. Ennek technikai részleteit lásd a Fogaskerekű vasút technikai megoldások fejezetben.

gy megvalósulása esetén a Széll Kálmán tri végállomás minden lehetssget megad nagy tömegű utas kényelmes és gyors tszllsra.

JKM költség csökkentése

Ugye itt az alapvető probléma, hogy a hajtott kocsinak csak egyik végén van vezetllsa (s kontrollere). Emiatt a forgalomtól függetlenül kénytelen kt csatolt kocsival közlekedni.

Manapság azonban megoldhatónak látszik, hogy a hajtott kocsit olyan berendezésekkel lssk el amelyek közel teljesértékű vagy éppen jobb kilátást tesznek lehetővé a vezetőfülkével ellentétes irányra. Ehhez néhány a vezetllsban elhelyezett monitorra van szükség, amely napellenző módjára lehajtható a jármű haladási irnynak megfelelően. A kocsi vezetőfülkével ellentétes oldalán pedig néhány kamerával biztosítható a kilátást. Ezen túl az esti üzemhez plyavilgtst és vgzrlmpt kell felszerelni. Persze ehhez megfelelő megbízhatóságú ipari monitorokra és kamerákra van szükség. Továbbá a kiteknt rendszer külön biztonsági energiaellátással kell felszerelni, ami ramsznet esetén is akár egy órán át biztosítja a működést. Ismereteink szerint a controller alkalmas ilyen üzemmódban történő működésre.

A magányos kocsi kamerás végén ki lehet alakítani kerékpár helyeket. Ezen túl ezt a szekciót el lehet látni lehajtható ülésekkel, gy ha nincs kerékpáros, akkor l vagy llhelyknt lehet használni. Esetleg az ajtó melletti trelvlasztt célszerű a két szlrl középre áthelyezni, mert ettől knyebb a bringkkal betolatni, másrészt a kerékpárok nem indulhatnak el maguktól lefelé az utastérben.

A kérdés, hogy mit szól a hatóság és mit szólnak vezérek egy ilyen üzemmódhoz? Persze ha működik, akkor a kevésbé forgalmas időszakokban energiában és kopásban akár a JKM 30-40 százaléka is megtakarítható lenne ezen a vonalon.

Fogaskerekű vasút technikai megoldások

Úrszelvény

A Széll Kálmán téri végállomás kizárólagos vágányokat biztosít a Fogaskerekű Vasút részére, így ott úrszelvény problémák nem merülnek fel.

A Széll projekt Szilágyi kéregalagútját úgy kell méretezni, hogy úrszelvénye minkét járműfajtának megfeleljen. Ha a Széll projekt nem valósul meg, akkor a jelenlegi úrszelvényt úgy kell kibővíteni (pl. vágánytengely eltolásával), hogy az megfeleljen a jelenlegi fogaskerekű vasút úrszelvény-követelményének.

Egyetlen problémás hely a Nyúl utca megállója. Itt ugyan nincs Fogaskerekű Vasút megálló tervezve, de a jármű így is áthalad. Ebben az esetben az áthaladó jármű kb. 20cm-vel szélesebb mint a városi villamos, ezért itt célszerű egy piros csíkot illetve fényjelzést elhelyezni a peron padlóján, továbbá hangjelzéssel figyelmeztetni az áthaladó szerelvényre.

Vágánykapcsolatok

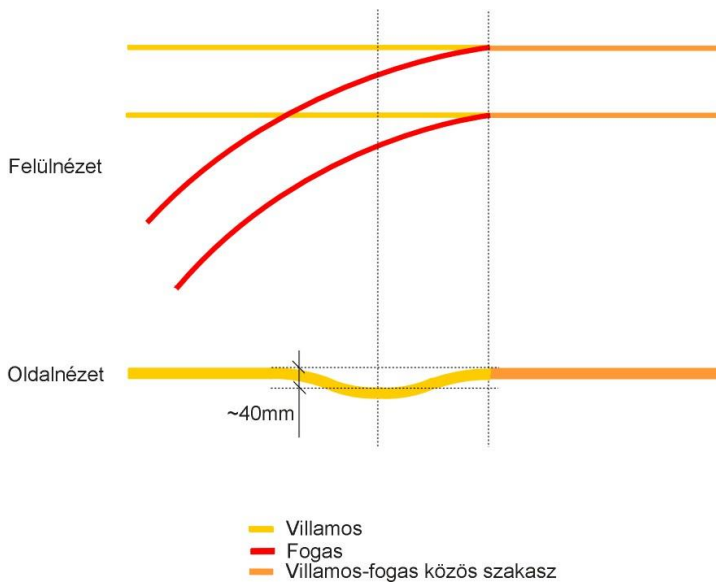
A projekt keretében a Fogaskerekű Vasút használja a városi villamos vágányait a Városmajor – Széll szakaszon. Mivel itt a pálya emelkedése/lejtése nem számottevő, ezért a fogasléc elhagyható. Ez rögtön lényegesen mértékben egyszerűsíti a vágányt és a vágánykapcsolatot.

Ezen túl a megvalósítást és az üzemeltetést nagyban leegyszerűsíti, ha a projektet a [Széll projekttel](#) együtt realizálják. Például a Városmajor – Széll szakaszon a biztonsági problémák lényegesen csökkennek.

Emellett a használat problematikája abban áll, hogy a fogak koronájának szintje alacsonyabban van mint a sínkorona szintje, így elvileg a két vágány csak teljes váltókkal keresztezheti egymást vagy kapcsolódhat egymásba. Jelen feladatnál azonban megkötés tehető, mivel a Fogaskerekű Vasút járművei nem szándékoznak össze-vissza kószálni a városi villamos vágányhálózaton, hanem csak egy helyen lépnek be és egy helyen lépnek ki. Ez a megkötés egy rendkívül olcsó és frappáns megoldást implikál.

A fogas vágányokat keresztező városi villamos vágányoknál a fogak helyén körülbelül 40mm-vel lejjebb kell hozni a sínkorona szintjét, így a kapcsolódás olcsón, egyszerűen és bombabiztos módon megoldható. A megoldást egy példán keresztül a következő ábra szemlélteti:

Fogaskerekű Vasút és városi villamos vágánykapcsolat



A fenti megoldás a váltóknál és a keresztteknél egyaránt alkalmazható, ha a találkozási szög megfelelően kerül megválasztásra. Sajnos ez a módszer a gyakorlatban is kipróbált városi villamos szempontból, mivel a főváros televan ennél jobban megsüllyed „vágánykátyúkkal”. Természetesen a fenti ábra csak tájékoztató jellegű. A megvalósításkor a pontos kerékprofil ismeretében kell meghatározni a sínkorona profilját.

Sínfék

A város villamos pályán elvileg kívánatos lenne a sínfék, de ezzel a Fogaskerekű Vasút járművei nem rendelkeznek. Mivel azonban a pálya végig zárt területen halad (kerítés illetve kéregalagút) a gyakorlatban erre nincs szükség.

Műszaki állapot és megbízhatóság

A projekt keretében szükséges a Fogaskerekű Vasút pálya, kiszolgáló, és jármű infrastruktúrájának felülvizsgálata műszaki állapot és megbízhatóság szempontjából.

Ilyen például az elkopott fogasléc cseréje illetve a talpfák állapotának felülvizsgálata vagy a Széchenyi emlékút felüljárójának rekonstrukciója.

Követési idők

A Fogaskerekű Vasút eredetileg 10 perces követésre lett tervezve. Ez megfelelő műszaki állapotba hozást követően tartható. A járművek beérkezési pontosságán azonban javítani kell, elkerülendő a hosszabb várakozásokat.

A 10 perc tekintetében pedig érdemes a csepeli HÉV menetrendjére pillantani. Ennek követési ideje néhány nagyon forgalmas órát kivéve szintén tíz perc, de úgy hogy egy sokkal nagyobb utasforgalmú területet lát el. Így ez a követési gyakoriság megfelelő.

Járművek

A projekt alapvetően a meglévő járművek átalakításának koncepciójából indul ki. A későbbiek során azonban bármikor lehetőség van a teljes járműpark cseréjére.

Célszerű lenne a kerékpárszállító szekciót áthelyezni a hajtott kocsiába, mivel ez a kevésbé komfortos ez a zajosabb. Így az átlagos utas számára több komfortos helyet lehet biztosítani.

Másik oldalról meg kellene vizsgálni, hogy a hajtott kocsi utasterének rezgését miként lehet csillapítani. Például gumilemezekkel megemelt karosszéria oldalfal igen hatásos lenne, és nem veszélyeztetné a jármű mechanikai stabilitását. Ezen kívül megoldást kínálhat a karbantartási színvonal emelése (erőátviteli rendszer kenésének szabály szerű biztosítása).

Áramellátást lásd az Áramellátás fejezetben.

Áramellátás

A projekt szempontjából a járművek áramellátását 600VDC-ről meg kell oldani. Manapság technikai oldalról ez már nem jelnet problémát. Rendelkezésre állnak olyan beépíthető konverterek, amik 600VDC-ből a jármű számára 1500VDC-t állítanak elő. A hajtásrendszer és a segédberendezések számára külön konverter építhető be. A hajtásrendszerrel a feladatot egyszerűsíti, hogy a 600VDC táplálású szakaszok nagyrészt síkok, így itt a hajtáshoz töredék motorteljesítmény illetve elektromos teljesítmény is elegendő. Ezek a szakaszok ugyanezen okból az elektromos visszatáplálás is elhagyható.

Megjegyzendő, hogy járműpark-csere esetén is célszerű megtartani az 1500VDC táplálást. Ennek oka, hogy az építéskor a hegyi vasutaknál fontos visszatáplálási hatások emelése miatt került ez megválasztásra. Így a 600VDC alkalmazása érezhetően rontaná a járat hatásfokát.

Zajcsökkentés

A járművek kialakítása miatt további lehetőség van zajcsökkentésre. A vágányok mellett a forgóvázat eltakaró magasságig elhelyezett zajelnyelő fal eredményes lehet. A falat a töltés oldalába elhelyezett tartókra (például) cső lehet felerősíteni, és azt vágánykarbantartás alkalmával leszerelni.

Ezt a típusú falat olyan helyen ahol a jármű padlószintje felett földtöltés van vagy a párhuzamos közúti forgalom erős (pl. istenhegyi út) nem célszerű telepíteni, mivel nem hatékony.

Védési javasolt szakaszok:

1. Széchenyi hegy végállomás – Svábhegy déli oldal.
2. Orgonás – Erdei iskola északi oldal.
3. Városkút – Mátyás Király út északi oldal.

4. Mátyás Király út – Svábhegy déli oldal.

A járművek esetében a forgóvázat oldalt eltakaró acéllemez lehet célravezető (lásd Bécs).

Speciális problémaként megoldást kellene a Svábhegy szintbeli kereszteződés zajcsillapítására. Itt a nagy forgalom miatt a sín és a fogasléc beton? talpfákon nyugszik. Ennek következtében az út szélességben a jármű haladásakor lényegesen nagyobb zajt bocsájt ki mint máskor. Ugyanez igaz a vonalon található vasúti hidakra. Itt talán a megoldás a gumi csillapítóág lenne.

Forgalomeloszlás

Tulajdonképp szerencsés helyzet, hogy ez a terület és a Fogaskerekű Vasút kedvelt a turisták számára. Így egyedülálló módon a kihasználtsága munkanapokon, ünnepnapokon és hétvégén is biztosítható. Az egyetlen ezen projekt hatókörébe nem tartozó probléma a kerékpárszállító helyek alacsony száma, amely már ma is napközben és hétvégén is gondot okoz.

Városmajor kocsiszín

A kocsiszín közepén található tolópad sajnálatosan megszakítja a kétirányú vágányt. Ezen probléma áthidalására vagy két tolópadot kell létrehozni, vagy az tolópadot megkerülő vágányt kiépíteni mindkét oldalon.

Ezen túl a Széll Kálmán tér felé eső gépkocsibejárót le kell zárni, és a mai végállomás helyén nyitni kell egy másikat. Esetleges alternatív megoldásként az Acsády Ignác utca felé nyitható egy nagy teherbírású térkövel borított gépkocsikijárat.

A lefelé haladó vágányra utólag építettek egy szerelőaknás műhelyt. Ezt az akadályt át kell helyezni két vágánnyal déli irányba.

A kocsiszín alacsony végén vágánykapcsolatot kell létesíteni a villamos pályájával. Ennek technikai megoldását lásd a Vágánykapcsolatok fejezetben.

Vasútirányítás

A vasútirányítási rendszert célszerű olyan intelligens rendszerre kell cserélni, amely átlátva mindkét irány telítettségét intelligensen rendeli a járművekhez az egyvágányos szakaszok használatát.

Ezzel párhuzamosan célszerű megengedni a megállóknak skip-jét amennyiben ezt a következő szakasz foglaltsága lehetővé teszi. Ez menetidő-nyereséget jelenthet a kisebb kihasználtságú megállóknál.

A járatok indulási időpontját célszerű teljesen új számítógépes szimuláció alapján újraelosztani. A jelenlegi helyzet a sok felesleges várakozás miatt revízióra szorul.

Megállók

Természetesen a projekt megvalósulása esetén minden megállót megfelelő állapotba kell hozni. Ezen túl minőségi közvilágítással és térfigyelő kamerával el kell látni.

Érdemes elgondolkodni a váltók átstrukturálásán. Az egyvágányos pálya miatt az állomásra belépő szerelvény számára kellene egyenes pályát biztosítani, és az állomásról kilépő szerelvény részére pedig egy íves becsatlakozó-váltót. Ezzel a belépő szerelvény sebességét nem korlátozza a váltó íve, csak a kilépő és éppen gyorsító szerelvényét. Így az állomáson való áthaladás ideje járat szinten perces nagyságrenddel csökkenhet.

Széll Kálmán tér végállomás

A Széll Kálmán téren új végállomást kell építeni a fogas számára magas peronnal. A hely jelenleg nem használt villamos terület formájában rendelkezésre áll.

A végállomásnál vágánykapcsolatot kell létesíteni a villamos pályájával. Ennek technikai megoldását lásd a Vágánykapcsolatok fejezetben.

Orgonás megálló

Az Orgonás megálló kiváló lehetőséget nyújt egy nagyforgalmú állomás kiépítésére.

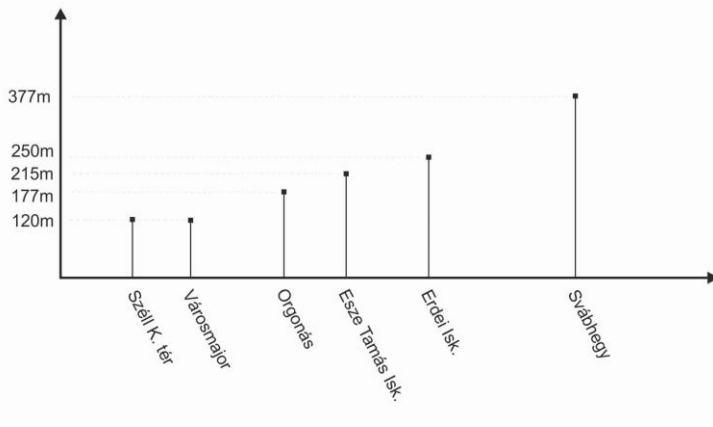
Ezzel szemben a mai helyzet körülbelül az, hogy maga a megálló szinte minden oldalról magán telkekkel és kerítésekkel van körülvéve. Ahol pedig utca van ott a szűk, meredek utca és (sokszor parkolónak használt) járda közel életveszélyessé teszi a gyalogos közlekedést.

Pedig rágyalogolási távolságra van ide két lakótelep, egy bevásárlóközpont és két kórház (és még sok más is). Ezen túl egy rövid buszjáratral további nagyméretű lakótelepek vonhatók be a megálló forgalmába. Mivel azonban a szintkülönbségek és a rosszul meghúzott utcák a hozzáférést ellehetetlenítik a megálló forgalma nagyon kicsi.

Ezt a helyzetet lehet egy mozgólépcsővel kombinált gyalogos alagúttal lényegesen javítani. Az alagút az Orgonás megállótól az Istenhegyi_Szendrő_Nógrádi kereszteződésig tartana, elérve a fent említett objektumokat.

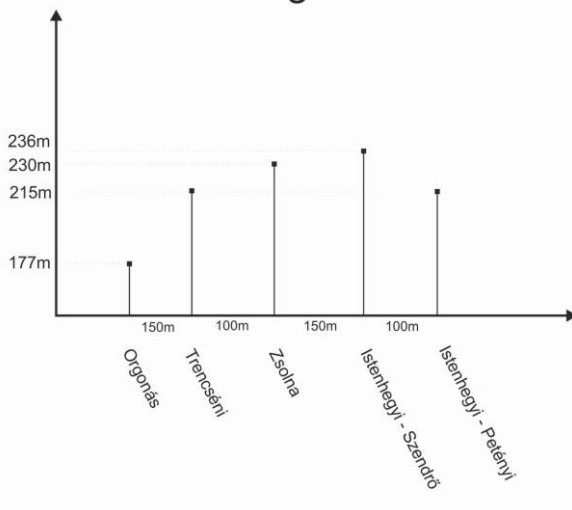
A megoldás megértéséhez célszerű az érintett megállók magasságát ismerni:

Fogas főbb megálló magassági adatok



Ezután ismerni kell a fontosabb utascsomópontok magasságát:

Orgonás megálló magasság és távolság adatok



És végezetül az ezek alapján kialakított Orgonás megállót és környékét a következő ábra szemlélteti:

Orgonás megálló felszín



Az alagút tartalmára nézve a kívánatos megoldás, középen enyhe leejtésű lépcső illetve gyerekkocsi egyenes sávpárral közte lépcső 200mm szélességben, továbbá az alagút két szélén lefelé és felfelé mozgólépcső 100mm utasszélességgel és 150mm munkaszélességgel. Az alagút keresztmetszete 500mm széles és 220mm utasmagasság. A vízszintes szakaszokon ahol elmarad a mozgólépcső, ott elegendő 300mm széles alagút.

Az Orgonás – Trencsényi szakasz hossza ~150m, szintkülönbsége ~50m. Ez a szakasz egy ~80m-es mozgólépcsőből majd vízszintes alagútból állhat. Ez szükséges, mivel a szintkülönbség úgy mint a metró esetében igen nagy. A Trencsényi utcára lépcsős kijáratot célszerű nyitni, mivel az Orgonás megálló elérése utca hiányában nem biztosított.

A Trencsényi - Zsolna szakasz hossza ~100m, szintkülönbsége közel nulla (~15m). Itt teljes szélességben gyalogjárda futna. A Zsolna utcára lépcsős kijáratot célszerű nyitni az Istenhegyi út gyalogos eléréséhez. Ez nem jelent problémát, mivel itt a Zsolna utca szintkülönbsége közel nulla és szélessége is megfelelő.

A Zsolna – Istenhegyi_Szendrő_Nógrádi kilépőpont szakasz hossza ~150m, szintkülönbsége közel nulla (~7m). Itt teljes szélességben gyalogjárda futna.

Opcionálisan a Trencsényi - Zsolna szakasz közepén az Istenhegyi - Pethényi kereszteződéshez kiágazás építhető. A szakasz hossza ~350m, szintkülönbsége közel nulla. Az elérést indokolja az itteni nagy lakássűrűség (emeletes sorházak).

s

Az alagút nyomvonal lehetővé teszi, hogy kéregtechnológiával épüljön, például úgy mint egy csatorna. Az alagút nagyrészt magántulajdonú ingatlanokon (telkeken) halad át. Mivel a kéregalagút az építkezés befejeztével visszatemethető, egyszerűen eltűnik a föld alatt. Így földalatti közmű szolgálmi joggal megvalósítható.

Az alagút méretét tekintve két gyalogos sáv bőven elegendő. Amennyiben lehetőség van rá egy középső kerékpáros (nem mozgó) sáv kialakítása javasolt.

Az alagutat el kell látni központi térfigyelő felügyeleti kamerával. A lépcsőket energiatakarékos okokból automatikus indítással kell felszerelni. Javasolt az automatikusan kapcsoló energiatakarékos és kétfokozatú világítás alkalmazása is. A lépcsőt javasolt stop & go üzemmódban használni.

A gyalogos kijáratoknál célszerű fedett lépcsőt tervezni. Javasolt lefelé enyhe leejtésű lépcső illetve gyerekkosci egyenes sávpárral közte lépcső, felfele pedig mozgólépcsővel.

Melyik technológia?

Mivel a megoldás környezetbarát buszokat is igényel, felmerül a kérdés 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-kibocsátás,
- 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 globális 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 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 és a 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 energiataralma 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.

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.

A hegyi és izolált járat nem kedvez sem a 6-os sem a 8-as technológia alkalmazásának.

Végkövetkeztetés

Minden műszaki és környezetvédelmi szempontot figyelembe véve a 9-es E-Busz technológia alkalmas a projekt járatainak kiszolgálására.

A kiválasztott vonalak nem túlságosan hosszúak. A „tankolási” (töltési) lehetőség mindenhol adott. A kiválasztott vonalak forgalma nem túlságosan nagy.

A kiválasztott technológia járműve lényegesen csökkenti a környezetterhelést. Üzemeltetése nem drágább mint a jelenlegi rendszeré.

A projekt járatai olyanok amelyek „hegygerincen”, tehát magasan, de sík vidéken szállítanak utasokat. A reggeli kiállásnál bármely budai garázból teljes töltéssel utasok nélkül kapaszkodhat fel a hegyre. A műszak végeztével pedig akár minimális „szuflával” is a hegyről utasok nélkül legurulva részlegesen feltöltheti magát, és biztonságosan eljuthat bármely budai garázsba.

Az E-Busz technológiát azonban biztonsági kockázat oldaláról is vizsgálni kell. Ennek részleteit a technológia ismertetésénél fejtjük ki. Ezen technológia alkalmazása nem kockázatosabb mint a dízelmotoros járművéké.

Összefoglalva, a projekt célkitűzéseinek megvalósításra a E-buszok alkalmazása műszaki, környezetvédelmi és gazdasági szempontokat figyelembe véve a legoptimálisabb.

A technológiákat részletesen kifejtve lásd az E-Busz fejezetben alább!

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.

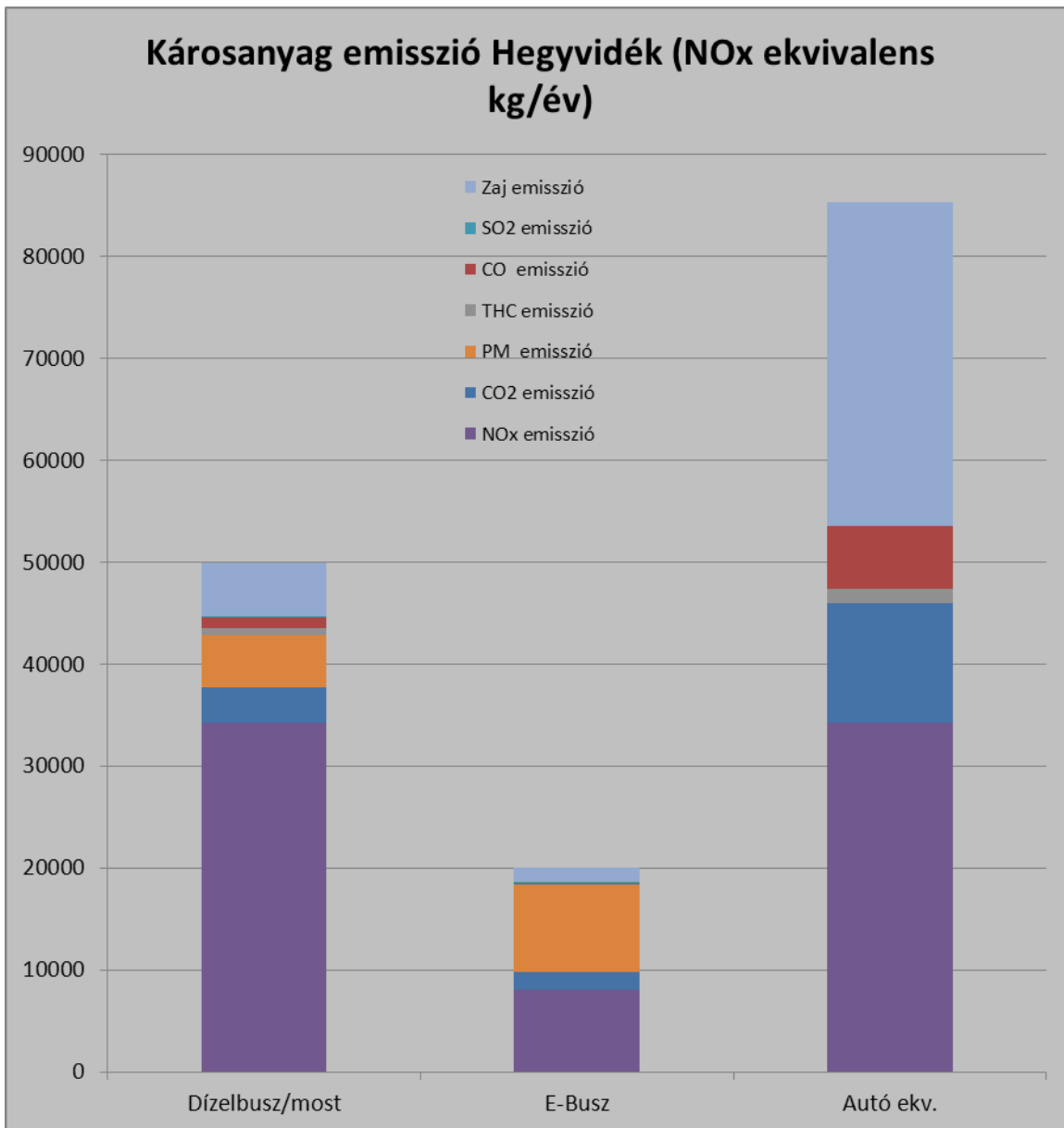
* = Erről a technológiáról városi busz alkalmazásban nincs pillanatnyilag nem érhető el gyakorlati tapasztalat. A vásárolható BYD buszok BYD FE (Lithium Iron Phosphate LiFePO₄) akkumulátort használnak. Ezek élettartama a gyártó szerint 5000 ciklus, a szakirodalom szerint inkább 1000-5000 ~ = 2500 ciklus (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

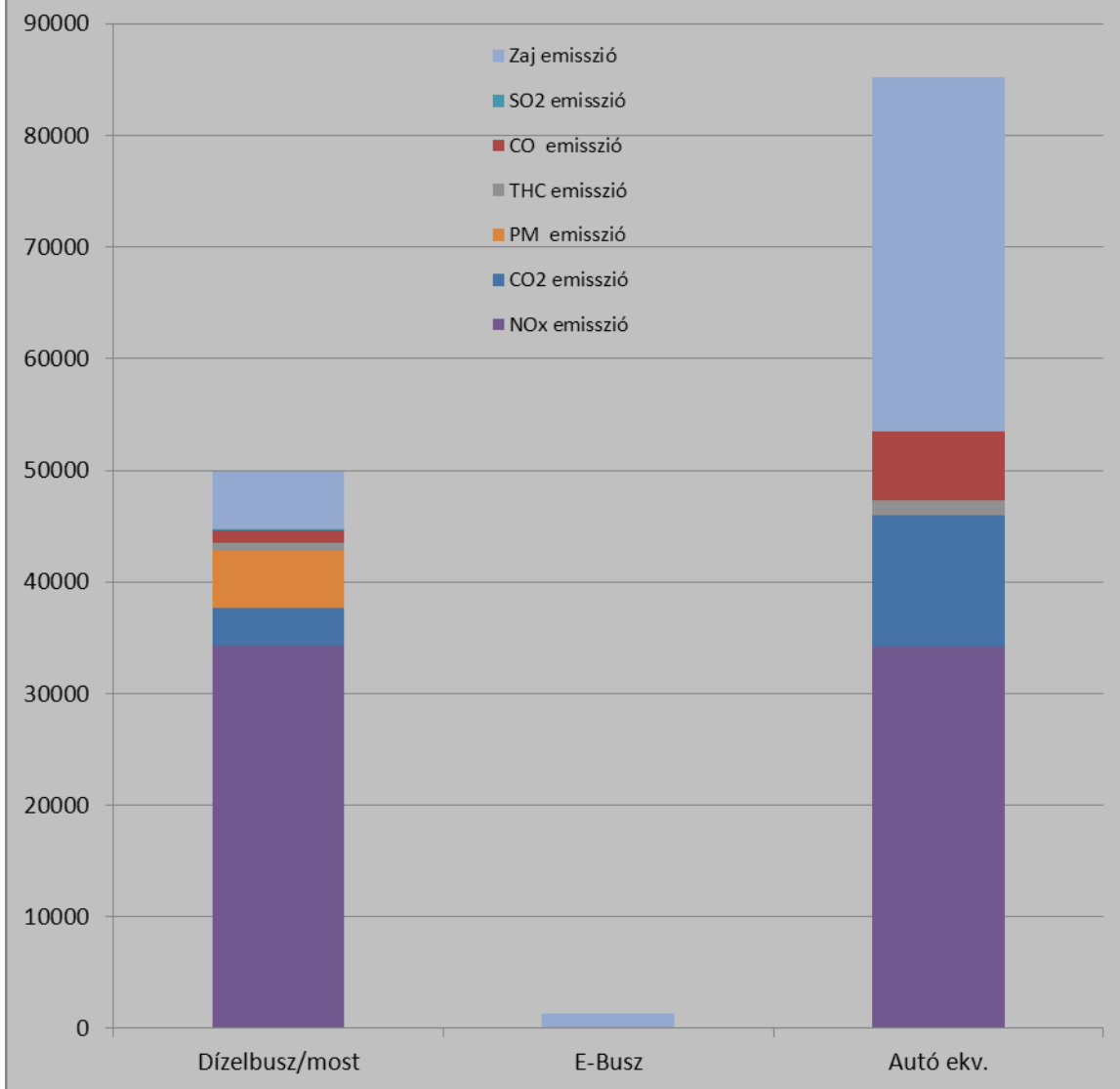
Ez a technológia az összes fázisát figyelembe véve a jármű maga szinte semmiféle szennyezőanyagot nem szór szét. Szennyezését kizárólag a töltéshez használt elektromos energia termelése során keletkező szennyezés adja. Ennek szemléltetésére felrajzoltuk, hogy ha a miként néz ki a hegyvidék szennyezése 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 alapú megoldás 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 hegyvidéken szórnak szét:

Károsanyag emisszió Hegyvidék (NOx ekvivalens kg/év) csak a Hegyvidéken szétszórt



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

Megjegyzésként: a Dízelbusz és E-Busz értékek már a fogas szennyezését is tartalmazzák.

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.

A akkumulátoros technológia hátránya, nevezetesen a relatíve kevés megtehető távolság egyetlen tankolással illetve a hosszú tankolási idő ebben a projektben nem valódi hátrány. A hegygerincen futó relatíve rövid vonalak éppen ideálisak 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 követelményeket célszerű felállítani:

- a) Kéttengelyes kivitel,
- b) Maximum 12.5m hosszúság,
- c) Jól manőverezhető,
- d) Teljes 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 terméket jelentenek. Környezetterhelésük (zajuk és károsanyag-kibocsájtásuk) messze alatta marad egy átlagos gépjármű emissziójának, így bármely megfelelően szilárd burkolatú és elegendően széles utcába járatuk beengedhető.

Mivel az alábbi vonalakon a forgalom inkább kisvárosi, ezért a 9,5*2,4 és 11,5*2,5 méter tartományú járművek ajánlottak. Mivel rövidtávú városi járatokról van szó ezért célszerű az állóhelyek arányát megnövelni az ülőhelyekkel szemben.

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 mindkét E-Busz járat végállomásán 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.

Kelenföld buszgarázs

A 190-es járat számára a kiállás a Szent Orbán tértől az Orbánhegyi, Stromfeld, Apor Vilmos, Jagelló, Villányi, Karolina, Hamzsabégi útvonalon valósulhat meg. A kiállás hossza 3,6km.

A 90-es járat számára az Ötvös, Diána, Istenhegyi, Orbánhegyi, Stromfeld, Apor Vilmos, Jagelló, Villányi, Karolina, Hamzsabégi útvonalon valósulhat meg. A kiállás hossza 7,8km.

Az elektromos hibák javítására a trolüzemből ruccanhatnak át szakemberek, ha szükség van rájuk.

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.

Járatok

A buszhálózatot lassan egy évszázada megköti a főútvonal hálózat. Persze ez nem véletlen. A zajos és bűdös robbanómotoros buszokat senki sem látja szívesen, főleg jó levegőjű csendes hegyi környezetben. Ez a kötöttség csak az utóbbi években szabadult fel, amikor megjelentek például a teljes akkumulátor-hajtású buszok.

21-es (eredeti)

A projekt értelmében a 21-es busz megszüntethető. Funkcióját a Fogas és a ráhordó buszok veszik át.

Vonalhossz - 10km

Menetidő - 30p

21A (eredeti)

A projekt értelmében a 21A busz megszüntethető. Funkcióját a Fogas és a ráhordó buszok veszik át.

Vonalhossz – 8,1km

Menetidő - 18p

102-es (eredeti)

A járat a projekt keretében feleslegessé válik

Vonalhossz – 2,4km

Menetidő - 13p

112-es (eredeti)

A járat változatlanul szükséges, mivel a másik oldalról „támadja” a hegyet.

Vonalhossz 6,2km

Menetidő 23p

212-es (eredeti)

A vonalat eredetileg Svábhegyig tartott. Az új konstrukcióban lerövidíthető

Vonalhossz $5,8 + 2,6 = 8,4$ km

Menetidő 23 + 7 = 30p

Fogas (eredeti)

A vonal eredetileg a városmajorig tartott.

Vonalhossz 3,7km

Menetidő 15p

90-es

A Széchenyi végállomástól a Hegyhát (Golfpálya – Rege – Ordas) – Eötvös – Konkoly Teghe – KFKI útvonalon új járatként a hegygerincen hordhatja rá az utasokat. Ez biztosítja a hegygerinc legnagyobb forgalmú pontjainak ráhordását. A víztoronynál történő becsatlakozás rendkívül előnyös, mivel ezalatt a pont alatt nincs számottevő forgalmat bonyolító utasforrás.

A szükséges közúti fejlesztéseket lásd a Hegyhát út fejezetben.

A járaton akkumulátor-hajtású technológiát kell alkalmazni. A járművek „tankolása” a Széchenyi végállomásnál biztosított.

Érkezést és indulást természetesen célszerű a Fogaskerekű Vasúttal összehangolni.

Vonalhossz 3km

Menetidő 10p

190-es

Az újonnan létrejövő járat a Szent Orbán tér - Nógrádi – Szendrő utca – Fodor utca viszonylaton közlekedik. A járat gyakorlatilag a Fodor – Tomján lakótelep Széll Kálmán tér irányú forgalmát biztosítja. A Szendrő - Nógrádi utca annak gyér forgalma és lényegesen kisebb szintkülönbsége miatt javasolt (az Istenhegyi – Fodor útvonal helyett). A Szendrő utcán az idősek otthona előtt megálló létesülne.

A szükséges közúti fejlesztéseket lásd a Szendrő utca, Szendrő utca Bartha és Szendrő köz között, Nógrádi utca, Szent Orbán tér fejezetben.

A járaton akkumulátor-hajtású technológiát (E-busz) célszerű alkalmazni. Ezen technológiával az itt szükséges gépkocsiknál alacsonyabb busz-környezetterhelést lehet elérni. A járművek „tankolása” a Fodor utcai végállomásnál biztosított.

Érkezést és indulást természetesen célszerű a Fogaskerekű Vasúttal összehangolni.

Vonalhossz 1,4km

Menetidő 7p

212-es

A vonalat a Szent Orbán térnél célszerű ráfordítani a 21-es vonalára. Így az a Istenhegyi – Nagyenyed – Alkotás – Krisztina Krt. – Szél Kálmán tér útvonallal meghosszabbodik. Ezzel biztosított a terület csatlakozása a délbudai irányok felé.

A lehetőségek szerint célszerű a járatot alacsony emissziójú CNG vagy LPG üzemanyagú járművekkel üzemeltetni

Vonalhossz $5,8 + 1,8 = 7,6\text{km}$

Menetidő $23 + 9 = 32\text{p}$

Fogas

A vonal völgyi oldala meghosszabbításra került a Széll Kálmán térig.

Vonalhossz $3,7 + 0,7 = 4,4\text{km}$

Menetidő 18p

Megvalósítás, közúti fejlesztések

Kerülő öböl

A kerülő öblöt tulajdonképpen egy 15m hosszú parkoló ahol megállni tilos. Ez az a hely ahol a keskeny úton a szembe jövő jármű el tudja engedni a másikat (ki tud tért a másik elöl). Létesíthető önállóan vagy parkoló sávban kocsibejárókat átfogva. Létesítése akkor szükséges, ha az út nem elegendően széles két jármű számára, és a bővítés nem oldható meg csak nagy költségekkel vagy a forgalom rendkívül gyér.

Ez a módszer a nagy forgalmú Kispest Nadasdy úton már „be van járva”.

Hegyhát út

A Hegyhát útról az iskola után egy új sétálóutcát kell nyitni a lakótelep felé (100m).

A Hegyhát út érintett szakaszát minőségi közvilágítással és új burkolattal kell ellátni (700m).

Széchenyi hegy végállomás

A járat részére a Fogaskerekű Vasút végállomásánál a visszafordító rendelkezésre áll a Golfpálya – Rege – Ordas nyomvonalon.

A Golfpálya, Rege, Ordas útvonalak érintett szakaszát minőségi közvilágítással és új burkolattal kell ellátni (500m).

A végállomást vandálbiztos E-busz töltőállomással kell ellátni.

Szendrő utca

A Szendrő utca teljes hosszában célszerű úgynevezett kerülő öblöt létesíteni. Ezek létesülhetnek például gépkocsi bejárók előtt. Ennek eredményeképp nem kell megtiltani a parkolást az utcában.

A járathoz (meg tulajdonképp egyébként is) a Szendrő utcának a Bartha és Vöröskő utca közötti szakaszát rendezni kell mind ívek mind domborzat tekintetében.

A Szendrő utca 25 magasságában a dombot meg lehet szüntetni.

A Szendrő és Bartha utca kereszteződésénél a Szendrő utca útburkolatát a Bartha utca meredekebbé tételével vízszintessé kell tenni. A Bartha utcát a hegyről lefelé irányba egyirányúvá kell tenni.

A fő problémát a Bartha és Szendrő köz közötti szakasz jelenti. A megoldás részletezését lásd a Szendrő utca Bartha és Szendrő köz között fejezetben.

A Szendrő utcát teljes hosszában minőségi közvilágítással és új burkolattal kell ellátni (900m).

Szendrő utca Bartha és Szendrő köz között

Itt a páros oldal kapubejárói körülbelül 4 méterrel magasabban vannak mint a páratlan oldal kapubejárói. A páros oldal két sávjából az egyik kizárólag parkolásra használt.

A megoldást a helyi lakosok találták ki, és már félig kivitelezték is.

Némileg továbbgondolva a helyiek megoldását, a Szendrő utca ezen a szakaszon (21 - 11) a páratlan oldal szintjén egy széles (kb. 4m) sávban futna kétirányú forgalommal. A szükséges hely részben az egyik sáv elvételével részben pedig a telkekből kisajátított csíkkal lehetséges. A Szendrő 11/Vöröskő 21 telek felső bokros területén pedig létre lehet hozni egy enyhe ívet és lehetséges megszüntetni a dombot az utca ezen szakaszán a Szendrő 14 szintjét alapul véve. A Vöröskő és Bartha utca között félúton a hegy leejtős oldalán célszerű egy úgynevezett kerülő öblöt létesíteni.

A páros oldal (22b – 16) szintjén 4m-rel feljebb pedig futna egy másik sáv a Szendrő köztől a Bartha utca golyó juggatta privát támfaláig. Ez biztosítja a házakhoz és a garázsokhoz jutás lehetőségét. Ez mit egy szervizút önállóan (nem kijárhatóan a Szendrő köz és Súlyom utca felé) csatlakozik a Szendrő közbe a Szendrő utca 16-os szám előtt. A felső szint a Bartha utca oldalon zsákutca lenne (a támfal miatt). Ha a lakók hiányolják a parkolósávot, akkor azt az alsó szint felett vagy a felső szint alatt újra lehet létesíteni.

A Bartha utca és a Fodor utca becsatlakozásánál forgalomirányító lámpákat kell elhelyezni, amely az egysávos Bartha – Fodor szakasz forgalmát irányítja (mint például egy útépítésnél ahol az egyik sávot lezárták).

A Szendrő köz – Súlyom utca becsatlakozásánál forgalomirányító lámpát kell elhelyezni, amely az éppen érvényes haladási irány felé engedi a járműveket. Mivel ez pont az egysávos szakasz közepén van, ezért hosszabb irányváltás türelmi időt kíván meg amikor mindkét irányba történő haladást lezárja.

A parkoló és garázból kiálló járművek részére a közvilágítási oszlopokon tájékoztató jelzőlámpát célszerű elhelyezni, amely azt mutatja pillanatnyilag mely irány az aktuális az utcában.

A Vöröskő utca 21 előtt a Szendrő utca ívét enyhébbé kell tenni a Szendrő 14 kert-sarkának kisajátításával (ahol egyébként is garázsbejárat van).

A Szendrő utca ezen szakaszán a parkolást meg kell tiltani. Megjegyzés, ezen a szakaszon az udvarokban kiváló parkolók létesíthetők.

Fura módon ez a megoldás nem növeli hanem csökkenti az érintett házak zajterhelését.

Nógrádi utca

Az utcát újra kell burkolni (270m).

A forgalmi rendet úgy kell szabályozni, hogy ne akadályozza a buszforgalmat.

A Nógrádi – Szendrő csomópontban az átfordulás részére helyet kell biztosítani.

Szent Orbán tér végállomás

A téren autóbusz végállomást és visszafordítót kell kialakítani. A visszafordító a Nógrádi utca felé nézzen.

Célszerű a Nógrádi utca részére egy sorompós kijáratot létesíteni. Ez megakadályozza az átfolyó forgalmat az utcában, viszont a buszjárat és a helyi lakosok részére kijáratot biztosít.

Fodor utca végállomás

A járat részére a Fodor utcánál visszafordítót kell kiépíteni. Ez a meglévő áruház-parkoló kinyitásával (tulajdonképp a Szendrő utca folytatásaként) a Fodor utca felé megoldható. Viszont célszerű a Pagony-parkoló kereszteződés szintjét megemelni, mivel a lejárát most is túlságosan meredek. Ekkor a megállót néhány méterrel arrébb kell helyezni.

A végállomást vandálbiztos E-busz töltőállomással kell ellátni.

Svábhegy

Mivel a Svábhegy megálló környékén nincs olyan jelentős utasforgalmat bonyolító objektum amely ráhordást kívánna, így itt a buszforgalom megszüntethető. A megálló továbbra is mint önálló Fogaskerekű Vasút megálló üzemelhet.

További lehetséges fejlesztések

Hegyi szakasz meghosszabbítása

A Fogaskerekű Vasút hegyi szakaszának két megálló meghosszabbítása célszerű lenne a Gyermektáborig (Konkoly Thege Miklós útig). Ezt a jó közúti kapcsolat, a víztorony környékén koncentrálódó utasmennyiség, továbbá a gyermektábor kiváló adottságai és ennek vonzataként az utasforgalma is indokolná. Elméletileg a területen adva kéne lennie a gyermekvasút mentén. A vágányokat

ezen kívül a különböző nyomtáv okán akár közös talpfákon is lehetne vezetni. Sajnos az eltelt több mint száz év alatt azonban a nyomvonal több helyen is beépítésre került. Így ennek felmérése és megtervezése főleg jogi akadályok miatt meghaladja egy civil szervezet lehetőségeit.

Hegyi szakasz meghosszabbítása Budakeszi városáig

A fogas elhelyezkedése és nyomvonala egyedülálló lehetőséget kínál fel. Egyetlen kerékpár szállításra is alkalmas nulla emissziós tömegközlekedési eszközre fűzhető fel a Svábhegy, a Szécsényi hegy, a Budai hegyvidék kirándulók által kedvelt része és Budakeszi például Vadaspark.

Ezen túl ugyanerre a nyomvonalra felfűzhető három komoly rehabilitációs célú egészségügyi intézmény, a ma üresen álló OPNI, Budakeszin a Tüdőszanatórium és a MÁV rehabilitációs központ.

A beruházást már csak azért is célszerű megvalósítani, ha valakiben felmerül az igény, hogy a városi mértékkel mérve tiszta levegőjű hegyvidéket olyan közlekedési eszközzel közelítse meg, hogy a lehető legkevesebb kárt okozzon a környezetében, akkor erre lehetősége legyen.

Nyomvonal a Csillebérc VÁ – Katonasír – Meredek-csúcs (síút) - Kossuth Lajos utca (vége) – Korányi – Rehab – Hajós utca.

Egyetlen nyitott kérdés a bővítéssel kapcsolatban, hogy a jelenlegi járműpark (SGP) amely hegymenetben toló üzemmódban működik képes e a biztonságosan vinni a hegymenetet vontató üzemben is? Ha nem, akkor ez a bővítés járműpark-cserét is megkíván.

Gyermekvasút kiváltása

Már ma is műszaki lehetőség lenne a gyermekvasút fogaskerekűvel történő kiváltásra.

A gyermekvasút és járműveinek állapota komoly forrásokat és mielőbbi felújítást igényelne. Az erősen szennyező dízel vontatás a hegyvidék pihenőerdeiben a XXI. század követelményei szerint már nem kívánatos.

Így adódik az opcionális lehetőség, hogy a gyermekvasutat nulla emissziós eszköz váltsa fel.

A kiváltás a Budakeszi meghosszabbítással együtt is használható, Makkosmárián át Budakeszi Kossuth Lajos utca főtér-ig, illetve Hűvösvölgyig. Széchenyi hegy-Hűvösvölgy óránként egyszer.

Környezetmarketing

Fontosnak tartanánk a projekt megvalósulása esetén a járműveken megfelelő marketingfeliratok elhelyezését. Ezek felhívják a figyelmet arra, hogy a jármű nem bocsájt ki káros anyagot, aki ezzel utazik az óvja a környezetét és saját egészségét. Ennek különös fontossága lenne, mivel az átlagember szinte semmit sem tud a környezetterhelés összefüggéseiről.

* * *

Projektfinanszírozás

Mivel maga a projekt alapvetően környezetvédelmi célokat fogalmaz meg de emellett lényeges közlekedésszervezési problémákat is megold, ezért komplex környezetvédelmi projektnek tekinthető. A Fogas részprojektje a Hegyvidéken megteremti a környezetterhelés lényeges csökkentésének lehetőségét. Ebből pedig tudható, hogy némi lobbytevékenység segítségével maga Széll-fogas projekt rendkívül magas EU finanszírozási hányaddal megvalósítható.

Miért épp a Széll-fogas

A Széll Kálmán tér és a Svábhegy-Széchenyi hegy (Hegyvidék) éppen az a mindenki szeme előtt lévő gócpont, ami minden szempontból ideális egy ikonikus pilot-projekt megvalósításához.

Ez a terület elhelyezkedése szempontjából egy tiszta levegőjű hegyvidék kellene legyen. A valóságban ezzel szemben a tömegközlekedés kiemelten alacsony használata és a közúti környezetterhelés magas mértéke jellemzi.

Jelenlegi adottságai mind urbanisztikai mind (tömeg)közlekedési szempontból ideálissá teszik egy széles látókörrel és sok szempont figyelembevételével megtervezett környezetterhelés-javító projekt céljaként.

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.

A helyzet javításának legnagyobb akadálya pedig az, hogy nem lehet az átlagember számára olyan ikonikus példát felmutatni, amely elérhető közelségből mutatja be: másképp is lehet. Azon kevesek, akik ismerik a fejlettebb környezetkultúrával rendelkező országok példáit sajnos nincsenek elegenden a helyzet javításához. Az állam és az önkormányzatok ha van is saját akaratuk, akkor is a választói támogatás hiányában ennek forrásait nem tudják megteremteni.

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

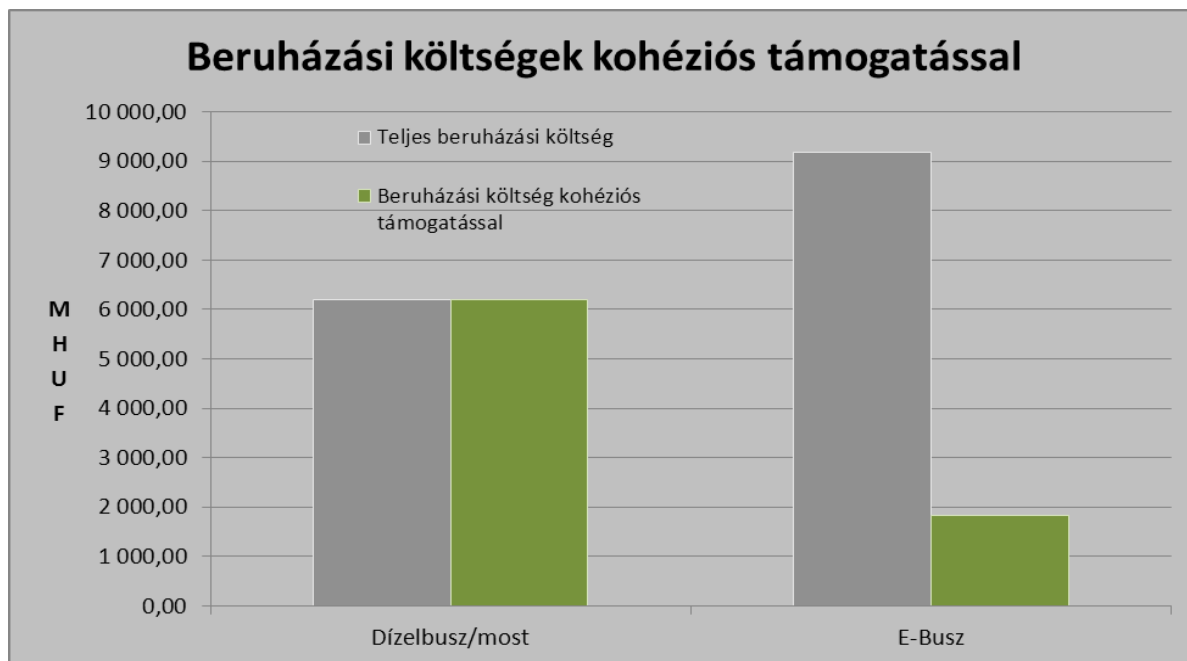
A finanszírozást a kohéziós alapok (cohesion funds) felhasználásáról szóló szabály Article 2 1b teszi lehetővé.

És végezetül egy közhiedelmet kell eloszlatnunk. Sok felelős ember szájából elhangzott már az a kijelentés: az EU kohéziós támogatásokat nem lehet autóbuszok vásárlására igénybe venni. Ez igaz nálunk ismert erősen környezetszennyező technológiával hajtott (új) 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

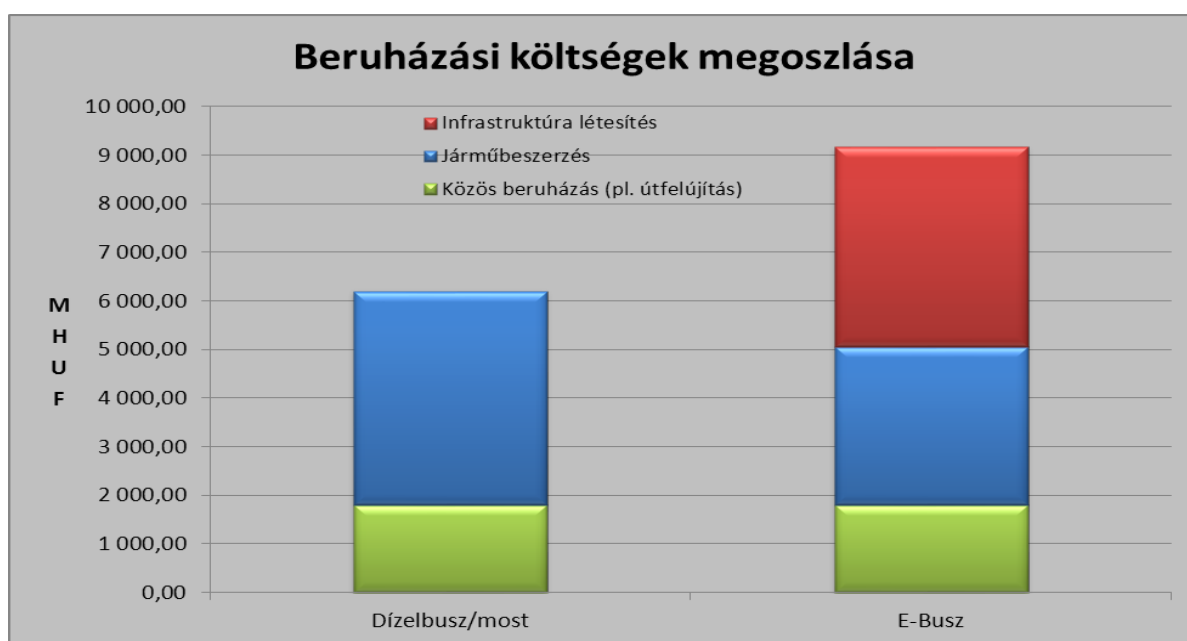
kohéziós forrásokat arra költjük el amire valók, akkor képesek vagyunk komoly javulást is elérni. Ennek megértéséhez nézzük a bonyolult számítások és elemzések eredményét szemléltető ábrát:



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 az új dízelbuszok árának töredékéből tudunk környezetbarát tömegközlekedést kialakítani. Itt megjegyezendő, hogy ebben az „egyenletben” nem csak a jármű, de az infrastruktúra költségének kiépítése is szerepel. Tehát támogatással a környezetbarát technológia alkalmazása még infrastruktúra kiépítéssel is kevesebb mint harmadába kerül mint a hagyományos!

Beruházási költségstruktúra

A támogatás nélküli beruházási költségek struktúráját az alábbi diagram szemlélteti:



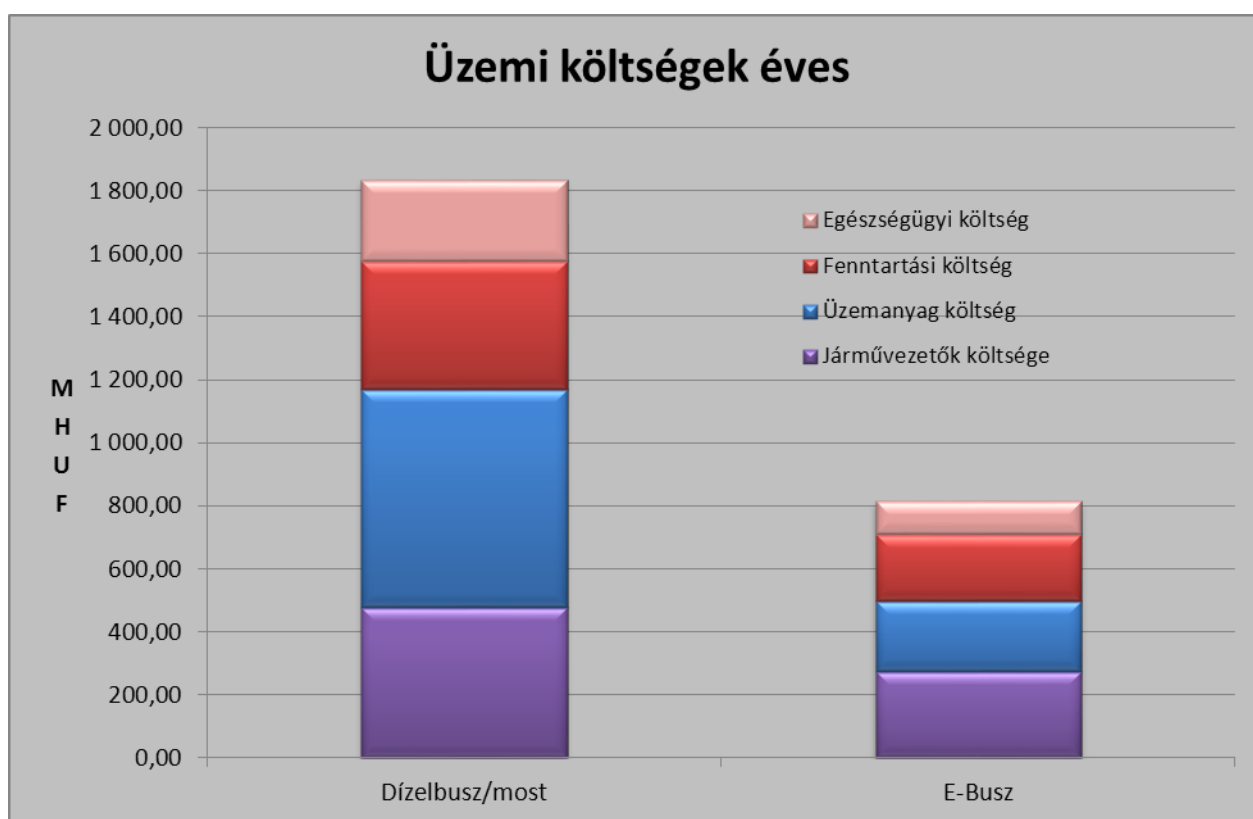
A beruházási költségek tekintetében mindeképp a járműbeszerzés domináns. A nemzetközi adatoknak megfelelően az E-Busz járműve a drága. Ebben a speciális esetben a sok kis infrastruktúrális beruházás igénye jelentőssé teszi az infrastruktúra létesítés költség is. Amennyiben igénybe vesszük a kohéziós forrásokat a költségstruktúra nem, az önköltség mértéke viszont drasztikusan megváltozik. Lásd a Beruházási költségek fejezetet.

Megjegyzésként: Dízelbusz és E-Busz értékek már a fogas beruházási költségét is tartalmazzák!

Hatások és Eredmények

Gazdasági

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

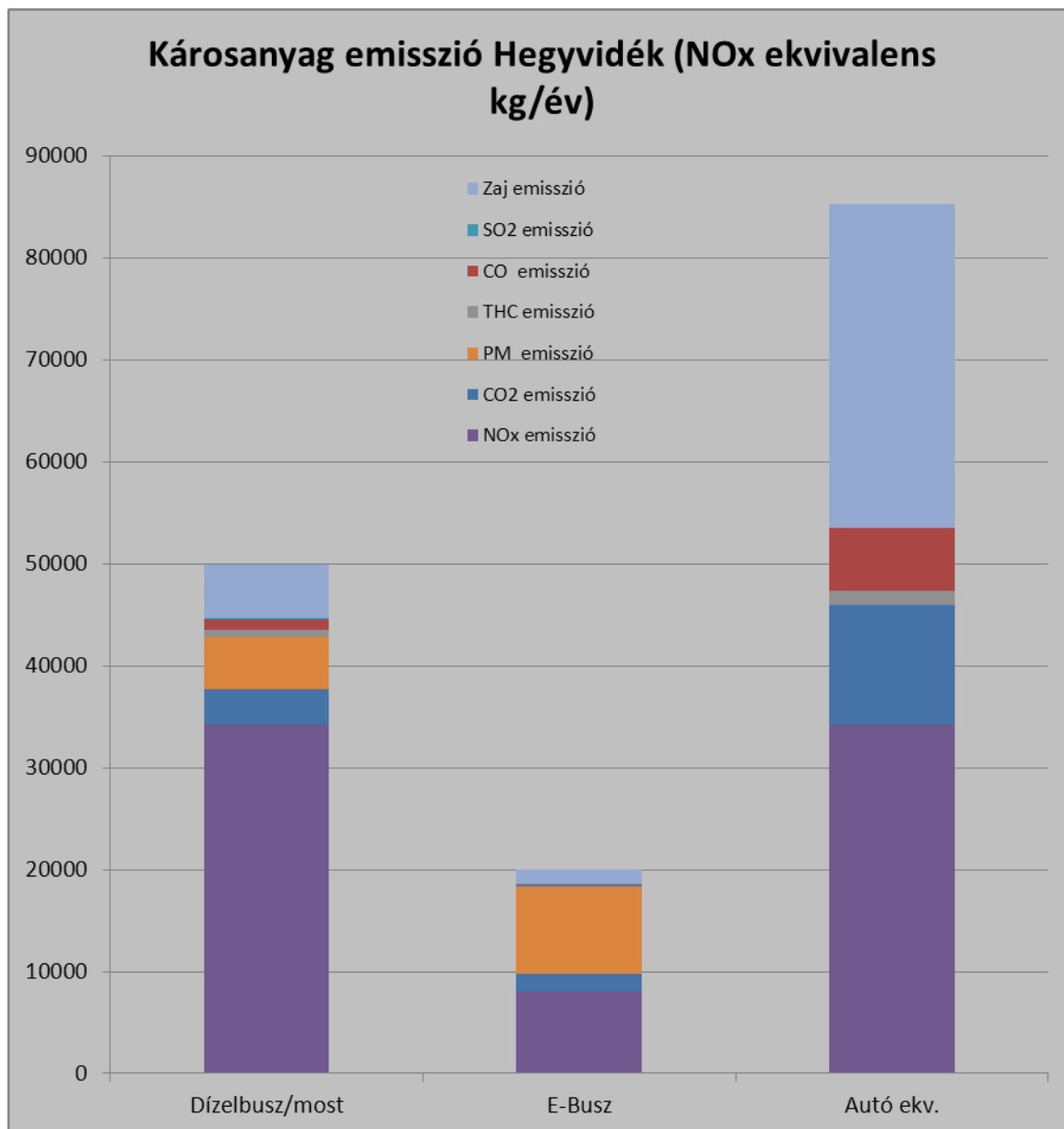


Így kiválóan látszik, hogy a környezetbarát technológia alkalmazása nemhogy növeli, de éppen csökkenti az üzemi költségeket. Ez még akkor is igaz, ha kelet-európai módon lehántjuk róla az egészségügyi költségeket. Fontos észrevenni, hogy az üzemanyag-költséghányad a technológiai fejlesztéssel drasztikusan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

Megjegyzésként: Dízelbusz és E-Busz értékek már a fogas üzemi költségét is tartalmazzák!

Környezeti

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



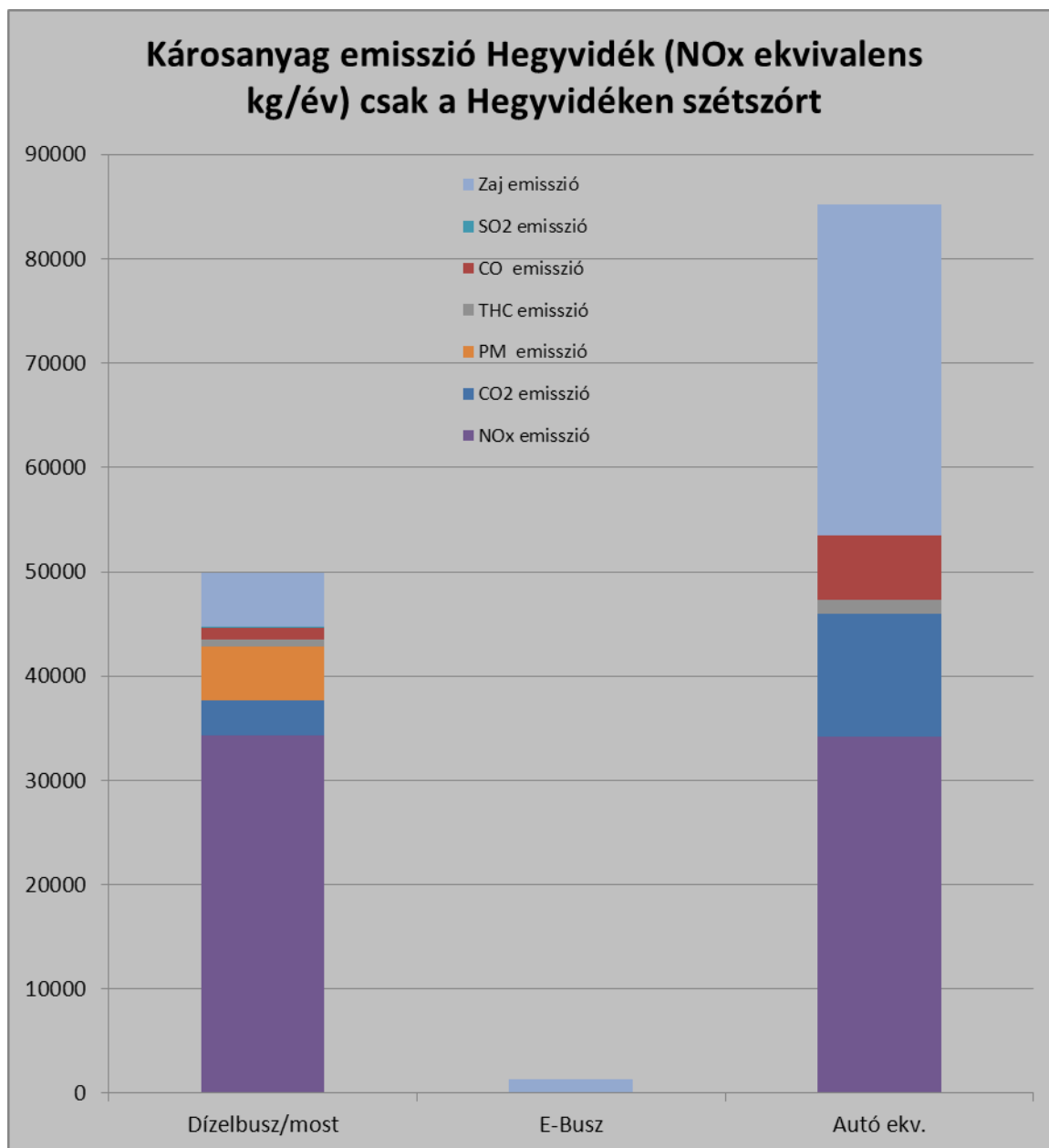
Jól látható, hogy az érintett járatok által szétszórt NOx ekvivalens szennyező mennyisége a (mostani) dízelbuszos megoldás esetén ~50000kg/év. Itt megjegyzendő, hogy ez az adat a jelenlegi BKV helyzetnél jobb járművek adataival került kiszámításra, mivel régi IK buszokról nem állnak mérési adatok rendelkezésre. 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 ~85000kg/év mértékre.

Ami a legfontosabb, a Fogással kombinált E-Busz megoldás lényegesen csökkenti a szennyezés mértékét ~20000kg/év mértékre.

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

fontos előnye nem látszik az ábrán, ezért felrajzoltuk azt a szennyezést, amit valóban a hegyvidéken szórnak szét:



Itt látszik igazán az E-busz verzió előnye. A fogással kombinálva globálisan vizsgálva lényegesebben kevesebb szennyezőt szór szét, de a hegyvidéken a zajon kívül szinte nincs környezetterhelése. Így a dízelbuszos megoldás ~50000kg NOx ekvivalens szennyezéséhez képest mindössze ~2000kg-ot szór szét, és ez is csak zajból áll. Ez valóban radikális környezetterhelés és környezetszennyezés csökkenést jelent a hegyvidéken.

Megjegyzésként: a Dízelbusz és E-Busz értékek már a fogas szennyezését is tartalmazzák!

Másodlagos

Ha sikerült a hazai gyártást jó minőségben meghonosítani, akkor az E-busz technológia 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 részéről 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 irányzatot.

Amennyiben például a kivételesen környezetbarát E-Buszok megjelennek a fővárosban, és a hegyvidék megszabadul az egyik legnagyobb szennyezőjétől, akkor az valószínűleg sok embert gondolkodtathat el a saját környezetkultúrája tekintetében.

Elgondolkozhat azon miként lehet egy emberekkel teli busz kevésbé környezetszennyező mint az ő autója. Ha pedig elgondolkozik, talán megérti 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

A projekt megvalósulása esetén a Széchenyi és Svábhegyről szinte teljesen eltűnnének az erősen környezetterhelő tömegközlekedési járművek. Ennek következményeképp a tömegközlekedők és a tömegközlekedési útvonalak mellett élő környezetterhelése érzékelhető mértékben csökkenne. Emellett nem csökkenne, bizonyos helyeken pedig javulna az eljutási idő. Mivel a gerincjázat akadálymentes, ezért a menetrend betartásának biztonsága télen és nyáron is jelentősen emelkedik. Ezen túl jelentősen javulna téli járatbiztonság is.

A projekt célja tovább, hogy megszüntesse a párhuzamosságokat a jelentősen környezetbarátabb közlekedési mód preferálásával.

A kényelmesebb és kulturáltabb tömegközlekedés növelheti az utasok számát.

Járulékos eredményként a közúti forgalmat feltartó buszjáratok nagyrészt eltűnnének, ezáltal csökkentve a gépjárművek által okozott környezetterhelést.

Károsanyag kibocsátás „fogással”

Mivel a teljes koncepció elektromos hajtású rendszerre alapul ezért a hegyvidéken károsanyag kibocsátása nincs. Világ szinten pedig az áramtermelés módja határozza meg ezt a paramétert. A hajtásmód miatt az energia egy részét elektromos visszatáplálással (rekupáció) maga a jármű állítja elő. A nagyobb rész mondjuk víz, szél vagy atomerőműben előállítva globálisan is tiszta energiaforrást jelent. Még ha földgáz üzemű erőművel is számolunk, akkor is nagyságrenddel kisebb (globális) károsanyag kibocsátás lesz az eredmény.

Megjegyzés az eljutási időkhöz

Egy kicsit tamáskodunk, mivel a BKV autóbuszra nem ad meg külön lefelé és felfelé irányú menetidőt. Ennek eredményeképp gyakorlatban megpróbáltunk utánamérni a menetidőknek.

A vizsgálatot forgalmas órákban végeztük. Azokat az eredményeket amelyekben érzékelhető volt egy jelentős forgalmi torlódás hatása nem vettük figyelembe. Emellett annyi előnyt adtunk a busznak, hogy a relatíve erősebb hegyvidékre optimalizált 415-ös típusal utaztunk kevés utassal a fedélzeten (ez felfelé javítja a menetidőt).

A Szendrő utca (lakótelep) menetidő lefelé és sok megállót skip-elve jött ki a névleges menetidő. Felfelé kevés utassal dugó nélküli helyzetben egy-két megálló skip-vel inkább 15 perc jött ki.

A Nógrádi utca (lakótelep) menetidő felfelé 9p körül van 1 megálló skip-vel.

A Normafa menetidő felfelé 20p körül van 2-3 megálló skip-vel. Azt reméltük, hogy lefelé majd jobb érték jön ki, de az is 20p lett a végén sok skip-vel

A fentiekből az a kép rajzolódik ki, hogy mivel a fogaskerekű vasút menetideje nagyjából független a járműtípustól az utasok számától és a forgalmi helyzettől, ezen kívül forgalomszervezéssel talán még javítható is ezért valószínű, hogy az utasok többségének számára a Fogas projekt azonos de inkább jobb eljutási időt biztosít.

Eljutási idő

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 Szendrő utca (lakótelep) eljutási idő drasztikusan csökkenő környezetterhelés mellett változatlan maradna (13 -> 5+3+5 perc), viszont évszaktól és forgalmi helyzettől függetlenné válna.

A Nógrádi utca (lakótelep) eljutási idő drasztikusan csökkenő környezetterhelés mellett csekély mértékben növekedne (7 -> 5+3 perc), viszont évszaktól és forgalmi helyzettől függetlenné válna.

A Normafa eljutási idő drasztikusan csökkenő környezetterhelés mellett növekedne (18 -> 20+4 perc), viszont évszaktól és forgalmi helyzettől függetlenné válna.

A Gyermektábor járatsűrűsége körülbelül a duplájára emelkedne. A Normafán túli területek eljutási ideje legalább 50%-kal csökkenne. Így leginkább a gyermektábor kivételes adottságainak kihasználása lehetővé válna.

A fogas járatsűrűsége körülbelül fele lesz a jelenlegi busz-járatsűrűségnek. Mivel a fogas járművei dupla akkorák ez nem fogja befolyásolni az utaskényelmet. Eljutási idő tekintetében ennek elméletileg körülbelül 30%-os romlást kellene előidéznie. Csakhogy a fogas eljutási idejének stabilitása sziklaszilárd, míg az itt illetékes buszjáratok éppen a város egyik leginkább dugóveszélyes részén haladnak át. Így vélhetőleg az eljutási idő romlása csak csúcsidőn kívüli és kevés utasra fog korlátozódni. Az ezzel kapcsolatos gyakorlati tapasztalatokat lásd a Megjegyzés az eljutási időkhöz fejezetben.

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 NO_x 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 valósnál jóval fittebb járművek adatain alapulnak.

Másik oldalról a számítási módszerek átlagos városi környezetre vonatkoznak. A hegyi kapaszkodó különleges körülményeket teremtet, amire szintén nem lehet mérési adatot és kalkulációs módszert találni. Így a robbanómotoros járműveknél vélhetőleg a valósnál kedvezőbb értékekkel számoltunk.

Végkövetkeztetés

A projekt keretében felvázolt megoldások és a fejlett országok módszereinek megfelelő számítások is igazolták, hogy ha ezen projekt keretében a járatokat átstrukturáljuk, akkor a hagyományos buszok beszerzési költségének harmadából egy teljes környezetbarát tömegközlekedési hálózatot lehet felépíteni, és még fel is újítható az érintett infrastruktúra (fogaskerekű vasút, utak, stb.). Emellett a környezetbarát technológiák üzemi költsége lényegesen kisebb mint a régi technológia üzemi költsége. Hatásként pedig a környezetszennyezés és ennek hatásaként az egészségügyi és egyéb járulékos költség drasztikusan csökken.

A fogaskerekű vasút munkálatainál természetesen igen magas lehet a hazai beszállítók részaránya. Ha sikerült a hazai gyártást jó minőségben meghonosítani, akkor az E-busz technológia 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.

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 szervezetünk tagjainak és bedolgozóinak legjobb tudása szerinti véleményét tükrözi.

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 szégyelltek 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, 2012.06 - 2013.07

* * *

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.tbus.org.uk>

the Electric tbus group

<http://www.tbus.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>

Kummler+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)

Fogaskerekű vasút (fogas kérdés!)

<http://hbweb.hu/hbweb/fogasuj/2.htm>

Hajtó Bálint: Budapesti Fogaskerekű Vasút

<http://hbweb.hu/hbweb/fogasuj/fogashf.doc>

Hajtó Bálint: A fogaskerekű vasút járműszerkezete

E-Busz technológia

<http://www.byd.com/auto/ElectricBus.html>

byd: byd ebus

<http://www.autobuszklaszter.hu/files/hu/projektek/4-2-hu.pdf>

BYD Auto: K9—Pure Electric City Bus

<http://www.energyefficiencynews.com/articles/i/4188/>

energy efficient news: BYD to supply Singapore and Frankfurt with all-electric vehicles

<http://www.afdc.energy.gov/pdfs/38749.pdf>

Federal Transit Administration: Assessment of needs and research roadmaps for rechargeable energy storage system onboard electric drive buses (DOT-VNTSC-FTA-11-01.pdf).

http://www-scf.usc.edu/~rzhao/LFP_study.pdf

Mehul Oswal, Janson Paul and Runhua Zhao: A compare study of LFP batteries and traditional Lithium Batteries.

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

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/cape/activities/pdf/cape_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.dfld.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

Speciális

http://www.schindler.vn/planning_guide_for_esc_mw.pdf

Schindler: Planning guide for escalators and moving walks

* * *

Melléklet 2.

Számítási alapadatok

Ezen mellékletben a számításokhoz felhasznált alapadatok kerülnek felsorolásra viszonylatonként bontva:

21 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	13
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	10
Menetidő maximális	perc	40
Üzemhossz	óra	19
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

21A (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	7
Követési idő minimális	perc	5
Vonalhossz	km	8,1
Menetidő maximális	perc	28
Üzemhossz	óra	18
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

102 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	15
----------------------	------	----

Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	2,4
Menetidő maximális	perc	23
Üzemhossz	óra	19
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

112 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	8
Követési idő minimális	perc	6
Vonalhossz	km	6,2
Menetidő maximális	perc	33
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

212 (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	8
Követési idő minimális	perc	5
Vonalhossz	km	8,4
Menetidő maximális	perc	40
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

212 (eredeti Hegyvidék)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	8
Követési idő minimális	perc	5
Vonalhossz	km	2,6
Menetidő maximális	perc	12
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

Fogas (eredeti)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	18
Követési idő minimális	perc	15
Vonalhossz	km	3,7
Menetidő maximális	perc	18
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

90

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	13
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	3
Menetidő maximális	perc	13
Üzemhossz	óra	19
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

190

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	13
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	1,4
Menetidő maximális	perc	9
Üzemhossz	óra	19
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

212

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	8
Követési idő minimális	perc	5
Vonalhossz	km	7,6
Menetidő maximális	perc	42
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

212 (Hegyvidék)

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	8
Követési idő minimális	perc	5
Vonalhossz	km	1,8
Menetidő maximális	perc	19
Üzemhossz	óra	20
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	56
Átlagos utasszám autónként	n	1,2

Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83
-------------------------------------	---	----

Fogas

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	13
Követési idő minimális	perc	10
Vonalhossz	km	4,4
Menetidő maximális	perc	23
Üzemhossz	óra	19
Üzemnapok évente	n	360
Jármű tartalékráta	%	130
Átlagos utasszám járművenként	n	34
Átlagos utasszám autónként	n	1,2
Átlagos utasszám járművenként fogas	n	83

Egy autó

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

Számítási inputok:

Követési idő átlagos	perc	60
Követési idő minimális	perc	60
Vonalhossz	km	8
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

* * *

Melléklet 3.

Részletes számítási eredmények

A következő lapok tartalmazzák a részletes számítások eredményeit.

Beruházások közös

Megnevezés	mérték	egység	egységár HUF	összeg HUF
Fogas				
Megállók felújítása	10	db	47 000 000,00	470 000 000,00
Megálló közvilágítás	10	db	3 400 000,00	34 000 000,00
Megállók térfigyelő rendszer	10	db	870 000,00	8 700 000,00
Új intelligens vasútirányítási rendszer	1	db	470 000 000,00	470 000 000,00
Zajvédő Széchenyi hegy végállomás – Svábhegy déli oldal (m)	460	m	37 000,00	17 020 000,00
Zajvédő 2. Orgonás – Erdei iskola északi oldal (m)	280	m	37 000,00	10 360 000,00
Zajvédő 3. Városkút – Mátyás Király út északi oldal (m)	420	m	37 000,00	15 540 000,00
Zajvédő 4. Mátyás Király út – Svábhegy déli oldal (m)	370	m	37 000,00	13 690 000,00
Hegyhát				
Útburkolás	7	km	30 000 000,00	210 000 000,00
Közvilágítás	280	db	800 000,00	224 000 000,00

Széchenyi hegy végállomás

Útburkolás	0,5	km	30 000 000,00	15 000 000,00
Közvilágítás	20	db	800 000,00	16 000 000,00
Szendrő utca				
kerülőből	9	db	45 000,00	405 000,00
Forgalomszabályzás	1	db	3 400 000,00	3 400 000,00
Bartha - Vöröskő szakasz rendezés	1	db	220 000 000,00	220 000 000,00
Útburkolás	0,9	km	30 000 000,00	27 000 000,00
Közvilágítás	36	db	800 000,00	28 800 000,00
Nógrádi utca				
Útburkolás	0,27	km	30 000 000,00	8 100 000,00
Forgalomszabályzás	1	db	1 700 000,00	1 700 000,00
Nógrádi - Szendrő visszaforduló	1	db	7 300 000,00	7 300 000,00

Közös beruházásai költség

1 801 015 000,00

Beruházásigény most

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
21-es busz			
Jármű	11	80 000 000,00	880 000 000,00
21A busz			
Jármű	16	80 000 000,00	1 280 000 000,00
102-es busz			

Jármű	7	80 000 000,00	560 000 000,00
212-es busz			
Jármű	21	80 000 000,00	1 680 000 000,00
Fogas			
Jármű	4	420 000 000,00	0,00

Jármű beruházási költség			4 400 000 000,00
Infrastruktúra beruházási költség			0,00
Közös beruházási költség			1 801 015 000,00
Teljes beruházási költség			6 201 015 000,00

Üzemeltetés most

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
21-es busz			
Üzemanyagköltség	1	196 308 000,00	196 308 000,00
Fenntartási költség	1	117 907 920,00	117 907 920,00
Járművezetők költsége	1	115 500 000,00	115 500 000,00
CO2 költség	1	4 842 720,00	4 842 720,00
Egészségügyi költség	1	64 537 834,64	64 537 834,64
21A busz			
Üzemanyagköltség	1	271 153 008,00	271 153 008,00
Fenntartási költség	1	162 861 865,92	162 861 865,92
Járművezetők költsége	1	162 750 000,00	162 750 000,00

CO2 költség	1	6 689 070,72	6 689 070,72
Egészségügyi költség	1	89 143 733,28	89 143 733,28

102-es busz

Üzemanyagköltség	1	37 691 136,00	37 691 136,00
Fenntartási költség	1	22 638 320,64	22 638 320,64
Járművezetők költsége	1	73 500 000,00	73 500 000,00
CO2 költség	1	929 802,24	929 802,24
Egészségügyi költség	1	12 391 264,25	12 391 264,25

212-es busz (Hegyvidék)

Üzemanyagköltség	1	85 962 240,00	85 962 240,00
Fenntartási költség	1	51 631 257,60	51 631 257,60
Járművezetők költsége	1	78 750 000,00	78 750 000,00
CO2 költség	1	2 120 601,60	2 120 601,60
Egészségügyi költség	1	28 260 778,12	28 260 778,12

Fogas

Üzemanyagköltség	1	99 283 277,49	99 283 277,49
Fenntartási költség	1	53 693 452,80	53 693 452,80
Járművezetők költsége	1	47 250 000,00	47 250 000,00
CO2 költség	1	5 582 056,27	5 582 056,27
Egészségügyi költség	1	44 080 410,42	44 080 410,42

Éves költségek

Üzemanyagköltség		690 397 661,49
Fenntartási költség		408 732 816,96
Járművezetők költsége		477 750 000,00
Teljes egészségügyi költség		258 578 271,54
Teljes költség		1 835 458 749,99

Beruházások E-Busz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
90-es busz			
Jármű	5	176 000 000,00	880 000 000,00
190-es busz			
Jármű	4	176 000 000,00	704 000 000,00
212-es busz			
Jármű	21	80 000 000,00	1 680 000 000,00
Fogas			
Jármű	7	420 000 000,00	0,00
Fogas			
Városmajor kocsiszín átalakítás	1	134 000 000,00	134 000 000,00
Városmajor váltó és kereszt	1	170 000 000,00	170 000 000,00
Jármű átalakítás kétfeszültségűre	7	78 000 000,00	546 000 000,00
Városmajor villamos-fogas csatlakozás biztosító berendezés	1	134 000 000,00	134 000 000,00
Széli váltó és kereszt	1	170 000 000,00	170 000 000,00
Széli végállomás	1	326 000 000,00	326 000 000,00
Széli villamos-fogas csatlakozás biztosító berendezés	1	134 000 000,00	134 000 000,00
Depó			
E-busz depó kiépítése	1	54 000 000,00	54 000 000,00
Orgonás megálló			
Orgonás – Trencsényi mozgólépcsős alagút (m)	140	4 700 000,00	658 000 000,00

Orgonás – Trencsényi mozgólépcső 80m	2	137 000 000,00	274 000 000,00
Trencsényi lépcsős kijárat	1	12 000 000,00	12 000 000,00
Trencsényi - Zsolna gyaloglagút (m)	100	2 800 000,00	280 000 000,00
Zsolna lépcsős kijárat	1	12 000 000,00	12 000 000,00
Zsolna – Istenhegyi gyaloglagút (m)	150	2 800 000,00	420 000 000,00
Istenhegyi_Szendrő_Nógrádi lépcsős kijárat	1	18 000 000,00	18 000 000,00
Trencsényi(-Zsolna) – Istenhegyi gyaloglagút (m)	350	2 800 000,00	980 000 000,00
Istenhegyi_Pethényi lépcsős kijárat	1	18 000 000,00	18 000 000,00
Térfigyelő rendszer	1	1 300 000,00	1 300 000,00
Hegyhát			
Új sétálóutca kisajátítás	100	50 000,00	5 000 000,00
Új sétálóutca burkolás	100	15 000,00	1 500 000,00
Széchenyi hegy végállomás			
Töltőállomás vandálbiztos	1	200 000,00	200 000,00
Szendrő utca			
Bartha - Fodor forgalomirányító lámparendszer	1	80 000 000,00	80 000 000,00
Szent Orbán tér végállomás			
Busz visszaforduló kiépítése	1	3 400 000,00	3 400 000,00
Nógrádi kilépő srörömpő kiépítése	1	12 000 000,00	12 000 000,00
Fodor utca végállomás			
Áruház parkoló megnyitás	1	1 700 000,00	1 700 000,00
Pagony-parkoló kereszteződés szintemelés	1	870 000,00	870 000,00
Töltőállomás vandálbiztos	1	200 000,00	200 000,00

Jármű beruházási költség

3 264 000 000,00

Infrastruktúra beruházási költség	4 446 170 000,00
Közös beruházási költség	1 801 015 000,00
Teljes beruházási költség	9 511 185 000,00

Üzemeltetés E-Busz

Megnevezés	darab	egységár HUF	összeg HUF
90-es busz			
Üzemanyagköltség	1	4 219 838,71	4 219 838,71
Fenntartási költség	1	52 326 000,00	52 326 000,00
Járművezetők költsége	1	47 250 000,00	47 250 000,00
CO2 költség	1	237 254,23	237 254,23
Egészségügyi költség	1	2 527 086,94	2 527 086,94
190-es busz			
Üzemanyagköltség	1	1 969 258,06	1 969 258,06
Fenntartási költség	1	24 418 800,00	24 418 800,00
Járművezetők költsége	1	31 500 000,00	31 500 000,00
CO2 költség	1	110 718,64	110 718,64
Egészségügyi költség	1	1 179 307,24	1 179 307,24
212-es busz (Hegyvidék)			
Üzemanyagköltség	1	59 512 320,00	59 512 320,00
Fenntartási költség	1	35 744 716,80	35 744 716,80
Járművezetők költsége	1	120 750 000,00	120 750 000,00
CO2 költség	1	1 468 108,80	1 468 108,80
Egészségügyi költség	1	19 565 154,08	19 565 154,08

Fogas

Üzemanyagköltség	1	157 198 522,69	157 198 522,69
Fenntartási költség	1	101 098 483,20	101 098 483,20
Járművezetők költsége	1	73 500 000,00	73 500 000,00
CO2 költség	1	8 838 255,76	8 838 255,76
Egészségügyi költség	1	70 366 352,35	70 366 352,35

Éves költségek

Üzemanyagköltség	222 899 939,47
Fenntartási költség	213 588 000,00
Járművezetők költsége	273 000 000,00
Teljes egészségügyi költség	104 292 238,04
Teljes költség	813 780 177,51

Összegzés segéd**Dízelbusz/most emisszió (Nox ekvivalens)**

	21ere	21Aere	102ere	212Hegyere	Fogasere	összes
CO2 emisszió kg/év	820,8	1133,741	157,5936	359,424	946,1112	3417,67
CO emisszió kg/év	359,1	496,0116	68,9472	157,248	0	1081,307
SO2 emisszió kg/év	0	0	0	0	125,0969	125,0969
THC emisszió kg/év	224,2543	309,7542	43,05682286	98,19977143	0	675,2651
PM emisszió kg/év	0	0	0	0	5146,845	5146,845
NOx emission kg/év	10396,8	14360,72	1996,1856	4552,704	2943,457	34249,86
Zaj emisszió kg/év	1592,968	2200,307	305,8497792	697,552128	372,2514	5168,928

E-Busz emisszió (Nox ekvivalens)

	90	190	212Hegy	Fogas	összes	
CO2 emisszió kg/év	40,21258	18,76587	248,832	1498,009452	0	1805,82

CO emisszió kg/év	0	0	108,864	0	0	108,864
SO2 emisszió kg/év	5,316997	2,481265	0	198,0701386	0	205,8684
THC emisszió kg/év	0	0	67,98445714	0	0	67,98446
PM emisszió kg/év	218,7564	102,0863	0	8149,171416	0	8470,014
NOx emisszió kg/év	125,1058	58,38271	3151,872	4660,473849	0	7995,834
Zaj emisszió kg/év	143,1424	66,79978	482,920704	700,905744	0	1393,769

Autó ekv. Emisszió (Nox ekvivalens)

	21ere	21Aere	102ere	212Hegyere	Fogasere	összes
CO2 emisszió kg/év	3343,05	4617,632	641,8656	2411,136	781,218	11794,9
CO emisszió kg/év	1744,2	2409,199	334,8864	1257,984	407,592	6153,862
SO2 emisszió kg/év	0	0	0	0	0	0
THC emisszió kg/év	373,7571	516,257	71,76137143	269,568	87,34114	1318,685
PM emisszió kg/év	0	0	0	0	0	0
NOx emisszió kg/év	9690	13384,44	1860,48	6988,8	2264,4	34188,12
Zaj emisszió kg/év	9012,669	12448,87	1730,432448	6500,28288	2106,118	31798,37

Összegzés

	Dízelbusz/most MHUF	E-Busz MHUF
Beruházási költségek		
Járműbeszerzés	4 400,00	3 264,00
Infrastruktúra létesítés	0,00	4 446,17
Közös beruházás (pl. útfelújítás)	1 801,02	1 801,02
Teljes beruházási költség	6 201,02	9 511,19
Kohéziós önrész %	100,00	20,00
Beruházási költség kohéziós támogatással	6 201,02	1 902,24

Üzemeltetési költségek éves

Üzemanyag költség	690,40	222,90
Fenntartási költség	408,73	213,59
Járművezetők költsége	477,75	273,00
Egészségügyi költség	258,58	104,29
Teljes üzemeltetés	1 835,46	813,78

	Dízelbusz/most	E-Busz	Autó ekv.
Károsanyag emisszió hegyvidék (Nox ekvivalens)			
CO2 emisszió kg/év	3417,669633	1805,819903	11794,9014
CO emisszió kg/év	1081,3068	108,864	6153,8616
SO2 emisszió kg/év	125,0969296	205,8684005	0
THC emisszió kg/év	675,2650629	67,98445714	1318,68463
PM emisszió kg/év	5146,845105	8470,014193	0
NOx emisszió kg/év	34249,86357	7995,834365	34188,12
Zaj emisszió "kg"/év	5168,928341	1393,76862	31798,3704
Összesen	49864,97544	20048,15394	85253,938

**Károsanyag emisszió hegyvidék (Nox ekvivalens),
csak a Hegyvidéken szétszórt**

CO2 emisszió kg/év	3417,669633	0	11794,9014
CO emisszió kg/év	1081,3068	0	6153,8616
SO2 emisszió kg/év	125,0969296	0	0
THC emisszió kg/év	675,2650629	0	1318,68463
PM emisszió kg/év	5146,845105	0	0
NOx emisszió kg/év	34249,86357	0	34188,12
Zaj emisszió "kg"/év	5168,928341	1393,76862	31798,3704
Összesen	49864,97544	1393,76862	85253,938

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.

Alap adatok

Alap adatok	egység	
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
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
Teljes egészségügyi költség állapot érintő része "járat"	HUF/év	4 288 125,92
Zaj átszámítási tényező	n	0,9301
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 állapot 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

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
Tejes 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

Fogas üzemanyagköltség

Fogaskerekű vasút járat üzemanyagköltség	egység	érték
Fogyasztás jármű	kwh/km	13,52
Fogyasztás jármű	kwh/forduló	270,38
Fogyasztás járat	kwh/óra	1 622,28
Fogyasztás járat	kwh/nap	29 200,96
Fogyasztás járat	kwh/év	10 512 347,03
Üzemanyag költség járat	HUF/km	229,82
Üzemanyag költség járat	HUF/év	178 709 899,48
Üzemanyag költség járat	EUR/év	605 796,27
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	420 000 000,00
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	5 040 000 000,00

Busz ekvivalens költségek:

Üzemanyag költség járat	HUF/év	73 206 464,85
Üzemanyag költség járat	EUR/év	248 157,51
Fenntartási költség járat	HUF/év	107 002 256,96
Jármű beszerzés költsége járat	HUF	2 064 578 313,25

Fogas CO2 emisszió költség

Fogaskerekű vasút járat CO2 emisszió költség	egység	érték
CO2 emisszió jármű	kg/forduló	58,40
CO2 emisszió járat	kg/óra	350,41
CO2 emisszió járat	kg/nap	6 307,41
CO2 emisszió járat	kg/év	2 270 666,96
SO2 emisszió járat	kg/év	189,22
PM emisszió járat	kg/év	1 286,71
NOx emisszió járat	kg/év	5 298,22
CO2 költség járat	EUR/év	34 060,00
CO2 költség járat	HUF/év	10 047 701,29
SO2 egészségügyi költség járat	EUR/év	4 503,49

PM egészségügyi költség járat	EUR/év	185 286,42
NOx egészségügyi költség járat	EUR/év	105 964,46
Zaj egészségügyi költség járat	EUR/év	36 219,05
Teljes egészségügyi költség járat	EUR/év	331 973,42
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	97 932 160,11
Tejes egészségügyi költség állapot érintő része járat	HUF/év	85 200 979,30
Busz ekvivalens költségek:		
CO2 költség járat	HUF/év	4 115 925,83
Teljes egészségügyi költség járat	HUF/év	40 116 788,48
Tejes egészségügyi költség állapot érintő része járat	HUF/év	34 901 605,98
NOx ekvivalens CO2 emisszió járat	kg/év	1 703,00
NOx ekvivalens SO2 emisszió járat	kg/év	225,17
NOx ekvivalens PM emisszió járat	kg/év	9 264,32
NOx ekvivalens NOx emisszió járat	kg/év	5 298,22
NOx ekvivalens Zaj emisszió járat	kg/év	1 810,95

* * *