

SZENT ISTVÁN EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI DOLGOZAT

AUTÓBUSZOK KOMPLEX ÖSSZEHAISONLÍTÓ VIZSGÁLATA

Készítette: **EICHÜBEL ATTILA**
IV. évf. hallgató

Témavezetők: **DR. DARÓCZI MIKLÓS**
egyetemi docens
EDELÉNYI PÉTER
szervizmérnök



**Gödöllő
2011**

TARTALOMJEGYZÉK

1. Bevezetés	3
1.1 Téma időszerűségének bemutatása	3
1.2 Témaválasztás indoklása	4
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1 Környezetvédelmi rész szakirodalmi áttekintése	5
2.2 Műszaki vonatkozások szakirodalmi áttekintése	9
2.3 Gazdasági rész szakirodalmi áttekintése	22
3. Módszerek, vizsgálatok	32
3.1 Vizsgálati módszerek ismertetése	32
3.2 A Scania cégcsoport rövid bemutatása, története	33
3.3 A Scania OmniLink autóbuszok rövid bemutatása	37
4. Összehasonlítás, számítások, kalkulációk	41
4.1 Autóbuszok műszaki paramétereinek összehasonlítása	41
4.2 Károsanyag kibocsátási értékek összehasonlítása	45
4.3 Autóbuszok beszerzési lehetőségeinek vizsgálata	48
4.3.1 Autóbuszok beszerzése saját erőből	48
4.3.2 Autóbuszok beszerzése lízing konstrukcióval I.	51
4.3.3 Autóbuszok beszerzése lízing konstrukcióval II.	52
4.4 A beruházási módok összehasonlítása	54
4.5 Egyéb költségek a beruházás során	55
4.6 Karbantartási, üzemeltetési költségek kalkulálása	57
4.6.1 Karbantartási költségek számítása	57
4.6.2 Üzemeltetési költségek kalkulációja	60
4.7 Beruházás-gazdaságossági mutatók kiszámítása	62
4.7.1 Dízel üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók	63
4.7.2 Etanol üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók	64
4.7.3 Biogáz üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók	65
4.8 Autóbuszok megtérülési idejének meghatározása	66
4.8.1 Dízel üzemű buszok megtérülési ideje	67
4.8.2 Etanol üzemű buszok megtérülési ideje	67
4.8.3 Biogáz üzemű buszok megtérülési ideje	68
5. Eredmények ismertetése	69
6. Összefoglalás	73
7. Summary	75
8. Irodalomjegyzék	76
9. Mellékletek	78

1. Bevezetés

1.1. Téma időszerűségének bemutatása

Napjainkban Európában a közösségi közlekedés egyre nagyobb hangsúlyt, illetve jelentőséget kap. Az autóbusszal végzett személyszállítás egyre fontosabb a városok, nagyvárosok helyi, illetve az elővárosi közlekedésében is.

A hazánkban futó autóbuszok átlagéletkora az Európai Unió átlagától lényegesen öregebb. Az idős, gyakran nem megfelelően karbantartott gépjárművek nagymértékben hozzájárulnak a levegő és a környezet szennyezéséhez, emellett az utazási komfort és színvonal is jelentősen csökkent az idő múlásával. Az olajárak folyamatos emelkedése és tartósan magas szinten való stagnálása a fosszilis energiahordozókkal üzemeltetett gépjárműparkok üzemeltetőinek és ezáltal közvetve az utazóközönségnek is anyagi gondokat okoznak. Továbbá az olajkészletek kitermelése egyre nehezebb, az olajkitermelésből adódó környezetvédelmi katasztrófák (BP olajcég - Mexikói-öböl), valamint az olajtartalékok végeessége is jelentős problémát jelent napjainkban és a közeljövőben. A fenntartható közlekedés érdekében egy a tömegközlekedésben megfelelően és gazdaságosan használható alternatív üzemanyagfajtára való átállás jelentené az optimális megoldást. Ezzel az átállással függetlenedni lehetne a kőolajszármazék alapú üzemanyagoktól. A fejlett, nyugat-európai országok mintája is élő, illetve jó példa ezen elképzelés megvalósítására és a technológia fenntarthatóságára.

A XXI. század műszaki-, környezetvédelmi- és ökonómiai kihívásainak és ezen elvárások teljesítéséhez modern, környezetbarát és gazdaságosan üzemeltethető autóbuszokra van szükség. Egy modern, európai autóbuszpark nemcsak az utazás színvonalára van hatással, hanem az adott város közlekedési kultúrájáról, valamint a városról is képet ad. Ennek a járműpark csere programnak a megvalósításához szeretnék segítséggel szolgálni dolgozatom elkészítésével, melyben autóbuszok több szempont szerinti összehasonlítását végzem.

1.2. Témaválasztás indoklása

A gépek, műszaki berendezések mellett a különböző technikai újítások is mindig érdekelték. Gépészmérnöki tanulmányaim során az érdeklődési tárgyköröm bővült a műszaki ökonómia és menedzsment területekkel is.

Az autóbuszok iránti komolyabb érdeklődésem egyetemi tanulmányaim elején alakult ki elsősorban a hazai Volán társaságok Ikarus EAG 395/E95 Scania típusú autóbuszainak köszönhetően. Ezt követően igyekeztem áttekinteni a hazánkban futó autóbustípusokat, elsősorban az Ikarus EAG típusokat és Scania alvázás járműveket. A hazai nagy múltú autóbuszgyártásra való tekintettel úgy vélem, hogy mérnökhallgatóként nyitottnak kell lennem az autóbusziparban használt új megoldásokkal, az alternatív üzemanyagok alkalmazásával, továbbá ezen üzemanyagok használatának összefüggéseivel, a modern, környezetbarát autóbuszok beszerzésének, üzemeltetésének anyagi vonzataival is.

Tudományos diákköri dolgozatom témaválasztásánál fontos tényező volt a választott téma komplexitása is. Ennek következtében a témakör műszaki-, környezetvédelmi- és ökonómiai oldalát is egyszerre tudom vizsgálni, elemezni. Továbbá a hazai közlekedési vállalatok városi-elővárosi autóbuszparkjának minél előbbi lecserélése, frissítésének szükségessége is időszerűvé teszi a probléma megoldásainak vizsgálatát.

TDK dolgozatom célkitűzései:

- A témához kapcsolódó hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése
- A dolgozat során alkalmazott módszerek, elemzések bemutatása
- A Scania cégcsoport és a Scania Hungária Kft. bemutatása
- Autóbuszok több szempont szerinti összehasonlítása
- Számítások, kalkulációk elvégzése
- Eredmények ismertetése

2. Szakirodalmi áttekintés

A dolgozatom témájához kapcsolódó anyagok szakirodalmi áttekintését a rendelkezésre álló hazai illetve nemzetközi szakirodalom alapján végzem. Az áttekintőt három fő irányvonal mentén készítem el. Ezek alapján műszaki, környezetvédelmi és ökonómiai szempontok szerint dolgozom fel a fellelhető anyagokat. Az egyes részeknél igyekszek bemutatni, illetve röviden összefoglalni a leglényegesebb dolgokat, összefüggéseket valamint ezek segítségével komplex, világos képet adni a választott témáról.

2.1. Környezetvédelmi rész szakirodalmi áttekintése

A szakirodalmi áttekintő első szakaszaként a környezetvédelmi részt foglalom össze. Ezen fejezet fő irányvonalaként az üzemanyagokat, a felhasználásuk során keletkező károsanyagokat, ezek kibocsátását, valamint az üzemanyagok előállításának környezetvédelmi vonatkozásait, továbbá a lehetséges alternatívákat kívánom röviden áttekinteni.

A 21. században az energiához való hozzájutás stratégiai céllá vált. Különösen igaz ez a nyersolajra, amely a huszadik századi politika és gazdaság főszereplője, mára már a világ teljes energiapiacán 40%-os részesedéssel bír. Az olajipar az egyik legsebezhetőbb ágazat, mivel -tőzsdei árucikk lévén- folyamatosan ki van téve a hirtelen áremelkedéseknek. A fosszilis energiahordozók szinte „bebetonozott” pozíciót vívtak ki maguknak, még csekély mértékű trónfosztásuk több szempontból is óriási „energiába” kerül, társadalmi szemléletváltás nélkül pedig szinte lehetetlen. Európa rászorultsága az olajra nagyobb, mint a világátlag, hiszen az olaj globális részesedése 36%. A megújuló energiaforrások az energiatermelés mindössze 7%-át adják az EU-ban. Mindebből az következik, hogy az EU erősen ráutalt a kőolaj importjára, tehát ezzel együtt Európa energiafüggősége hatalmas. 2006-ban az EU energiafüggősége (energiaimport/energia-felhasználás) meghaladta az 50%-ot, vagyis a közlekedés nyelvére lefordítva minden második gépkocsit import energiaforrás üzemeltet napjainkban.

Az olajhoz való egyre kockázatosabb hozzáférés mellett ma már mindenki számára nyilvánvaló, hogy a fosszilis tüzelőanyagok felhasználásával jelentékeny változásokat idézünk elő a Föld éghajlati viszonyaiban. A szénhidrogének elégetése során nemcsak energia keletkezik, hanem szén-dioxid is. Amikor pedig a szén-dioxid beszabadul a légkörbe,

üvegházhatást idéz elő, elnyeli a napsugarakat és megemeli az egész bolygó hőmérsékletét. Az olaj kereslete a mai 77 millió hordóról akár 140 millió hordóra is növekedhet. Van egy technológiai probléma is az olaj kitermelésével. A kitermelni szándékozandó 100 liter olajból 70 liter nem hozható fel a földszínre. Bár számos kísérlettel (vízbesajtolás, baktériumos módszer, stb.) próbálkoznak a szakemberek, de úgy tűnik, hogy a 30%-os kihozatali arányt nem igazán tudják számottevően növelni. Az olaj nem kifogyhatatlan termék, eljön az idő, amikor a világszerte föltárt készletek már nem pótolhatják a korábbiakat, így a világ össztermelése tetőzni fog. Kutatások szerint a Föld mélye még hatalmas készleteket rejt, de ennek jó része „elméleti olaj”, mivel igen bizonytalan, nehéz helyeken van: olyan harmadik világbeli országokban, ahol mindennapos veszély a polgárháború, vagy mélyen az Arktisz jege alatt. Mindez azt jelenti, hogy rövidtávon még biztosan fogunk rendelkezni kellő mennyiségű nyersolajjal, de a könnyen kitermelhető olajhoz való hozzáférés egyre szűkösebbé válik. A nehezen megtalálható és kitermelhető olaj nemcsak áremelkedéshez, hanem erős áringadozásokhoz is fog vezetni, amitől még nehezebben lehet majd megjósolni, meddig is tart ki a készlet. Mindebből jól látható, hogy az olaj hosszú távú jövőképe nem igazán tűnik biztatónak. Ha attól még nem is kell tartanunk, hogy holnapra hirtelen kifogy, az mindenesetre biztos, hogy az egész vállalkozás évről évre kockázatosabb lesz: technikai, gazdasági, tudományos, környezetvédelmi és nem utolsósorban politikai szempontból egyaránt. [15]

A közlekedés hatásai röviden összefoglalva [15]:

A hagyományos közlekedési feladatok mellett új típusú közlekedési igények és irányzatok jelentek meg, amelyek négy csoportba sorolhatók

- 1) nyersanyagok, félkész – és késztermékek áruszállítása
- 2) személyközlekedés (munkába járás, iskolás buszok, stb.)
- 3) turista jellegű utazások (kirándulás, szabadság)
- 4) bevásárló utazások a város peremkerületein lévő bevásárlóközpontokba

A közlekedés az egyik legfőbb környezetkárosító. Az OECD országokban:

- a szén-monoxid-kibocsátás 90%-a,
- a NO_x-, CO_x- és ólomkibocsátás 50%-a,
- a benzénszármazékok 80%-a

a közlekedés terhére írható. A nem mérgező, de a környezet és a klimatikus viszonyokat erősen károsító szén-dioxid 40%-a ugyancsak a közlekedésből ered.

A közlekedés környezetkárosító hatásait három fő részre oszthatjuk: légszennyezés, zajártalom, talaj- és vízártalom.

A szén-dioxid-kibocsátás csökkentését mutatja az 1.sz. melléklet. [15]

A szén-dioxid kibocsátás csökkentésének megoldására három fő irányt különböztet meg:

1. A jelenlegi benzines és Diesel-motorok további optimalizálása
2. Alternatív és regeneratív hajtóanyagok alkalmazása (etanol, biomassa, földgáz, stb.)
3. Új alternatív hajtású módok (hibrid, flex-fuel, üzemanyagcella)

A jelenlegi motorok előnyeit és hátrányait jól ismerik a szakemberek. A hagyományostól eltérő motorok jövője attól függ, hogy tudnak-e társaiknál kedvezőbb kompromisszumot nyújtani. A belsőégésű dugattyús motorok még ma sem érték el fejlettségük csúcspontját, noha a legközelebbi években alapvető szerkezeti változások nem várhatóak. Védelmük érdekében hivatkozni lehet a hosszú évtizedek alatt összegyűlt gyártási, üzemeltetési és javítási tapasztalatra és nem utolsósorban a kiépített infrastruktúrára, ezen belül is a töltőállomás-hálózatra.

Egy új erőforrással kapcsolatos értékelés eredménye attól függ, hogy az egyes feltételek közül adott pillanatban melyiket tartjuk fontosabbnak. Vitathatatlan azonban, hogy a gazdaságosság, az üzemi jellemzők, a kedvező költségű gyárthatóság, a környezetvédelem mindig fontos szempont marad. Az egyre szigorodó környezetvédelmi törvények azonban arra sarkallják az autópári szakembereket, hogy fejlesztéseiknél egyre erőteljesebben fókuszáljanak a szén-dioxid csökkentésének lehetőségeire. Az uralkodó benzint és gázolajat különböző alternatív hajtóanyagokkal próbálják helyettesíteni. Számos különböző helyettesítő anyaggal folynak a kísérletek, illetve némelyik (például az etanol) már egyes országokban előkelő pozíciót vívott ki magának. A bioüzemanyagok terén is érvényben van egy EU-s szabályozás, miszerint 2010-ig ezen üzemanyagok felhasználási arányának el kell érnie az 5,75%-os szintet. A növényi eredetű üzemanyagokkal a benzin és a gázolaj egy része, vagy akár egésze kiváltható etanol, illetve biodízel felhasználásával. [15]

A növényi hajtóanyagok bevezetéseinek Magyarországon ma környezetvédelmi, integrációs és gazdasági megfontolásai vannak. A Klíma-egyezményben megfogalmazott kibocsátás-csökkentés mellett az EU motorszabványai is a kibocsátások mérséklésére ösztönöznek. A megújuló hajtóanyagok létjogosultságát leginkább a környezet jelenlegi állapota indokolja. A növényi alapanyagokból készült hajtóanyagok haszna azok zárt szén-dioxid ciklusa. Ebben a szén-dioxid a fotoszintézis során a napenergia hatására beépül a növényekbe, így biomasszává alakul. A biomasszát biohajtóanyaggá alakíthatjuk, ami hajtóanyagként szolgál. A

tüzelőanyag elégetésével szén-dioxid és víz keletkezik, amivel bezárul a kör. Az alapvető különbség a fosszilis energiahordozókhoz képest tehát az, hogy nem juttatunk többlet szén-dioxidot a légkörbe, mivel az ismét visszakerül a folyamatba, ezáltal csökkentjük az üvegházhatást. Az egész folyamatban valójában a napenergiát használjuk fel, mint energiaforrást. A megújuló alapanyagokból előállított hajtóanyagok kéntartalma jóval kisebb, mint a hagyományos fosszilis hajtóanyagoké, sőt sok esetben nulla, így elégetésükkor természetesen nem keletkeznek a savas esők okozójaként is számon tartott kénoxidok. A bioetanolban például nincsenek meg a dízelrészecske összetevői sem, így elégetésekor nem keletkezik sem dízelrészecske, valamint a rákkeltő benzopirén. Emiatt az etanollal üzemeltetett dízelmotorok hiányzik a dízelmotorok jellegzetes velejárója, a sűrű füst. A nitrogénoxidok emisszióját csökkenti például nemcsak az etanol nagy párolgáshője és ezáltal a hengertöltet kisebb hőmérséklete, hanem a kipufogógáz visszavezetésének megnövekedett lehetősége is. [1]

„Csupán három lehetőség van a közlekedés által kibocsátott CO₂ mennyiségének csökkentésére:

1. Kevesebb szállítás
2. Jobb energia-hatásfok
3. Több bioüzemanyag” [3] Saját fordítás Scania belső anyagából

Ezen lehetőségek hatásait az 1. táblázat szemlélteti:

1. táblázat: Lehetőségek a CO₂ kibocsátásunk csökkentésére a közlekedési szektorban [3] Saját fordítás Scania belső anyagából

	Klímaváltozás	Adó, állami bevétel	Politikai népszerűség
1. A szállítás csökkentése	Alacsony hatás	Tartós csökkenés	Alacsony
2. Üzemanyag hatásfokának növelése	Közepes hatás	Tartós csökkenés	Semleges
3. Több bioüzemanyag	Magas hatás	Ideiglenes csökkenés	Magas

2.2. Műszaki vonatkozások szakirodalmi áttekintése

A szakirodalmi áttekintő második részeként az alternatív üzemanyagokat, előállításukat, felhasználásuk műszaki vonatkozásait kívánom bemutatni. Továbbá egy rövid összehasonlítást végzek a bioetanol és a gázolaj között.

A motorizáció elterjedése óta az elsősorban használt motorhajtóanyag a gázolaj és a benzin. Ez a két hajtóanyag hajtotta a belső égésű motorral rendelkező járművek nagy többségét a XX. század eleje óta.

A dízelmotorok hajtóanyagainak legfontosabb ismérvei a cetánszám, a fűtőérték, a kéntartalom, a viszkozitás, a dermedéspont és a kenőképesség.

Bár az etanolt vagy a földgázt már a belső égésű motorok születésekor számon tartották, mint lehetséges hajtóanyagot, de a kőolaj alapú nyersanyagok ára és nagy mennyisége miatt például az etanol legfeljebb, mint oktánszám növelő motorhajtóanyag-adalék fordult elő hosszú ideig a motorteknika történetében. Hosszú időn keresztül csak akkor alkalmaztak alternatív hajtóanyagokat belsőégésű motorokban üzemanyagként, ha nyersanyaghiány lépett fel. Az első olajválság adta meg a kezdeti lökést a kutatásoknak, mikor is a hetvenes évek közepén több ország is rádöbbsent, hogy mennyire függ az importált kőolajtól. Az elmúlt huszonöt évben a szakembereket foglalkoztatta a gondolat, hogy miként lehet a biomasszából és egyéb alternatív forrásokból hajtóanyagot előállítani a kőolaj alapú motorhajtóanyagok helyettesítésére. [1]

Az etanol ismertetése, tulajdonságainak, előállításának, alkalmazhatóságának bemutatása:

„Napjainkban a világ megújuló üzemanyagainak 90%-a az etanol. A kutatási engedélyek 50%-a az etanolra irányul. Az új termékek beruházásainak 90%-a az etanolban érdekelt.” [6]

Saját fordítás a Scania belső anyagából

Etanolt az Egyesült Államokban szinte kizárólag kukoricából állítanak elő, Braziliában viszont cukornádból, amelyből kétszer annyi etanol nyerhető. Amíg a kukorica-alapú etanol esetén az energiamérleg nulla körül van (tehát annyi fosszilis tüzelőanyagot emészt fel, mint amennyit az etanol használatával kivált), addig a cukornádból egységnyi fosszilis tüzelőanyag felhasználásával nyolcegységnyi etanolt lehet előállítani. Az etanol előnye, hogy elméleti oktánszáma 113, így nagyobb teljesítményt ad le. Másik nagy előnye, hogy cukornád alapanyag esetén az etanol gyártása és felhasználása során 55-90%-kal kevesebb szén-dioxid keletkezik, mint benzin esetében. Még ennél is kedvezőbb adatot kapunk, ha az etanolt cellulózból állítjuk elő, e metódusnál viszont az eljárás igencsak technológia-igényes. Biomasszából (kukoricaszárból, faaprítékból, fűfélékből) gyártott etanol esetén az

energiatartalmának csak 45%-ából lesz alkohol. A cellulózalapú etanol esetén a gyártás hatásfokát mindenképpen javítani kell. A nemzetközi szervezetek mégis a cellulózalapú etanolt támogatják, valamint arra hívják fel a figyelmet, hogy a haszonnövények zöld üzemanyagként való felhasználása veszélyezteti az élelmiszer-ellátást, emelkedhetnek a piaci árak, az éhínség elleni küzdelem egyre nehezebbé válhat. Svédországban fahulladékból állítják elő az etanolt és 15% benzinből, és 85% etanolból álló E85-ös keverék üzemanyagra nincs jövedéki adó. Magyarországon szintén támogatásra talált az E85, melynek biorészét nem terheli adó, sőt Magyarország nagyon jó adottságokkal rendelkezik a bioüzemanyagok előállításához szükséges alapanyag-termesztéséhez (csicsóka, cukorrépa, cukorcirok, kukorica, burgonya, őszi búza). [15]

Az alkohol előállítás technikája egy relatíve egyszerű folyamaton alapszik. Ha egy közönséges élesztőgombát levegőtől elzárt környezetbe helyezünk és ellátjuk cukorral, leginkább szőlőcukorral, vagyis glükózzal, akkor az élesztőgomba a cukorból alkoholt fog erjesztetni úgy, ahogy a kipréselt szőlőlében lévő szőlőcukrot erjesztik az élesztők borra. Könnyen előállíthatunk tehát alkoholt, ha van kellő mennyiségű cukrunk. Mivel a növények igen nagy százaléka cukor polimerekből épül fel, vagyis olyan anyagokból, amelyek cukor építőkövekből állnak. A leggyakoribb két cukor polimer a keményítő és a cellulóz. Ahhoz, hogy a polimerekből cukrot tudjunk készíteni, le kell bontani őket. A lebontási folyamat neve a hidrolízis, vagyis a keményítőt vagy a cellulózt kell hidrolizálnunk. Előfordul azonban néhány olyan növény is, ami monomer formájában tartalmazza a cukrot. Ilyenek a cukorrépa és a cukornád. Ha ezeket használjuk fel bioetanol termelésre, akkor nincs szükség hidrolízisre. [1]

Tehát három gyártási technológiával lehet etanolt előállítani: keményítő-, cellulóz- és cukoralapú technológiával. [1]

Keményítő alapú bioetanol gyártás során a keményítő tartalmú növényeket, pl. búzát, kukoricát, burgonyát felaprítják, majd elcukrosítják, ezután a cukrot alkohollá erjesztik.

Cellulóz alapú bioetanol gyártás a keményítő alapú technológiához képest bonyolultabb, mivel a cellulózt nehezebb cukorra alakítani. A technológia során a cellulóz tartalmú növényeket (leggyakrabban erdőgazdasági, faipari hulladék, búzaszalma vagy kukoricaszár) felaprítják majd egy előkezelés következik ahol bizonyos komponenseket kivonnak az alapanyagból, ezután elcukrosítják, majd desztillálják az alkoholt.

Cukornövényeken alapuló bioetanol gyártás esetén csupán ki kell nyerni a növényből a cukrot. Mérsékelt égövben általában a cukorrépa jöhet szóba, míg a trópusi éghajlaton a cukornád. A cukorrépa nagyon jól használható cukorgyártásra, azonban a betakarítás után

minél hamarabb fel kell dolgozni. A cukornádnál ez a probléma nem áll fenn, ám a cukornádtermelés Magyarországon az éghajlat miatt nem megoldható.

A bioetanol fő nyersanyagforrásai Európában a cukorrépa, a búza és a kukorica, Észak-Amerikában kukorica és a búza, Dél-Amerikában pedig a cukornád. Ezek össztermelése, cukor- ill. keményítőtartalma mellett alkohol kihozatala is meghatározza bioetanol gyártásra való alkalmasságukat. [1] Ezt mutatja be a 2.melléklet.

A bioetanol gyártás felfutása azonban lassú, mert a desztilláló üzemek felépítése sokba kerül, üzemeltetésük energiaigényes (főleg, ha keményítőtartalmú alapanyagokat dolgoznak fel) és a gyártás folyamán nagyon sok desztillálási maradék ill. szennyvíz (13 liter/liter etanol) keletkezik, bár ezeket takarmányozásra, hőfejlesztésre ill. biogáz előállítására lehet használni. Ezenkívül bioetanol cellulózból (pl. szalma, fahulladék) is előállítható: ezek megtermeléséhez nincs szükség külön területre. Igaz a hatásfok ebben az esetben rosszabb (170-450 l etanol/t szárazanyag) és a bonyolultabb technológia miatt a cellulózból nyert alkohol drágább a cukorból vagy keményítőből előállítotttnál.

2. táblázat: Alternatív motorhajtóanyagok és járműhajtások összehasonlítása [1]

3.6 táblázat. Alternatív motorhajtóanyagok és járműhajtások összehasonlítása							
alternatíva	meglévő motorok alkalmassága	infra-struktúra	biztonság	újratöltési idő	hatósugár	kenés	gazdaságosság
H ₂	•	●	•	•	•	•	●
LNG	•	●	•	○	•	○	○
CNG	•	•	•	•	•	○	○
LPG	•	•	•	○	○	○	○
metanol	•	•	•	○	•	•	•
etanol	•	•	○	○	•	○	●
RME*	○	•	○	○	○	•	●
villamos	●	○	•	●	●	○	●
○ problémamentes • kisebb • közepes ● nagy nehézségek							
(A táblázat rövidítései: H ₂ hidrogén, LNG cseppfolyósított földgáz, CNG sűrített földgáz, LPG propán-bután gáz, RME repceolaj-metilészter.) *A zsírsav-észterek a növényolaj-észterekkel közel azonos tulajdonságúak.							

Az etanol alkalmazása dízelmotorban:

Az alkoholok alacsony cetánszáma miatt a dízel üzemben a gyulladás elősegítésére különböző technikákat kell alkalmazni. A gyakorlatban elterjedt hat legfontosabb eljárás a következő etanol-gázolaj keverék, etanol-gázolaj emulzió, etanol befecskendezés/bepárolgatás, kettős befecskendezés, dízelmotor átalakítása etanol üzemre és gyúlékonyság-növelő adalékanyagok használata. A gázolaj teljes helyettesítésére csak az utolsó két módszer ad lehetőséget. Keverék vagy emulzió 25%-os etanol tartalomig, más források szerint 40%-ig oldatba vihető, külön vagy kettős befecskendezéssel 50-90%-a helyettesíthető a gázolajból etanollal. [1]

Dízelmotor átalakítása etanol üzemre

Az alkoholt használó dízelmotorok szikragyújtásos működése lényegében nem különbözik a dízelolajjal működőkéétől. A hidegindításhoz nincs szükség izzítógyertyákra, s a hasonló nyomatéki és teljesítménygörbék alapján a motor teljesítménye is hasonlít az alap dízelmotorok teljesítményére. A károsanyag emisszió nagyban megváltozik a szikragyújtásos alkoholüzemnél. Ez nem csupán a tüzelőanyag eltérő voltának, hanem az égés különbözőségének is köszönhető. Míg a dízelmotorban az égés az égőtér több pontján indul meg egyszerre, addig a szikragyújtásnál csak a gyújtógyertya közvetlen közelében. Erre vezethető vissza a dízel üzemnél kicsit nagyobb CO és CH kibocsátás. A NO_x emisszió viszont 30-40%-kal csökken a dízelüzemhez képest, a füst emisszió gyakorlatilag megszűnik, a részecske emisszió pedig jelentősen visszaesik. [1]

Gyúlékonyság növelő adalékok

A másik módszer az etanol dízelmotorban történő tiszta alkalmazására a cetánszám adalékokkal való megnövelése a kompresszió gyújtás biztosítás érdekében. Ezzel megtakarítható a motoralkatrészek cseréjének költsége, de a szükséges gyújtás-javítóanyag mennyisége (10-20%) és költsége megakadályozza alkalmazását. A leghatásosabb ilyen adalékok a nitrogén alapúak, ami megnövelheti az NO_x emissziót. A növelt cetánszámú alkohollal üzemelő dízelmotoros jármű kevés változtatást igényel. A befecskendezési időt és mennyiséget be kell állítani az optimális teljesítmény eléréséhez. Minthogy a befecskendező szivattyúnak képesnek kell lennie a teljes tüzelőanyag-igény kielégítésére, általában ki kell cserélni. Nagyobb befecskendező berendezés használatkor a gyulladásjavító adalékon kívül általában kenőanyagot is kell adagolni. Néhány esetben a dízelmotor eredeti befecskendező szivattyúja nem tudott az eredeti maximális teljesítmény eléréséhez szükséges tüzelőanyagot befecskendezni. Számos kutató szerint a dízelmotornál turbófeltöltő használata 30%-os teljesítménynövekedést okoz. Ezt javított etanollal is el lehet érni, az alacsony füst emisszió miatt. A termikus hatásfok és a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás a gyújtásjavított alkohol esetében is változik. A CH kibocsátás lényegesen alacsonyabb. Nagyobb fordulatszámoknál a NO_x kibocsátás kisebb, bár kis fordulatszámon nagyobb, mint a dízelolaj alkalmazása esetén. A CO kibocsátás alacsony terhelésnél és kis fordulatszámoknál nagyobb, mint tiszta dízel tüzelőanyag használatánál, de közepes és magas fordulatszámnál a kibocsátás alacsonyabb lesz etanolos üzemmódban. Az alkoholos üzemben a füst emisszió gyakorlatilag elhanyagolható.

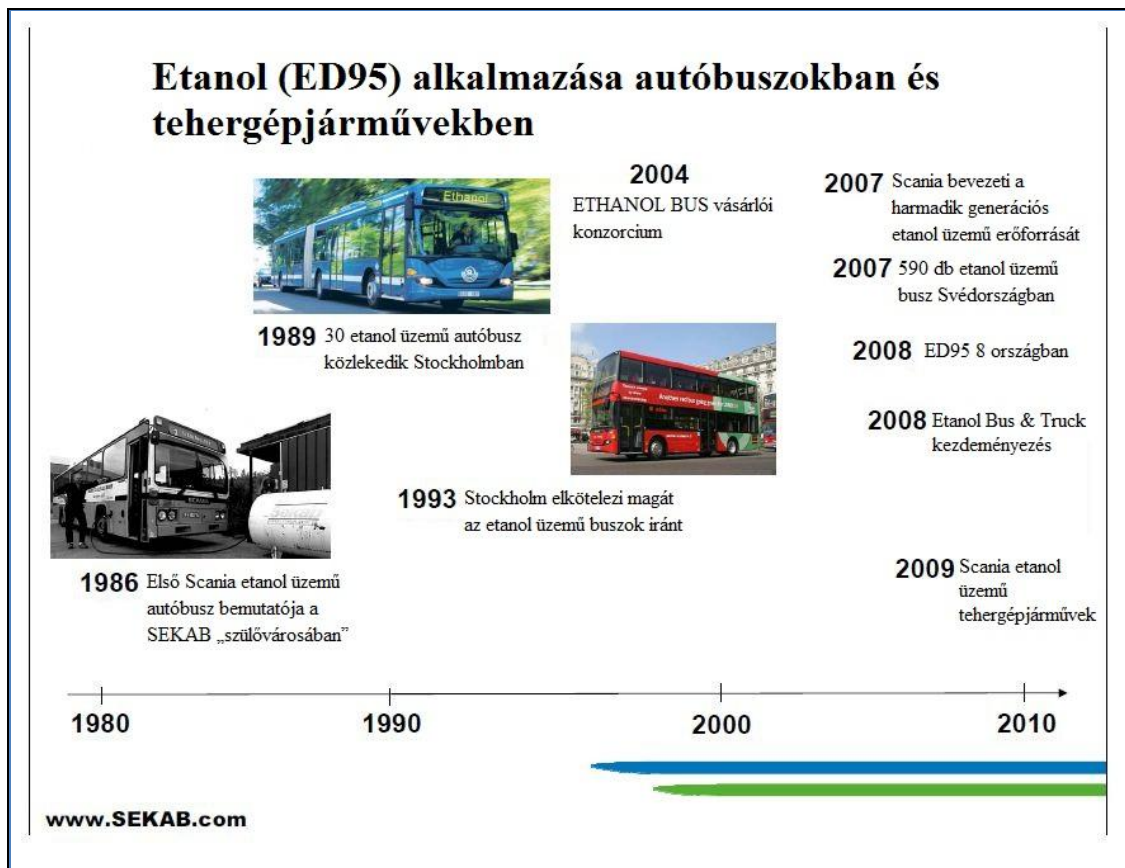
Brazíliában Daimler-Benz gépjárműparkkal és javított gyúlékonyságú etanollal komoly tapasztalatokat szereztek. A tüzelőanyag-szűrő kötőanyagát és a szállítószivattyú néhány elemét alkoholnak ellenálló anyagra kellett cserélni. Azokon a járműveken, amelyek korábban dízelolajjal üzemeltek, gyakran kellett a szűrőket cserélni az eltömődés miatt. A kipufogószelep ülőke is jobban kopott, aminek a koromhiány lehetett az oka. Az égőtérben a dugattyúkon és a gyűrűkön rendkívül csekély mértékű lerakódást tapasztaltak. A hengerfelület kopása a dízelüzemhez hasonló volt. A kenőolaj kicsit szennyeződött, vastartalma a gázolajat használó motoroké alatt volt. [1]

Összefoglalva az etanol dízelmotorokban való felhasználásáról meglévő tapasztalatokat, az a megállapítás tehető, hogy bár az etanol, mint az alkoholok általában, tulajdonságait tekintve a benzinnel közelebb áll, mint a gázolajhoz, de megfelelő módszerek mellett dízelmotorokban is alkalmazható. Alkalmazásának nagy előnye hogy jelentős mértékben csökkenti a motor károsanyag-kibocsátását. [1]

A 3. melléklet táblázata bemutatja a hagyományos tüzelőanyagok (gázolaj és benzin) valamint az alternatív tüzelőanyagok (földgáz, propán/bután, metanol és etanol) fontosabb fizikai-kémiai és motorikus jellemzőit [16]

A Scania által megvalósított és használt etanol technológia bemutatása:

„Az etanolnak, mint bioüzemanyag bevezetésének ötlete 25 évvel ezelőtt kezdődött. 1989-ben Stockholm elkötelezte magát a Scania autóbuszok iránt. Az egyre jobb üzemanyagokért folytatott fejlesztések eredményeként Stockholm elhatározta, hogy 100%-ban átáll az etanollal hajtott autóbuszokra. 2004-ben a Scania, Stockholm városa és a SEKAB alapított egy vásárlói konzorciumot, annak érdekében, hogy a Scania további kutatásokat végezhesen a jövő autóbusz motorjaiért. Idén 600 busz működik Svédországban és további buszok közlekednek Norvégiában, Olaszországban, Brazíliában és számos más országban.” [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából



1.ábra: Az etanol (ED95) buszokban illetve teherautókban történő alkalmazásának időrendi áttekintése [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Scania alapján az etanol különböző formáinak rövid áttekintése:

Az etanol különböző keverési arányai és alakjai

- Alacsony keverék
 - Megnövelt benzin, 5-25% vízmentes etanol a benzinben
- E85
 - Benzin üzemű motorokhoz
 - 70-85% vízmentes etanol. 12% benzin, 3% denaturált szesz
- Nyersanyag a kémiai átalakításhoz
 - ETBE terméket tartalmaz
- ED95
 - kompresszió gyújtású motorokhoz
 - 92,7% etanol, 3,6% gyújtásjavító adalék, 3,7% denaturált szesz, korrózió gátló adalék és kenőanyag [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

ED95 üzemanyag:

- 1 MB + 9 etanol
- MB
 - Gyújtásjavító adalék
 - Etanol
 - 95% SS155437 szerint
 - Denaturált szesz
 - Kenés segítő adalék
 - Korrózió gátló [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

A Scania etanol üzemű autóbuszaiban alkalmazott ED95 üzemanyag bemutatása:

3.táblázat: ED95 tulajdonságai [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából:

ED95 tulajdonságai		
	ED95	Dízel
Sűrűség (kg/m ³)	810-830	810-820
Lobbanáspont (°C)	12	>56
Aromás tartalom (térfogat%)	-	<5
Cetánszám	10	>50
Kén tartalom (mg/l)	<1	<10
Energia tartalom (MJ/kg)	24,7	44,5
Energia tartalom (MJ/liter)	20,5	35,6
Energia tartalom (kWh/liter)	5,7	9,9

- A gyulladási késedelem megegyezik vagy kevesebb a gázolajhoz képest
- Az adalékok növelik a hőátadási tényezőt
 - Csökken a párolgási idő
- Az adalék hőtanilag instabil és szabad gyök
 - Gyújtást gyorsító képesség
- Az adalékok kezdő reakciói helyi hőmérséklet növekedést okoznak
 - Hőbomlás, öngyulladást serkent
- Egyszerűen keverhető az etanol az MB-vel, hogy ED95 legyen
 - Propeller, recirkuláció, stb.

- Minőségigazolás szükséges
- ED95 egy stabil üzemanyag, hosszan tárolható
- Etanol egy nagyon jó oldószer
 - o Üzemanyag ellátó rendszer tisztítása fontos [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Etanol és ED95

- Régi új üzemanyag
- Rendelkezésre áll itt és most
- Fenntarthatóan és nagy arányban előállítható
- Könnyen kombinálható hibrid technológiákkal
- Könnyű kezelni folyékony állapotától kezdve
- Infrastrukturálisan is könnyen adaptálható
- Hatalmas nyersanyag potenciál
- Csökkenti a fosszilis CO₂-t napjainkban 90%-al és a jövőben 100%-al
- Hatalmas lehetőséget teremt a harmadik világnak és a *magyar mezőgazdaságnak*
- Előállítható globálisan és helyileg is [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

ED95 elosztás lehetőségei

ED95-öt négy módon lehet beszerezni:

- Készre kevert ED95 a SEKAB-tól szállítva
 - Elsősorban Skandináv piacra, Észak Európa és kisebb tesztekre és bemutatókra
- Központi elosztás (MB) importálva és helyi etanollal keverve (1+9)→ED95
 - Főként a szokásos előírásoknak megfelelően
 - Különleges helyi logisztikai megoldásokra
 - A lehetséges esetekben bizonyítottan megvalósítható megoldás, hogy a Scania importőre és/vagy elosztója az MB-nek
- Helyi, az MB és/vagy az ED95 licensze alapján gyártott termék
 - Hosszú távú megoldás a nagy piacok számára
- Nyilvános töltőállomások

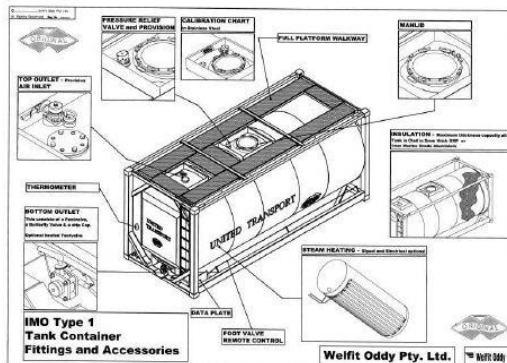
Először Svédországban 2010-ben. Hosszú távú megoldás a nagy piacok számára. [5] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Szállító tartályok

1000 liter IBC



24től 32000 literes ISO tartály. Vasúti, közúti, tengeri kivitel



2. ábra: A Scania által használt etanol szállító tartályt [6] Saját fordítás a Scania belső anyagából

4.táblázat: A különböző üzemanyagok fogyasztási összehasonlítása [13] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Üzemanyag fogyasztás					
	Dízel Mk1 B5-tel	Dízel Mk3 EU dízel EN 950	Biodízel	Etanol ED95	Biogáz
Energiatartalom/liter kWh/liter	9,77	9,97	9,15	5,74	0,0098 (9,8 kWh/Nm ³)
Üzemanyag fogyasztás dízelhez hasonlítva liter/km	-	-	+3-7%	+60-70%	+110 000%
Üzemanyag fogyasztás dízelhez hasonlítva kWh/km	-	-	Azonos a dízellel	Azonos a dízellel	+10-30%

A különböző üzemanyagokat nem célszerű összehasonlítani liter/km dimenzióban! A gyártó az energiatartalom (kWh/km) mértékegységben történő összehasonlítást javasolja.

Bioetanollal üzemelő motorokat csak a *Scania* gyárt Európában. A bioüzemanyagból következő alacsony globális károsanyag kibocsátás mellett a motorok egyenként is kevés károsanyagot juttatnak a levegőbe, a dízelmotorokhoz képest alacsony a nitrogén-oxid, szén-monoxid emissziójuk és kevésbé füstölnek. [14]

A különböző tüzelőanyaggal hajtott motorok károsanyag kibocsátásait a következő táblázatok ismertetik:

5.táblázat: Etanol motorok károsanyag kibocsátása, Euro5-ös dízelmotorhoz viszonyítva[20]

Motor	CO g/kWh	HC g/kWh	NO _x g/kWh	PM g/kWh
Euro 5 dízel	1,5	0,46	2	0,02
Scania DSI901	0	0,1	3,3	0,02
Scania DC9E02	0	0,05	1,7	0,01

6.táblázat: A kibocsátott károsanyagok mennyisége összehasonlítható motorok esetén [9]

Saját fordítás a Scania belső anyagából

Kibocsátási tényező (g/liter üzemanyagonként)

Motor típus/üzemanyag	Euro besorolás	NO _x	PM	HC	CO	CO ₂ *
DC9 E02 ED95	EEV	4	0,02	0,12	0,3	480
DC9 29 dízel	EEV	7	0,05	0,07	0	2700
DC9 18 Biodízel	Euro4	13	0,08	0,04	0,3	1600

(* A CO₂ kibocsátás az üzemanyag forrásától függ. Az értékek RES előírások szerint lettek számítva

ED95 Brazíliából származik. A kipufogócsőben az emisszió értéke 1480 g.

Dízel: Európai szabványos üzemanyag

Biodízel: RME európai származású

Rapeseed *Methyl Ester* (RME) : Repceolaj metil észter

Enhanced Environmentally Friendly Vehicle (EEV): Fokozottan Környezetkímélő Jármű)

A továbbiakban a Scania által megvalósított etanol technológiát mutatom be röviden.

Dízel-etanol – Scania által használt technológia

A Scania választása a dízel üzemű motorok etanollal történő üzemeltetésére esett. A Scania legfrissebb dízel-etanol motorja eléri ugyanazt a hatásfokot (44%-ig), mint egy diesel üzemű motor. Egyes terheléseknél még 30% többlet is van. A Scania az egyetlen gyártó, aki ismeri ezt a technológiát.

Régi technológia

A Scania etanol buszai svéd városokban már 1989 óta üzemelnek. Több mint 600 buszt szereztek be. A Stockholmi Közlekedési Vállalat (Stockholm Public Transport – SL) már az 1980-as évek közepén elhatározta, hogy elkezdi lecserélni dízel üzemű autóbuszait megújuló üzemanyaggal üzemelő autóbuszokra a belvárosi járatokon. Napjainkban etanol buszok közlekednek kiegészítve néhány biogáz üzemű autóbusszal az összes belvárosi járaton. A SL hatásos környezetvédelmi előnyökhöz jutott a korai döntéssel, és most elkezdte a külvárosi járatokon is üzemeltetni az etanolos buszokat.

Az SL szerint nincs üzemeltetési hátránya a menetrendszerinti forgalomban, amennyiben betartják a karbantartási előírásokat. Ezek az autóbuszok teljesen szabványosak, a megszokott Scania alkatrészekből állnak. Etanol üzemű buszok közlekednek még számos városban is Svédországon kívül is, például Madridban Spanyolországban, La Spezia-ban Olaszországban, Slupsk-ban Lengyelországban, valamint Ausztráliában is. Több város is jelezte érdeklődését.

Dízel-etanol motor technológia

Az új etanol egység a Scania legújabb 9 literes motorjának adaptációja, töltőlevegő hűtővel és kipufogógáz visszavezetéssel (EGR- Exhaust Gas Recirculation). Az erőforrás teljesíti az Euro 5 és az EEV normákat is. A hengerenkénti injektorokkal és a kettős kiegyenlítő tengellyel, ami az olajteknőben van elhelyezve, az 5 hengeres motor finoman és takarékosan jár.

A teljesítmény bőkezű a 9 literes motortól. A teljesítménye 270 LE, a maximális forgatónyomatéka 1200 Nm, aminek köszönhetően kiválóan reagál és remek a vezethetőség. Ennek köszönhetően már alacsony fordulatszámtól erőteljes gyorsítást biztosít az erőátvitel a legkedvezőbb üzemanyag fogyasztás mellett.

Az erőforrás része a Scania moduláris motorpalettájának, ahol az alkatrészek közösek a nagyfokú motorkonfigurációk elérése érdekében. Az alkatrészellátás és karbantartás is könnyen megoldható, mivel az alkatrészek már rendelkezésre állnak, valamint a motorcsaládok minden Scania márkaszerviz számára ismertek.

2007-ben a Scania bemutatta új sorozatát a dízel-etanol üzemű motorokat, amik EGR-el teljesítik az Euro5 és az EEV előírásait. [7] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Műszaki adatok – A Scania új etanol erőforrása

Környezetvédelmi besorolás	Euro 5 és EEV
Motor	Soros, öthengeres, hengerenkénti négyszelepes, hengerenkénti injektoros, turbó-feltöltéssel, EGR-el, kipufogó gáz visszavezetéssel
Összlökettérfogat	8,9liter
Kompresszió viszony	28:1
Legnagyobb teljesítmény	199 kW (270LE) 1900 fordulat/perc
Legnagyobb forgatónyomaték	1200 Nm 1100-1400 fordulat/perc tartományban

[7] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Alkalmazási példák az etanol üzemű járművekre:

Ma már a világ számos pontján támogatja az állam az etanollal üzemelő járművek használatát. Nemcsak az Egyesült Államokban vagy Franciaországban, hanem Lengyelországban, Litvániában, Brazíliában, Svédországban vagy a világ számos más pontján is.

Svédország

Európában a bioetanollal kapcsolatos fő kutatások és eredmények felmutatója Svédország. Mára már az országot behálózó 50 kútból álló hálózat létezik.

Jelentős alkalmazási példaként említhető, hogy több városban, így Örnslöдовik-ben és Stockholm belvárosában is tiszta etanollal hajtott autóbuszok szállítják az utasokat. Az SL, a stockholmi közlekedési vállalat több mint 400 autóbust üzemeltet etanol üzemanyaggal. A belvárosban közlekedő, tiszta etanollal üzemelő autóbuszoknak köszönhetően annyira lecsökkent a kibocsátott gázok mennyisége, hogy Stockholm Európa legtisztább városa lett.

Svédországban a '80-as évek végén kezdtek el az etanollal, mint potenciális motorhajtóanyaggal foglalkozni. A rendelkezésre álló faanyagból állítanak elő etanolt. Stockholmban hosszas vita és precíz számítások előzték meg a belváros autóbuszaiban használandó újratermelő motorhajtóanyag kiválasztását. A kutatás során nemcsak az etanol felhasználási lehetőségeit vizsgálták, hanem összehasonlították az elektromos és hibrid járművekkel, a bio- és természetes gázzal hajtott gépkocsikkal és a biodízzel működőkkel. A megfelelő motorhajtóanyag kiválasztásakor figyelembe vették a buszok általános terhelését.

Svédország célul tűzte ki, hogy 2015-re a közlekedés energiaszükségletének 10%-át bioüzemanyagokkal helyettesítse. Svédországban a bioetanol fahulladékból, biohulladékból és főlöslges borból állítják elő a Sekab alkoholgyár vezetésével. Nemcsak tiszta alkoholt lehet tankolni a flexibilis kutaknak köszönhetően, hanem lehetőség van E85 és E5 tankolására is.

Magyarország

Hazánkban a Mol Zrt. kever hozzá a motorbenzinhez etanol tartalmú oktánszámnövelő adalékot, ETBE-t. Az így belekevert bioetanol részaránya megközelítőleg a teljes motorbenzin felhasználás 0,4%-a. Országos méretben nem tervezik más módon az etanol felhasználását járműhajtó-anyagként. Több projekt is kialakulófélben van, amelyekben stabil motorokban villamos energia fejlesztésére és fűtővíz előállítására használnának etanollal hajtott belsőégésű motorokat.

A bioetanol tárolása

Emőd 2006 szerint: Az alkohol tárolása mindig tűzbiztos módon kell történnjen, elkülönítve az erős oxidáló szerektől. Az alacsony párolgáspontú etanol gőzei jól keverednek a levegővel és könnyen képeznek robbanó elegyet. Hosszabb idejű tároláskor etanol tartalmú keveréknél illetve nagy víztartalmú etanolnál fázisszétválás léphet fel. Ez ellen a következő módon védekezhetünk: úszófedeles tartályok második tömítő szelencével, vagy fix védőtetővel való ellátása, a lefejtő tartályhoz „úszó-szívóvezetékek” készítése, illetve a kiszolgáló benzinkutak tömítéseinek cseréje melyekkel segíthetjük a zavarmentes üzemet. Az etanol tároló süllyesztett tartályok falán keresztüli diffundáció megakadályozására duplafalú tartályokat alkalmazunk. Ezek anyaga gyakran speciális műanyag, hogy a benzint és az alkoholt is lehessen bennük tárolni. [1]

2.3. Gazdasági rész szakirodalmi áttekintése

A szakirodalmi áttekintés harmadik részeként a témához kapcsolódó fellelhető gazdasági szakirodalmat kívánom röviden bemutatni. Ebben a részben a gázolaj- valamint az etanol üzemű autóbuszok üzemeltetése során jelentkező költségeket, többletköltségeket, differenciákat foglalom röviden össze a rendelkezésre álló hazai, illetve nemzetközi szakirodalom alapján.

A világban a legtöbb állam kőolaj- és földgázbehozatalra szorul. Ennek először egy részét lehet kiváltani bioetanolal, mely hosszú távon, a tisztán etanol hajtású járművekre való áttéréssel, akár nullára is csökkentheti a behozatalt. Ezzel, az anyagköltségen felül megtakaríthatóvá válik a behozatal költsége is. Az olajimport egy részének megtakarításának további előnye, mely egyrészt csökkenti hazánk olajpiaci függőségét (mely jelenleg 70-75% és növekvő tendenciát mutat), hogy minden liter bioetanol felhasználása javítja a külkereskedelmi mérleg egyenlegét. A saját energia előállítása pedig megteremtheti a kisebb, illetve optimális esetben a teljes energetikai függetlenséget.[1]

Minden pozitív irányú tendencia ellenére az alternatív hajtóanyagok elterjedése különböző okok miatt tehát nem egyszerű. Még a világ energiaválságai okozta sokkhatások sem eredményezték a megújuló erőforrások hatékonyabb támogatását és hasznosítását. Egyik legfőbb oka lehet ennek, hogy ezek az erőforrások alacsony energia-koncentrációval rendelkeznek, ugyanakkor a beruházási költségek rendkívül magasak, ráadásul megtérülési idejük sok esetben bizonytalan. Ezek sajnos olyan tények, amelyek nagymértékben akadályozzák tömeges elterjedésüket. Még e súlyos érvek ellenére is felmerül a kérdés: Amikor több évtizede tudjuk, hogy egyre súlyosabb problémák vannak a fosszilis energiahordozókkal, akkor miért nem tudnak a megújuló energiaforrások határozottabb és gyorsabb áttörést elérni?

Ennek okai mind a kínálati, mind a keresleti oldalra visszavezethetőek. A kínálati oldalon igen erős olajlobbival állunk szemben, amelyhez még nagy befolyású nemzetközi csoportok és társaságok is kapcsolódnak. A jelenlegi meglehetősen magas profitrátát biztosító rendszer fenntartásában és konzerválásában igencsak érdekelték. A meglévő, hosszú évtizedek alatt kialakult kommunális ellátó rendszer megszokottá vált, a cégek nem szívesen váltanak át másikra. Amennyiben csupán gazdasági szempontokat veszünk figyelembe, az egyes államoknak is érdekében áll, hogy a költségvetést gyarapító jelenlegi üzemanyagokban lévő

adótartam miatt a benzin és a gázolaj uralma ne dőljön meg. Ezért van az, hogy alternatív üzemanyagokat nem szívesen támogatnak. Ha pedig valamit támogatnak az úgy van kiszámolva, hogy összességében az állami büdzsé ne járjon rosszabbul (például az etanol esetében). [15]

A következő számításokat, táblázatokat [17] szakirodalomból idézem. Ezen irodalom példái alapján kívánom végigkövetni ezt a témakört.

Költség-haszon elemzés a bioetanol példáján

A közlekedés okozta levegőszennyezés költségeinek internalizálását követően válna számíthatóvá a különböző motorhajtóanyagok okozta szennyeződések közötti eltérések. A továbbiakban a megújuló hajtóanyagok alkalmazhatóságának gazdaságosságát az etanol példáján mutatja be. A módszer a következőképpen épül fel: Először összegyűjtésre kerültek azok a tényezők, ahol az etanol alkalmazása többletköltséggént jelentkezik. Ezek a költségek két nagy csoportra bonthatók, mégpedig időbeli lefolyásuk szerint: egyszeri, illetve folyamatos költségekre. Az egyszeri költségekhez tartozik a motorok átalakítása illetve a megfelelő infrastruktúra kialakítása mellett az etanollal foglalkozó emberek betanításának költsége. A folyamatosan jelentkező kiadási többlet két nagy fajtája: ez az egyik az etanol kisebb fűtőértékéből származó mennyiségi többlet költsége, a másik pedig az etanol és a gázolaj árkülönbözetéből adódó költség. E két folyamatos költségtényező összegéből adódik a folyamatosan jelentkező költségtöbblet.

A költségek áttekintését azoknak a területeknek a megvizsgálása követte, ahol az etanol alkalmazása előnyös. A felhasználás során jelentkező előnyök közül a legfontosabb a jelentősen csökkenő levegőszennyezés és a kárelhárítási költségek csökkenése. Az externális hatásokat internalizálva becsülte meg ezeknek konkrét értékét.

A költségeket és a megtakarításokat ezek után összevetette, majd meghatározta, hogy a jelenleg is létező támogatási és hitelkonstrukciók közül melyik a legalkalmasabb az etanol alkalmazásának támogatására.

Az etanol költségelőnyeit gázolaj-etanol emulziókra számolja [17]:

Az etanol használatakor bekövetkező károsanyag-kibocsátás csökkenése természetesen attól függ, hogy milyen módszert használunk az etanol elégetésére. A példaszámításban a gázolaj-etanol emulziókat vizsgálja, így az ennél bekövetkező kibocsátások képzik a további számításai alapját. Az etanol és a gázolaj egyszerűbb összehasonlítása végett elvégezte az

externális költségek kiszámolását tiszta etanolra is. A csökkenéseket és a hozzájuk rendelhető externális költségeket mutatja a következő 7. táblázat.

7. táblázat: Az egyes komponensekre jutó externális költség csökkenés a keverék összetétele és a terhelés függvényében [17]

Szennyező		SO ₂	NO ₂	CO	Por, korom	Összesen
Költség (Ft/ukm):		0,42	0,74	0,13	0,63	1,91
E0-G100	részterhelés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	teljes terhelés	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E10-G90	részterhelés	0,02	0,07	0,00	0,06	0,15
	teljes terhelés	0,02	0,07	0,00	0,06	0,16
E20-G80	részterhelés	0,04	0,07	0,00	0,13	0,24
	teljes terhelés	0,04	0,07	0,01	0,13	0,24
E30-G70	részterhelés	0,06	0,11	0,00	0,19	0,36
	teljes terhelés	0,06	0,11	0,01	0,19	0,37
E40-G60	részterhelés	0,08	0,14	0,00	0,25	0,48
	teljes terhelés	0,08	0,14	0,01	0,25	0,49

A 8.táblázat utolsó oszlopában látható, hogy az egyes keverési arányok mekkora költségmegtakarítást eredményeznek egy utaskm-re vonatkoztatva. „Az externális költségek számításának utolsó lépéseként az egy utaskm-re vonatkozó értékeket átszámolta megtettkm-re, lehetőleg olyan módon, hogy a terhelések is súlyozva szerepeljenek az összegben. Ahol lehetséges, ott általánosan közelítette meg a költségtételek meghatározását, azonban bizonyos esetekben szükség van az autóbusz jelentette felhasználói környezet jellemzőinek szerepeltetésére. Városi üzemben a két terhelés viszonya megközelítőleg 3:2-höz a részterhelés javára. A városokban használt autóbuszok átlagos utas befogadó képességét 100 főnek véve, s a városi tömegközlekedésre jellemző 0,60 járműkihasználtságot feltételezve egy autóbusz által megtett km 60 utaskm-rel egyenlő.

8.táblázat: A szennyezők externális költség csökkenése járműkm-re vonatkoztatva [17]

Szennyező	Összesen	Összesen	Egységnyi járműkm-re vonatkoztatva
Költség (Ft/ukm)		Súlyozva	
E0-G100	0,00	0,00	0,00
	0,00		
E10-G90	0,15	0,16	9,92
	0,16		
E20-G80	0,24	0,24	15,36
	0,24		
E30-G70	0,36	0,36	23,03
	0,37		
E40-G60	0,48	0,48	30,71
	0,49		
E100	1,20	1,20	76,78

A 8. táblázat utolsó oszlopában látható az összeg, amely azt mutatja, hogy etanol-gázolaj keveréket alkalmazva mennyivel csökkennek a környezetet terhelő költségek. Ez az összeg az etanol alkalmazásakor egyértelmű előnyként jelentkezik, hiszen az etanol, illetve etanol-gázolaj keverékek alkalmazása ennyivel kisebb kárt okoz a környezetben.

Árkülönbség [17] szakirodalom alapján:

Az etanol alkalmazásakor az egyik jelentkező többletköltsége az etanol és az alkohol árának különbsége miatt adódik. Ez természetesen nem feltétlen jelentkezik költségként, előjele a két hajtóanyag árának egymáshoz viszonyított nagyságától függ, ezért előjelesen kerül értelmezésre. A biodízelhez hasonlóan a bioetanolt sem fogja ÁFA terhelni, ha a felhasználók köre zártkörű lesz. Ez az álláspont igen kedvező a bioetanol motorikus felhasználása szempontjából. A növényi alapanyagból előállított etanol előnye, hogy a növényi alapanyagú hajtóanyagokat 0%-os ÁFA terheli zárt felhasználási lánc esetén. Az etanol árának versenyképessége a gázolaj árával azon múlik, hogy a hajtóanyagként felhasznált alkoholtermékeket terheli-e jövedéki adó, illetve ÁFA, avagy ettől mentességet élveznek. A gazdasági tárca álláspontjának ismeretében számításokat lehet alapozni az etanol jövedéki

adótól mentes változatára. Különösen azt figyelembe véve, hogy ha az autóbuszüzem megvalósul, akkor az etanol árának ilyen módon való támogatása burkolt szubvencionálási lehetőséget teremt az állam számára.

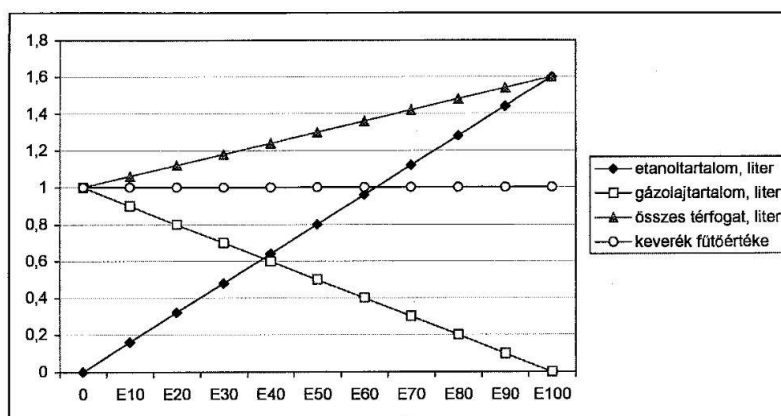
A két motorhajtóanyag párhuzamos és együttes használata tovább árnyalja a képet. A nagybani fogyasztók árképzését a 9. táblázat mutatja.[17]

9. táblázat. Etanol és gázolaj árának alakulása a nagyfogyasztóknál [17]

Összetevő	Gázolaj	Etanol
Értékesítési ár, Ft	241,50	213
Nagybani kedvezmény [%]	2,415	2,13
Útadó-visszatérítés, Ft	26,88	-
ÁFA-visszatérítés, Ft	38,64	34,08
Nagyfogyasztói ár, Ft	179,57	176,79

Az etanol literenkénti költségtöbblete 3,5 Ft körül ingadozik.

Az autóbusz létszámától függő napi etanol mennyiségére vonatkozó számításaira alapozva az etanol és a gázolaj mennyiségének az aránya megközelítőleg 1,6:1-hez. Vagyis 1,6-szor több etanolra van szükség, ha a gázolaj teljes mennyiségét etanollal kívánjuk helyettesíteni. A 3. ábra mutatja meg azt a mennyiségi kompenzációt, amely ahhoz szükséges, hogy a különböző összetételű keverékek a gázolajéval megegyező energiatartalmúak legyenek. Ez a szükséges alap ahhoz, hogy az egyes emulziók összehasonlíthatók legyenek egymással.



3. ábra.:Etanol-gázolaj emulziók térfogatának változása a keverék-összetétel függvényében [17]

Költségszámítás

A költségszámítás során a fentiekben kifejtett költség nemeket és megtakarítási formákat összesítette. A számolásban, miként azt a tételek csoportosításánál is használta, az egyszer, illetve a folyamatosan jelentkező költségeket és megtakarításokat először egymással vetette össze, majd ezek végeredményeit összeadva kapta meg a végső eredményt. [17]

Folyamatos költségek és megtakarítások közé tartoznak az etanol-gázolaj volumetrikus és árkülönbözetéből adódó költségek, illetve az internalizált externális költségek, amelyek az etanol felhasználásakor megtakarításként jelentkeznek. A 10. táblázat az etanol-gázolaj emulziók használatából eredő többletköltségeket mutatja be. [17]

10.táblázat: Az etanol használatából eredő költségtöbblet [17]

	Gázolaj	E10- G90	E20- G80	E30- G70	E40- G60
Etanoltartalom [l]	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40
Etanol ára [Ft/l]	0,00	23,90	47,81	71,71	95,62
Gázolajtartalom [l]	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60
Gázolaj ára [Ft/l]	145,27	130,74	116,21	101,69	87,16
Összes térfogat [l]	1,00	1,06	1,12	1,18	1,24
Összesített ár [Ft/l]	145,27	154,64	164,02	173,40	182,78

A folyamatos költségek összehasonlítása a 10. táblázatban látható. A mai modern autóbuszok –a terep- és forgalmi körülményektől függően- 100 km-en körülbelül 40 litert fogyasztanak. Az egy liter tüzelőanyagra számított költségeket az externális költségekkel való összehasonlíthatósághoz át kell számítani 40 literre. Ezeket valós költségeknek nevezzük. A [17] szakirodalom az externális költségeket az utaskilométerre számolta ki, és 60%-os járműkihasználtság feltételezésével számította át 100 járműkm-re. Ezek lettek a valós megtakarítások. A valós költségek és valós megtakarítások egymáshoz viszonyítása adta meg, hogy az etanol motorhajtóanyagként való használata nemzetgazdasági szinten kifizetődő-e, s ha igen, mennyire.

11.táblázat: Folyamatos költségek összehasonlítása [17]

	Gázolaj	E10- G90	E20- G80	E30- G70	E40- G60	Etanol	
Valós költség	0,00	342,09	750,19	1125,28	1500,38	3750,94	Ft/40 liter
Valós megtakarítás	0,00	992,22	1535,65	2303,47	3071,30	7678,25	Ft/100 km
Különbség	0,00	617,13	785,46	1178,19	1570,92	3927,31	Ft/100km

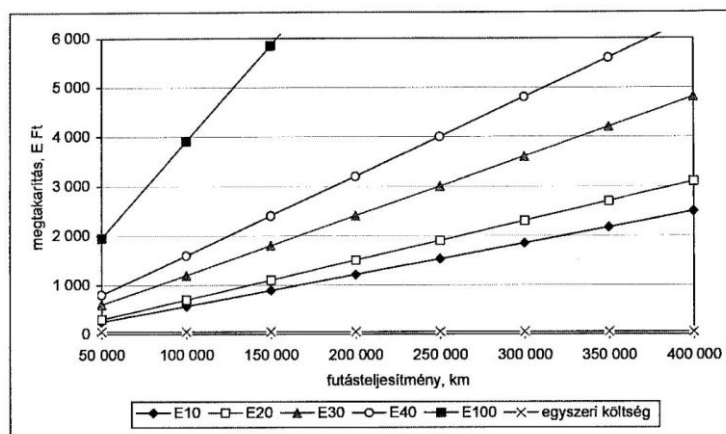
A 11. táblázat utolsó sora megmutatja, hogy az externális költségek figyelembe vételével az etanol 40liter/100 km fogyasztást feltételezve előnyösebb a gázolajnál a kibocsátott szennyező anyagok okozta károk költségeit is figyelembe véve. Ez alapján a szakirodalom [17] azt a következtetést vonta le, hogy az etanol buszok motorhajtóanyagaként való alkalmazhatóságát a folyamatos költségek elemzése alátámasztja.

A bevezetéssel kapcsolatos egyszeri költségek [17]:

Általánosságban a megújuló motorhajtóanyagokra való áttérésnek három költségvonzata lehetséges az egyszeri költségek között: a kiszolgáló létesítmények átalakítási költsége, a jármű tüzelőanyag-rendszerének átalakítási költsége, illetve a munkaerő-átképzés költsége.

Az emulziókra való áttérés egyik előnye, hogy a motor átalakítási költségek elhanyagolhatóak, illetve az emulzió kimérésére felhasználhatók a meglévő berendezések. Egyetlen költségként a hajtóanyagokkal kapcsolatba kerülő személyzet átképzésének költsége jelentkezik. Erre azért van szükség, mert az etanol megjelenésével például a motorhajtóanyag tűzveszélyességi foka növekszik, és a benzinével egyenértékű lesz. Ezenkívül figyelmet kell fordítani az egyéb felmerülő kérdésekre is, mint például a gumi és műanyag alkatrészek károsítása, korrózió, stb. A számításban ezt a költségek 50 000 Ft-ra becsültük a járműtelephelyre vonatkoztatva.

Összesített költség számítás



4. ábra Az egyszeri és a folyamatos költségek összesítése [17]

A diagram vízszintes tengelyén látható a jármű futásteljesítménye. A példában bemutatott autóbuszoknál az éves futásteljesítmény közelítőleg 50 000 km. A diagramból látható, hogy az etanol százalékos részarányának növekedésével egyre csökken az a szállítási teljesítmény, amellyel az etanol használata gazdaságossá válik. Természetesen ez az összeg az externális megtakarításoknak köszönhető, amelyeknek a pénzként való megjelenítése igencsak bonyolult feladat a gazdasági életben. A legegyszerűbb az államra hárítani, amely tovább fogja hárítani adók formájában a nagyobb környezeti terhet okozó motorhajtóanyagok használóira. Mindezek alapján elmondható, hogy az emulziók alkalmazása összességében előnyös. Azonban fontos kérdés, hogy a jelentkező megtakarítások hogyan csoportosíthatók oda, ahol a költségek megjelennek. [17]

További etanol üzemű buszokra vonatkozó adatokat mutat a következő táblázat:

12. táblázat: Etanol buszok - Diesel buszok Teljes kilométer költség értékelése [24] saját szerkesztés

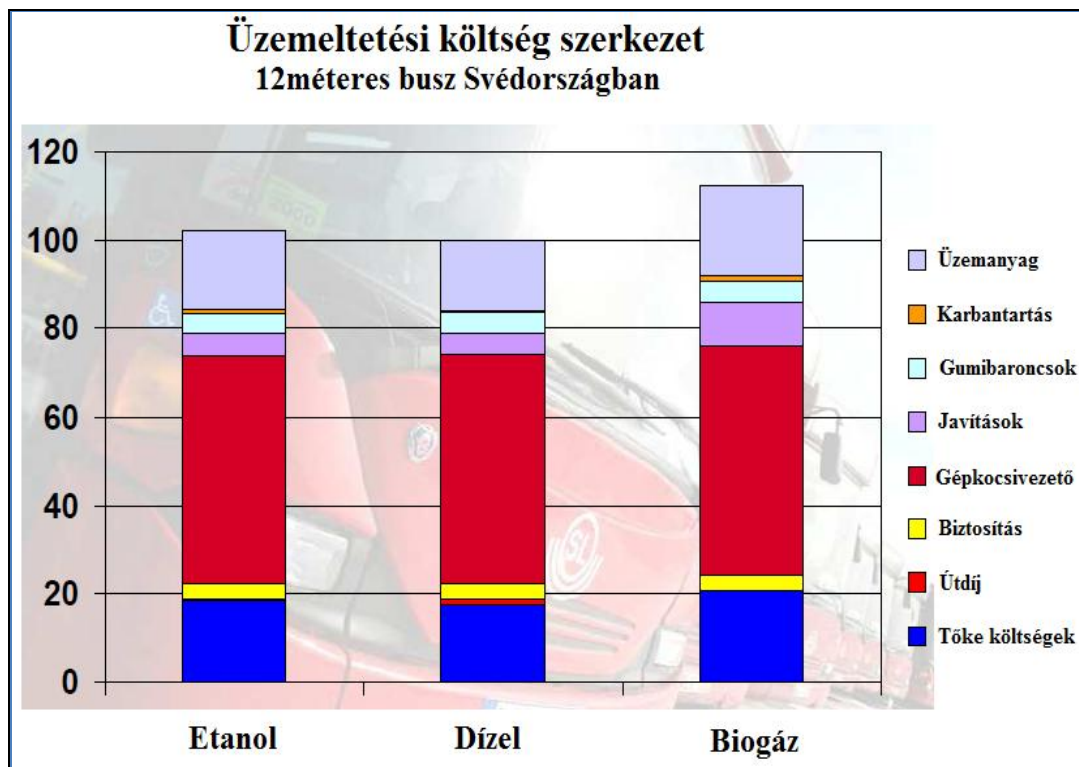
Nr.	Üzem- anyag	Megtett km	Ár/ Liter (EUR)	Ár/ Liter (HUF)	Fogyasz- tás (L)	Üzem- anyag költség (Euro)	Teljes üzemanyag költség (HUF)	Fogyasz- tás/km	Euro/ km	HUF/ km
114	Etanol(E95)	75505	0,86	240	51842	44 584	12 442 080	0,69	0,59	164,78
115	Etanol(E95)	68583	0,86	240	50086	43 074	12 020 640	0,73	0,63	175,27
116	Diesel	71038	1,12	313	29607	33 160	9 266 991	0,42	0,47	130,45
117	Diesel	76636	1,12	313	31364	35 128	9 816 932	0,41	0,46	128,10
118	Diesel	87535	1,12	313	36285	40 639	11 357 205	0,41	0,46	129,74
119	Etanol(E95)	63343	0,86	240	42564	36 605	10 215 360	0,67	0,58	161,27

A továbbiakban a fellelhető külföldi szakirodalom alapján az infrastrukturális átalakításokkal kapcsolatos információkat tekintek át.

Milyen költségekkel jár egy etanol töltőállomás felállítása?

Az etanol töltőállomás költsége pontosan megegyezik a dízelével. Az egyetlen további költség a tűzvédelmi locsolórendszer telepítése, az etanol fokozott tűzveszélyességének megfelelően.

A Stockholmi Közlekedési Vállalat (Stockholm Transport, SL), aki napjainkban a legnagyobb etanol üzemű autóbusz flottát üzemelteti, becslése szerint a költségnövekedés évente kb. 65000 svéd korona buszonként vagy 7000 Euro évente. Ennek megfelelően 2-3%-os a teljes költségnövekedés. Az etanol ára és az üzemanyag adói nagyon fontos tényezők a teljes költségek alakulásában. [24] Saját fordítás a Scania belső anyagából



5. ábra: 12 méteres busz üzemeltetési költség szerkezete Svédországban [5] Saját fordítás a Scania belső anyagából

Az etanol üzemű autóbuszok Magyarországon történő bevezetésének és üzemeltetésének nemzetgazdasági illetve lokális előnyei is származnának. Hazánk kiváló mezőgazdasági adottságait kihasználva etanolt lehetne előállítani hazai alapanyagból. Ez fellendítené a mezőgazdasági termelést, valamint az etanol előállítása további munkahelyeket is teremtené. Amennyiben hazánkban történne a bioetanol előállítása, ez az előbb említett előnyök mellett csökkenteni tudná az üzemanyag költségét is. Ennek következtében csökkenne az alternatív hajtású autóbuszok üzemeltetési költsége is. Elsősorban versenyképes etanol üzemanyag ár mellett lehet majd gazdaságosan üzemeltetni az autóbuszokat, ezért kiemelten lényeges az etanol literenkénti ára.

3. Módszerek, vizsgálatok

Ezen részben a tudományos diákköri dolgozatomban során felhasznált összehasonlító módszereket, vizsgálati rendszereket, elveket ismertetem. Továbbá a hagyományos (gázolaj üzemű) illetve alternatív üzemű (etanol, biogáz) üzemű autóbuszok összehasonlításának alapjait, valamint a versenyeztetésük szempontjait, kritériumait is itt foglalom össze. Továbbá itt mutatom be a Scania cégcsoportot, valamint az általam vizsgált Scania OmniLink típusú autóbuszokat is.

3.1. Vizsgálati módszerek ismertetése

A dolgozatomban szereplő autóbuszokat különböző szempontok szerint vizsgálom. A buszokat a felhasznált üzemanyagok alapján csoportosítom. Így hagyományos dízel, valamint alternatív (etanol, biogáz) üzem alapján két csoportra osztom.

Elsőként a különböző tüzelőanyaggal hajtott motorral szerelt autóbuszok műszaki paramétereit hasonlítom össze. Ezt követően a járművek beszerzésére különféle beszerzési változatokat ismertetek illetve versenyeztetek egymással. Ennek keretein belül vizsgálom az autóbuszok bekerülési költségét, az esetleges költségdifferenciát az egyes járművek között, valamint részletezem a beruházási változatokat is. Ezt követően vizsgálom az autóbuszok üzemeltetése, karbantartása során jelentkező költségeket illetve a karbantartási-, üzemeltetési eltéréseket, ezek pénzügyi, valamint műszaki vonzatait. Valamint számba veszem a beruházás során jelentkező egyéb költségeket is (esetleges infrastruktúra kialakítás költségei, munkavállaló továbbképzések költségei, stb.) Az autóbuszok fogyasztását, a fogyasztásbeli különbségeket, ezek gazdaságossági oldalát is részletesen elemzem. Továbbá vizsgálom az eltérő üzemű autóbuszok szervizigényét, ezek költségvonzatait is ismertetem.

Az autóbuszok üzemeltetése során fontos szempont a gazdaságosság, a gyors szervizelhetőség, mivel az állásidőt a lehető legkisebb intervallumra kell csökkenteni. A két különböző típusú autóbusz használata során további fő irányelv, hogy az alternatív üzemanyaggal hajtott autóbuszoknak legalább olyan gazdaságosan üzemeltethetőnek kell lenni, mint a gázolajjal működő testvéreiknek. Kalkulációim végén a buszok első megtérülésének idejét is számszerűsítem.

3.2. A Scania cégcsoport rövid bemutatása, története

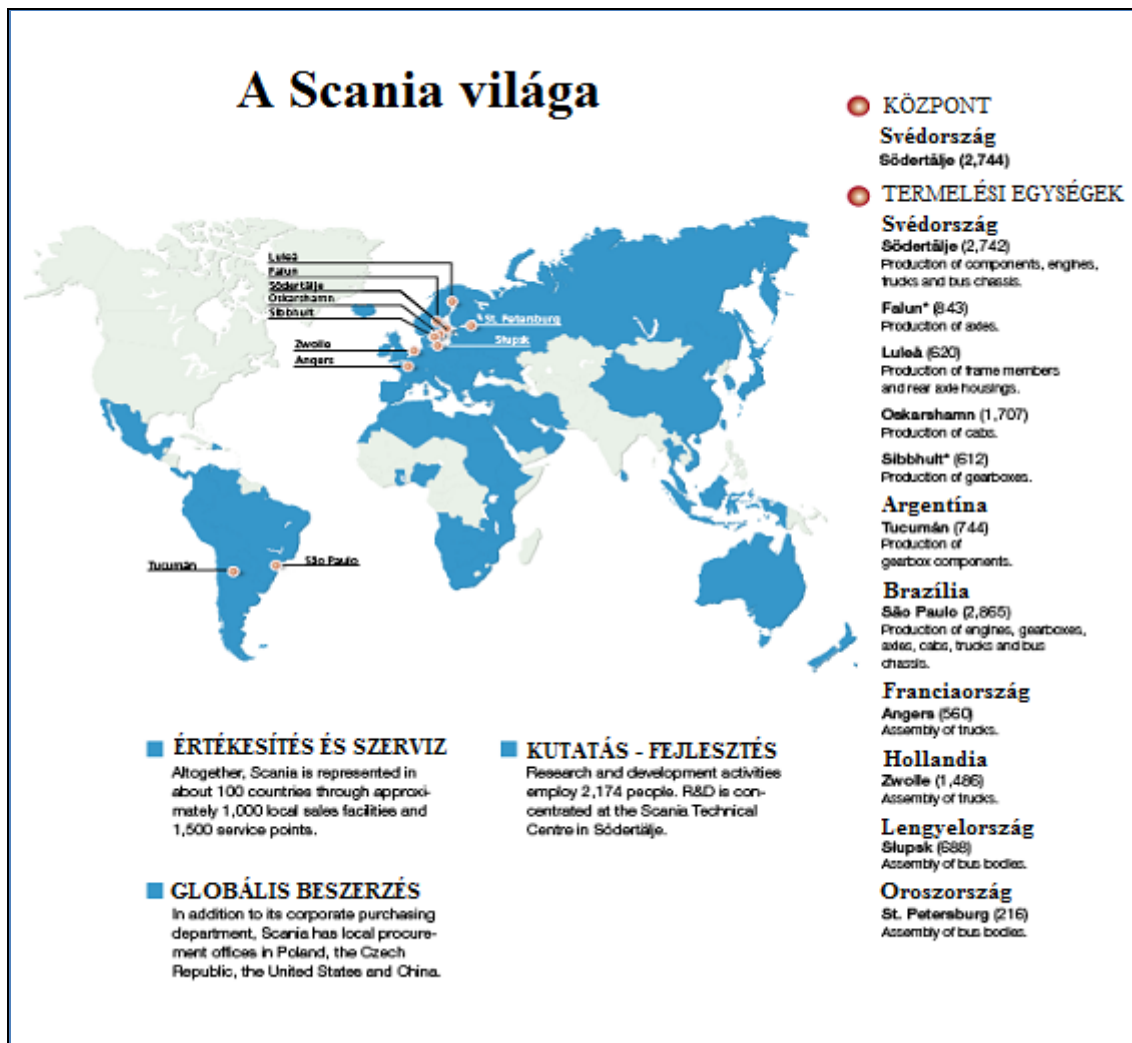
A Scania CV AB a világ egyik vezető tehergépkocsi-, busz-, ipari motor- és hajómotorgyártója. A vállalat tevékenysége egyre nagyobb arányban foglalja magában a termékek mellett a pénzügyi és szervizszolgáltatások kínálatát, mellyel ügyfeleinek költséghatékony megoldásokat biztosít.

A vállalat a Scania gépgyár (1901) és a Vabis vasúti járműgyár (1891) egyesülésével jött létre 1911-ben. Az elmúlt évszázad során immáron több mint egymillió járművet adott el a cég.

A Scania a világ közel 100 országában mintegy 32 350 alkalmazottat foglalkoztat; valamint 1000 eladási központon és 1500 szervizelési ponton keresztül képviselteti magát. A cég kutatás-fejlesztési tevékenységei Svédországban koncentrálódnak, alkatrészgyártó és járműösszeszerelő üzemei Európa és Dél-Amerika-szerte működnek; évente több mint 43 500 tehergépjárművet meghaladó gyártási számmal.

Az összes legyártott jármű 2/3-a az Európai Unió országaiban talál gazdát, 1/6-uk Latin-Amerikában, 1/6-uk Afrikában, Ázsiában és Óceániában, 1/7-ük pedig Közép Európában.

A Scania csoport 2009-ben 62,07 milliárd svéd koronás árbevétel mellett 1,1 milliárd koronás adózás utáni nyereséget ért el.



6.ábra A Scania cégcsoport bemutatása [14]

A Scania termelési folyamatainak középpontjában olyan haszongépjárművek előállítása áll, melyek piacvezető szerepet játszanak a teljesítmény és az élettartam-költségek, valamint a minőség és a környezetvédelmi jellemzők tekintetében.

Scania tehergépjárművek és szolgáltatásainak bemutatása

Tehergépjárművek

A Scania a 16 tonnát (8-as osztály) meghaladó nehéz gépjárművek gyártója és értékesítője, melyek egyaránt eleget tesznek a hosszú távú, az építőipari és a disztribúciós szállítmányozás követelményeinek.

A 2009. év során a Scania 36 807 új tehergépjárművet szállított le ügyfeleinek.

Autóbuszok

A Scania nagy utas számú autóbuszok és alvázak gyártására szakosodott, melyek mind a távolsági, mind a városközi, mind a városi utasszállítás terén a legkiválóbbat nyújtják.

2009. év során a Scania 6 636 buszt és távolsági buszt/alvázat szállított le megrendelőinek.

Ipari és hajó motorok

A Scania hajó és ipari motorjai elektromos generátor-készletek, építőipari és mezőgazdasági gépek, valamint hajók és sétahajók számára készülnek. A leszállítások döntő többségét az ipari motorok teszik ki. 2009-ben a Scania 4 235 motort szállított le megrendelőinek 821 millió SEK értékben.

A Scania Hungária Kft. bemutatása:

1990-ben a SCANIA CV AB és a svájci André & CIE S.A. Magyarországra szóló importőri megállapodást írt alá, melynek eredményeképpen az év végén megalapítják a Scania Hungária Kft. jogelődjét, a svájci tulajdonú ACE Kft-t. 1991. márciusában megnyílik az első műhely Gyálon, ezzel megindul a Scania kereskedelmi tevékenysége.

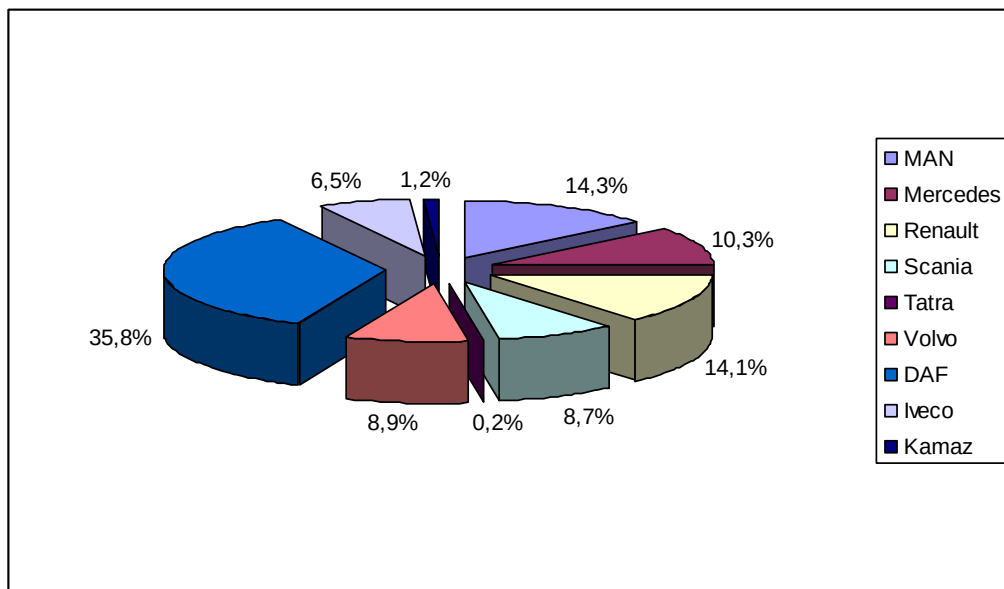
1991 májusában indul el a Magyarországon egyedülálló finanszírozással kombinált járműértékesítés.

1994-ben a SCANIA CV AB megvásárolja az André & CIE S.A. részesedését, a Cégbíróság 1995. március 1-én bejegyzi a Scania Hungária Kft-t. 1998. január 1-jén adják át a Scania magyarországi központját Biatorbágyon. A szervizhálózat kiépítése 1996 óta folyamatosan folyik (1996-Tiszaújváros, 1997- Kaposvár, 1998-Szeged, 1999-Veszprém)

2001-ben megkezdődött a dinamikusan fejlődő üzletágak szétválasztása, így a használtjármű-értékesítés is felkerült a szolgáltatások listájára. 2002-ben megnyitják a lébényi kirendeltséget 1632 m²-es szerelőcsarnokkal; majd 2007. május 31-én kelet-pesti kirendeltségének megnyitóját ünnepli a Scania. A legújabb kirendeltség 1650 m²-en 30 munkatársat foglalkoztat; az új és használt járművek értékesítésén kívül szolgáltatásai közé tartozik az alkatrész-eladás, lízingelés, biztosítás, javítás és karbantartás, valamint járművezető-oktatás is. 2008. év végén elindul a legújabb beruházás, a nagykanizsai szervizbázis építése, amely 2009 júliusában nyitja meg kapuit az ügyfelek előtt. [14]

Scania Hungária Kft. 2009. év végi jelentés

- Eladás: 159 új járműegység
- Szerződéses szolgáltatás: 339 darab
- Munkavállalók száma: 145 fő.[14]



7.ábra: Magyarországi nehéz tehergépjármű értékesítés adatait 2009- ben [14]

A Scania CER (Közép európai Régió) 2005-ben jött létre Csehország, Szlovákia és Magyarország részvételével a Scania CV AB irányítása alatt. A Scania CV AB segítséget nyújt a CER-hez tartozó értékesítési-hálózatok, a szervizközpontok munkafolyamatainak összehangolásában, és a különféle árucikkek nagy mennyiségben történő beszerzésekor a költséghatékonysági szempontok érvényre juttatásában. A Scania CER ügyvezető igazgatója a CER vezetőivel együtt hozza meg a stratégiai fontosságú döntéseket, és ellenőrzi a CER-en belüli tevékenységeket.

A Scania arra törekszik, hogy minimalizálja termékei környezeti hatásait mind gyártásuk, mind pedig használatuk során. Teherautói, buszai és motorjai teljes élettartama alatt figyelembe veszi azok környezeti hatásait.

A Scania termékkoncepcióját és gyártási rendszerét a hatékony energiafelhasználás és az elővigyázatosság elve jellemzik. Környezetbarát megoldásai az erőforrások és energia hatékony felhasználásán alapulnak, és egyúttal megfelelnek az ügyfelek alacsonyabb üzemanyag-fogyasztással és károsanyag-kibocsátással kapcsolatos igényeinek is. [25]

Alternatív üzemanyagok alkalmazása Scania gépjárművekben:

Az életképes alternatív üzemanyagok használata kulcsfontosságú a globális felmelegedés elleni harcban. A Scania válasza a fenntartható közlekedés és szállítás problémájára új gondolatokkal ötvözi a bevált hagyományokat, ennek eredményei a megújuló üzemanyagok, a hibridtechnológia, a járművezetők képzésére fektetett nagyobb hangsúly és nagyobb hatékonyság a személyszállítási és fuvarozási ágazatban. A Scania már 20 évnyi tapasztalatot halmozott fel az alternatív üzemanyagok, például etanolt használó járművek fejlesztésében. [25]

A Scania az etanolt a városi környezetben jelenleg elérhető legköltséghatékonyabb megújuló üzemanyagnak tartja, amelynek segítségével már most meg lehet valósítani egy fenntartható tömegközlekedési rendszert. A Scania közel 20 éve gyárt etanollal működő autóbuszmotorokat. A motorok a dízelégetési technológia alapján működnek, és akár 40%-kal nagyobb hatékonyságúak, mint az Otto motorok. Ez a technológia alaposan kidolgozott megoldás, amely az intenzív mindennapos városi közlekedésben is bevált, amint ezt több tömegközlekedési vállalat is tanúsítja. Az áruterítésre és hulladékgyűjtésre szánt etanollal működő teherautók csak nemrégiben jelentek meg a piacon. [25]

A fentiek alapján látható, hogy a Scania számára kiemelten fontos a környezetvédelem, valamint a modern, környezetbarát motorok, járművek gyártása. Továbbá a Scania rendelkezik egyedülként 20 éves tapasztalattal az etanol üzemű autóbuszok gyártása terén. A Scania elérhető, valamint a gyakorlatban is életképes alternatívát nyújt a városi- elővárosi közlekedéshez az alternatív üzemű belsőégésű motorral üzemeltetett autóbuszok terén. TDK dolgozatom elkészítéséhez ezért választottam a vállalatot külső partnernek.

3.3. A Scania OmniLink autóbuszok rövid bemutatása

Tudományos diákköri dolgozatomban azonos típusú, azonban különböző tüzelőanyaggal hajtott autóbuszokat vizsgállok. A vizsgált járművek alacsony belépésű Scania OmniLink típusú városi-elővárosi autóbuszok.

A Scania OmniLink típusú autóbusz a Scania városi-elővárosi autóbuszcsaládjába tartozó jármű. A busz alacsony belépésű többcélú autóbusz, mely rendelhető *dízel, etanol és gáz üzemmel is*.



8.ábra: Scania OmniLink típusú autóbusz [18]

A Scania OmniLink nem ismer "városhatárokat", nagyszerű kapocs ha arra van szükség, hogy összekössék a külvárosi és azon túl nyúló utakat. A Scania OmniLink képes stílusosan ellátni ezt a feladatot. Ez a költséghatékony megoldás kettős célú: használható mind a bel-, mind a külvárosokban, ezzel lehetővé teszi, hogy ugyanaz a nagy kapacitású autóbusz a bel- és külvárosi útvonalakat alacsony kezdeti költségekkel és kiemelkedő üzemi hatékonysággal teljesítse.

Az alacsony, akadálymentes padló túlnyúlik a középső ajtókon, ez lehetővé teszi az utasok számára, hogy könnyedén eljussanak a jármű elejébe, és úgy üljenek le, hogy a vezető rálásson a hátsó részre is. A sokoldalúan variálható padlóelrendezésnek köszönhetően sok előre néző ülés szerelhető fel, illetve több, az idősek és mozgáskorlátozottak számára fenntartott hely is kialakítható.

Az alacsony padlószint és a mindkét oldalon végigfutó kapaszkodók megkönnyítik az utasok fel- és leszállását. A biztonságot és megbízhatóságot tovább növeli az intelligens elektronikus

rendszer térdeplési funkciója. 230mm magasság az első ajtónál és 250mm a középső illetve a hátsó ajtónál a könnyebb és biztonságosabb utas csere érdekében.

A hosszirányban beépített motor megfelel az Euro 5 és EEV károsanyag-kibocsátási előírásoknak. A napi karbantartási pontok egymáshoz közel, jól hozzáférhető helyen vannak.

Ez az autóbuszcsalád 12 és 15 méteres változatokat (ez utóbbi kormányozott utánfutótengellyel), illetve egy 18 méteres csuklós típust foglal magába, és természetesen mindegyik típus ugyanazzal a kiváló vezethetőséggel és kezeléssel rendelkezik. Az autóbusz különféle ajtóképletekkel rendelhető a vevő igényeinek megfelelően. [22]



9.ábra: Scania OmniLink gázüzemű autóbusz [18]

Az Európai Unióban jelenleg csak Euro5 környezetvédelmi normának megfelelő vagy ettől jobb környezetvédelmi besorolású járművet lehet forgalomba helyezni. Euro 6-os környezetvédelmi norma bevezetésének határideje 2012.december 31 az újonnan forgalomba helyezett járművek esetén.

A 2011-es Kortrijki Autóbusz Kiállításon bemutatták a Scania OmniCity és OmniLink típusú autóbuszokat a közeljövőben leváltó Scania Citywide autóbuszcsalád. Az OmniLink utódja a Scania Citywide LE (Low Entry - Alacsony belépésű) autóbusz.

A Citywide LE rendelhető kéttengelyes alacsony belépésű szóló, háromtengelyes alacsony belépésű szóló változatban, valamint 18 méteres, háromtengelyes csuklós kialakítással is. A jármű a busz hátuljába hosszában beépíthető 9 literes motorokkal rendelhető dízel/biodízel, bioetanol és gáz/biogáz üzemű erőforrásokkal is.[21]



10.ábra: Scania Citywide LE típusú autóbusz [23]

4. Összehasonlítás, számítások, kalkulációk

TDK dolgozatomban ezen részében a különböző üzemű motorral szerelt autóbuszokat hasonlítom össze különböző szempontok alapján. Vizsgálataim során azonos típusú, de eltérő üzemanyaggal hajtott autóbuszokat vizsgálom több szempont szerint.

Hazánkban az Európai Unió átlagot jelentősen meghaladó az autóbusz állomány életkora, 12 év feletti. A kiöregedett, korszerűtlen és műszakilag erősen leromlott állapotú járműpark mielőbbi cserét igényel. Különösen érintett szektor a városi-elővárosi autóbusz állomány a hazai Volán társaságok körében.

A tudományos diákköri dolgozatomban végzett összehasonlítás során vizsgálatom tárgyai Scania OmniLink típusú szóló, alacsony belépésű 12 méter hosszúságú autóbuszok, melyek különböző tüzelőanyaggal hajtott erőforrásokkal szereltek (dízelt, etanol és biogáz üzemű).

Az autóbuszokhoz kapcsolódó vizsgálataim szempontjai:

- Motorok műszaki adatai,
- Károsanyag kibocsátási adatok,
- Beszerzési lehetőségek, ezek költségei
- Karbantartási szükségletek, ezek költségei
- Üzemeltetési költségek
- Beruházás-gazdaságossági mutatók, megtérülési idő

4.1. Autóbuszok műszaki paramétereinek összehasonlítása

Elsőként a különböző tüzelőanyaggal hajtott járművek műszaki paramétereit hasonlítom össze. Ennek keretén belül a különböző motorok technikai adatait vetem össze egymással.

A táblázat mutatja a dízel, az etanol és a biogáz üzemű autóbuszmotorok főbb műszaki paramétereit.

13.táblázat: Dízel, etanol és biogáz üzemű motorok paraméterei [12] - Saját szerkesztés

	Dízel motor	Etanol motor	Biogáz motor
<i>Motor</i>	DC 9 29 280	DC 9 E02 270	OC 9 G04 270
<i>Hengerűrtartalom</i>	9,29 liter	8,9 liter	9,29 liter
<i>Feltöltés típusa</i>	Turbófeltöltő, töltőlevegő hűtővel	Turbófeltöltő, töltőlevegő hűtővel	Otto folyamat, töltőlevegő hűtővel
<i>Legnagyobb teljesítmény</i>	206 kW (280LE) 1900 fordulat/perc	199 kW (270LE) 1900 fordulat/perc	199 kW (270LE) 1900 fordulat/perc)
<i>Legnagyobb forgatónyomaték</i>	1400 Nm 1000-1350 fordulat/perc tartományban	1200 Nm 1100-1400 fordulat/perc tartományban	1100 Nm 1000- 1400 fordulat/perc tartományban
<i>Környezetvédelmi besorolás</i>	EEV	EEV	EEV
<i>Hengerek elrendezése, száma</i>	soros, 5	soros, 5	soros, 5
<i>Furat x löket</i>	130x140 mm	127x140 mm	130x140 mm
<i>Kompresszió</i>	17:1	28:1	12,6:1
<i>Gyújtási sorrend</i>	1-2-4-5-3	1-2-4-5-3	1-2-4-5-3
<i>Szelepek száma hengerenként</i>	4	4	4
<i>Maximális motor fékteljesítmény adott fordulatszámon</i>	181 kW / 2400	170 kW /2400	-
<i>Üzemanyag típusa</i>	Gázolaj	Etanol (ED95)	CNG vagy biogáz

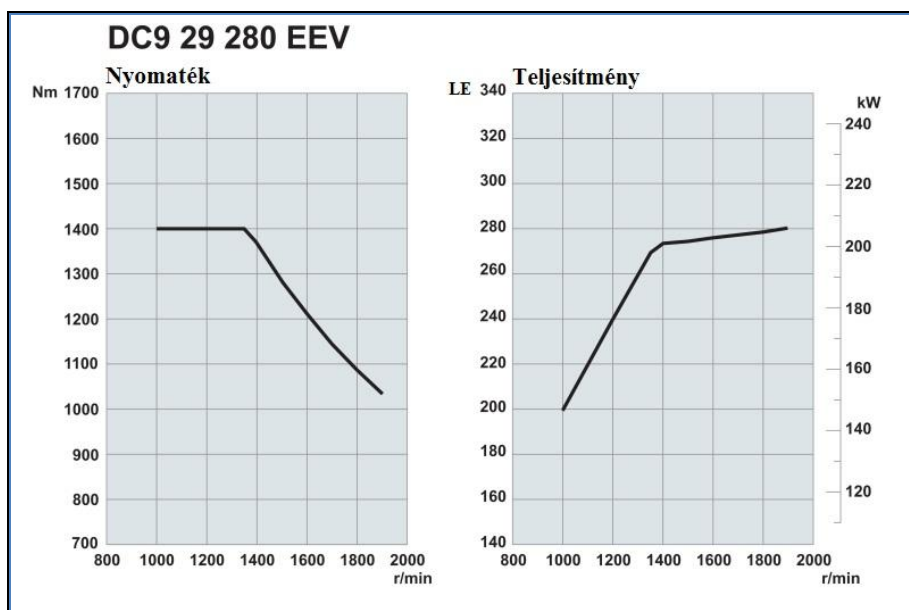
A vizsgált motorok a Scania 9 liter hengerűrtartalmú családjába tartoznak. Mindhárom erőforrás soros 5 hengeres elrendezésű, hengerenkénti 4 szeleppel rendelkezik. A motorok feltöltése dízel és etanol üzemű erőforrások esetében turbófeltöltővel történik, valamint mindhárom erőforrás rendelkezik töltő levegő hűtővel. A dízel erőforrás 206kW (280LE), az etanol üzemű 199kW (270LE), míg a gáz üzemű társuk 199kW (270LE) teljesítmény leadására képes. A motorok legnagyobb forgatónyomatéka széles fordulatszám tartományban áll rendelkezése, ami számszerűen 1400Nm a dízel, 1200Nm az etanol üzemű és 1100Nm a biogáz üzemű erőforrások esetében.

A dízel és a biogáz üzemű motorok furat x löket értéke megegyezik egymással, mindkettő 130x140 mm, az etanol üzemű erőforrás esetén ez az érték 127x140 mm.

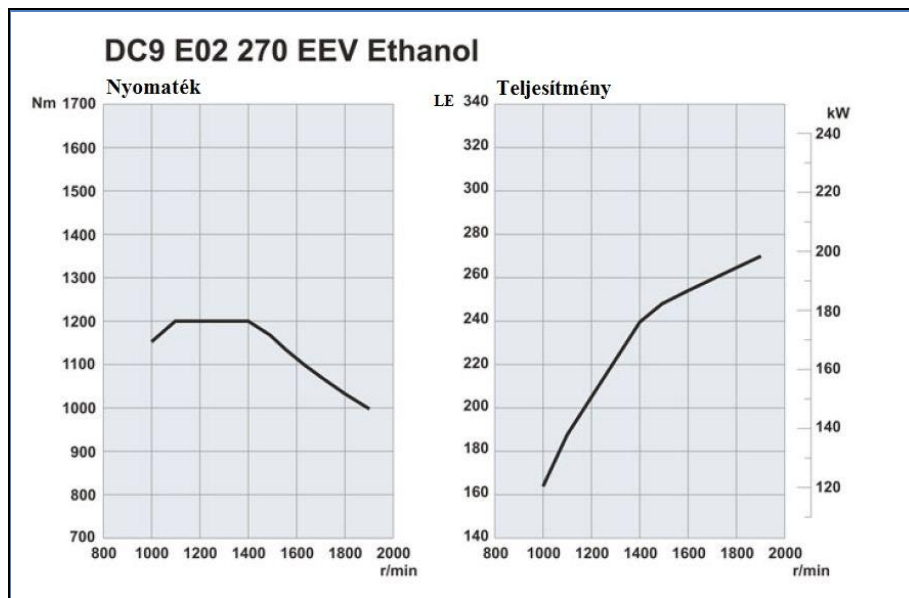
A dízel üzemű buszok tüzelőanyaga gázolaj, míg az etanol üzemű buszoké ED95 etanol, a biogáz üzemű jármű üzemanyaga biogáz vagy CNG. A CNG: Compressed Natural Gas - sűrített földgáz, ami főként metánból áll.

Mindhárom motor környezetvédelmi besorolása EEV.

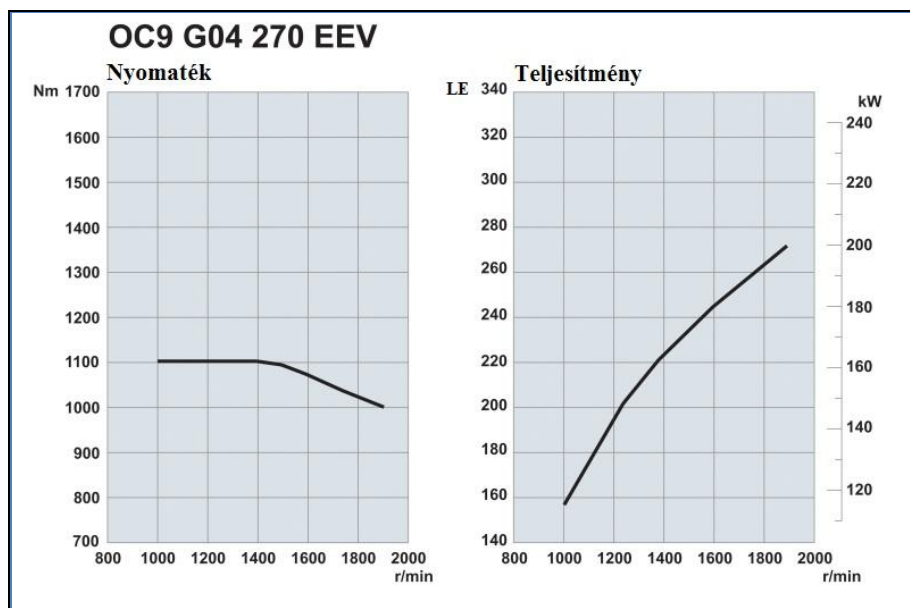
Az általam vizsgált motorok jelleggörbéit a következő ábrák mutatják:



11.ábra: 280LE-s dízel motor jelleggörbéi [18]



12.ábra: 270LE-s etanol motor jelleggörbéi [18]



13.ábra: 270LE-s biogáz motor jelleggörbéi [18]

A különböző tüzelőanyaggal hajtott motorok fogyasztási adatait szemlélteti a táblázat.

4.táblázat: A különböző üzemanyagok fogyasztási összehasonlítása [13] - saját fordítás a Scania belső anyagából

Üzemanyag fogyasztás					
	Dízel Mk1 B5- tel	Dízel Mk3 EU dízel EN 950	Biodízel	Etanol ED95	Biogáz
Energiatartalom kWh/liter	9,77	9,97	9,15	5,74	0,0098 (9,8 kWh/Nm ³)
Üzemanyag fogyasztás dízelhez hasonlítva liter/km	-	-	+3-7%	+60-70%	+110 000%
Üzemanyag fogyasztás dízelhez hasonlítva kWh/km	-	-	Azonos a dízellel	Azonos a dízellel	+10-30%

A különböző üzemanyagokat nem célszerű összehasonlítani liter/km dimenzióban! A gyártó az energiatartalom (kWh/km) mértékegységben történő összehasonlítást javasolja.

A táblázat alapján megállapítható, hogy az alternatív hajtású járművek többet fogyasztanak hagyományos dízel üzemű társaikhoz képest. Az etanol üzemű járművek 60-70%-kal fogyasztanak többet a gázolajjal működő erőforráshoz képest liter/km dimenzióban. Ez az érték a gázüzemű motor esetén +110 000% liter/km a dízelmotorhoz képest. Azonban a gyártó javaslata alapján az energiatartalom értékekben kifejezett, kWh/km mértékegységben történő összehasonlítás alapján látható, hogy az etanol üzem esetén a fogyasztási érték megegyezik a dízelrel, míg a biogáz üzem esetén ez az érték +10-30% a dízelhez képest.

4.2. Károsanyag kibocsátási értékek összehasonlítása

Az általam vizsgált motorok megfelelnek az Euro5-ös környezetvédelmi előírásoknak, sőt túl is teljesítik azt. Az erőforrások EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) minősítéssel rendelkeznek, ami fokozottan környezetkímélő járművet jelent, ez az Euro5-nél szigorúbb károsanyag kibocsátási normának való megfelelést igazolja.

A különböző Euro környezetvédelmi normák hatálybalépésének ideje:

Euro3 - 2001-ben

Euro4 - 2006-ban

Euro5 / EEV - 2009-ben

Euro6 - 2012.12.31.

Számszerűsítve a károsanyag kibocsátási adatokat autóbuszokra vonatkoztatva:

14.táblázat: Autóbuszokra vonatkozó érvényes emissziós előírások Euro3-tól [19]

Norma	Hatályba lépés	CO g/kWh	HC g/kWh	NOx g/kWh	PM g/kWh	NH3 ppm
EURO III	2001.10.	2,1	0,66	5	0,1	-
EURO IV	2006.10.	1,5	0,46	3,5	0,02	-
EURO V	2009.10.	1,5	0,46	2	0,02	-
EEV	nem kötelező	1,5	0,25	2	0,02	-
EURO VI	2013.01.	1,5	0,13	0,4	0,01	10

5.táblázat: Etanol motorok károsanyag kibocsájtása, Euro5-ös dízelmotorhoz viszonyítva[20]

Motor	CO g/kWh	HC g/kWh	NO _x g/kWh	PM g/kWh
Euro 5 dízel	1,5	0,46	2	0,02
Scania DSI9 01	0	0,1	3,3	0,02
Scania DC9 E02	0	0,05	1,7	0,01

6.táblázat: A kibocsátott károsanyagok mennyisége összehasonlítható motorok esetén [9]

Saját fordítás a Scania belső anyagából

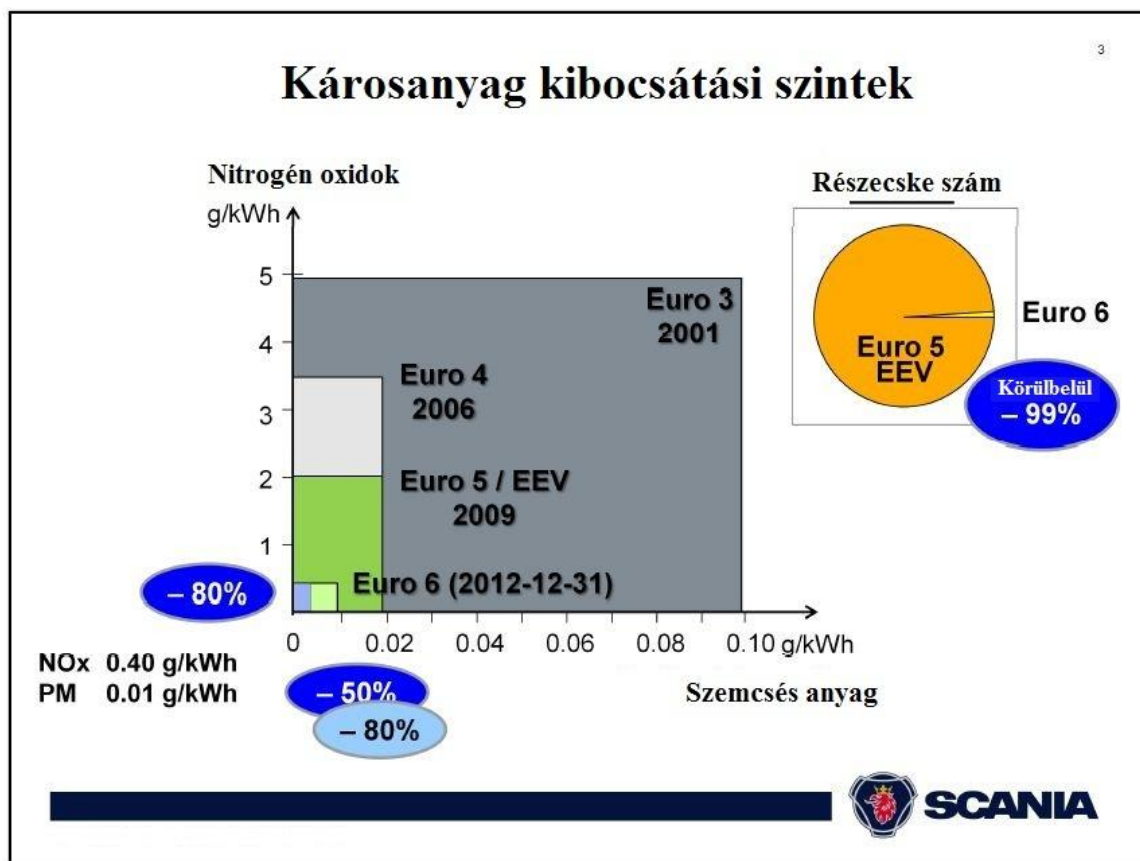
Kibocsátási tényező (g/liter üzemanyagonként)

Motor típus/üzemanyag	Euro besorolás	NO _x	PM	HC	CO	CO ₂ [*]
DC9 E02 ED95	EEV	4	0,02	0,12	0,3	480
DC9 29 dízel	EEV	7	0,05	0,07	0	2700
DC9 18 Biodízel	Euro4	13	0,08	0,04	0,3	1600

(*A CO₂ kibocsátás az üzemanyag forrásától függ. Az értékek RES előírások szerint lettek számítva).

A biogáz üzemű motorok esetén is a károsanyag kibocsátási értékekre az EEV környezetvédelmi norma előírásai és határértékei az előírások

Az alábbi ábra jól szemlélteti a károsanyag kibocsátási szinteket, illetve az értékek csökkenését az Euro 3as környezetvédelmi normától a 2012.december 31.-étől életbe lépő Euro 6os kibocsátási normáig.



14.ábra: Károsanyag kibocsátási szintek összehasonlítása [10] – saját fordítás

Az általam vizsgált autóbuszok mindegyike EEV minősítéssel rendelkezik. Az ábra jól mutatja, hogy miként csökkentek a kibocsátott károsanyagok a különböző környezetvédelmi normák bevezetésével. Az Euro6 bevezetésével az Euro5 normához hasonlítva a NO_x kibocsátási szint 80%-kal csökken, míg a szemcsés anyagok kibocsátása 50%-kal mérséklődik. A kibocsátott részecskeszám esetén a csökkenés körülbelül 99%-os az Euro5-höz képest. Összegezve, 80%-kal csökken a szemcsés anyagok, részecskék kibocsátása az Euro6 környezetvédelmi norma bevezetésével.

4.3. Autóbuszok beszerzési lehetőségeinek vizsgálata

Dolgozatom ezen részében közel azonos teljesítményű dízel-, etanol- és biogáz üzemű városi-elővárosi autóbuszok beszerzésének lehetőségeit vizsgálom és versenyeztetem. A vizsgált finanszírozási formák deviza neme minden esetben Euro.

A számítások, kalkulációk során használt **árak, kizárólag az általam vizsgált adott specifikációjú járművekre vonatkoznak.**

A beszerzési lehetőségek során sajátérből történő beruházást, valamint különböző lízing konstrukciókat vizsgálok, illetve versenyeztetek egymással. Vizsgálataim során egységesen minden esetben 10 – 10 db hagyományos dízel-, és alternatív etanol- és biogáz üzemű buszokat vizsgállok.

A különböző üzemanyaggal hajtott autóbuszok bekerülési költségei a következők:

15.táblázat: Az autóbuszok bekerülési költségei - saját szerkesztés

1db gázolaj üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	1db etanol üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	1db biogáz üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):
220 000	220 000	250 000

4.3.1. Autóbuszok beszerzése saját erőből

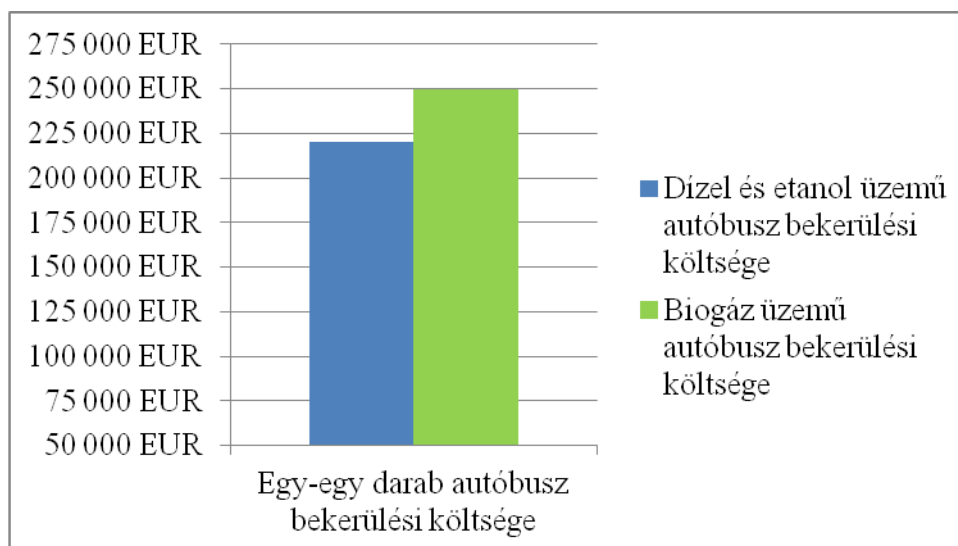
Napjainkban a nagy értékű eszközök, mint az autóbuszok beszerzésekor a sajátérből történő beruházás igen ritka esetben fordul elő, azonban a beruházási lehetőségek teljes körű áttekintése érdekében ezt a változatot vizsgálom elsőként.

A dízel illetve etanol üzemű motorral szerelt járművek bekerülési költsége megegyezik, ez az érték 220 000 Euro. A biogáz üzemű autóbusz beszerzési költsége 250 000 Euro.

16. táblázat: Autóbuszok bekerülési költségei és különbségük - saját szerkesztés

1db gázolaj üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	1db etanol üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	1db biogáz üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	Biogáz üzemű busz többletköltsége dízel/etanol buszhoz képest:
220 000	220 000	250 000	30 000 EUR 13,64%

Ezek a bekerülési értékeket grafikusán megjelenítve szemlélteti a következő ábra.



15. ábra Egy-egy autóbusz bekerülési költsége Euroban - saját szerkesztés

A biogáz üzemű autóbusz bekerülési költsége 13,64%-kal több a dízel- és etanol üzemű társaikhoz képest. Ez a differencia a biogáz üzemű motor felárából, valamint a gáztartályok költségeiből adódik.

A vizsgált autóbuszok bekerülési költségei 10 - 10 db buszra vonatkoztatva:

17.táblázat: 10-10 db autóbusz bekerülési költsége - saját szerkesztés

10db gázolaj üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):	10db etanol üzemű busz bekerülési költsége (EUR):	10db biogáz üzemű autóbusz bekerülési költsége (EUR):
2 200 000	2 200 000	2 500 000

A következőkben 10-10 db busz sajátérs beruházását vizsgálom:

Kalkulációim során a diszkonttényező kamatlába egységesen: 10%.

18.táblázat: Dízel és etanol üzemű buszok beszerzése saját erőből - saját szerkesztés

Év	Diszkont tényező	Bekerülési érték (EUR)	Sajátérs (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összes költség (EUR)
1	1	2 200 000	2 200 000	2 200 000	2 200 000
2	0,90909	0	0	0	0
3	0,82645	0	0	0	0
4	0,75131	0	0	0	0
5	0,68301	0	0	0	0
Össz.:		2 200 000	2 200 000	2 200 000	2 200 000

19.táblázat: Biogáz üzemű buszok beszerzése saját erőből - saját szerkesztés

Év	Diszkont tényező	Bekerülési érték (EUR)	Sajáterő (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összes költség (EUR)
1	1	2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000
2	0,90909	0	0	0	0
3	0,82645	0	0	0	0
4	0,75131	0	0	0	0
5	0,68301	0	0	0	0
Össz.:		2 500 000	2 500 000	2 500 000	2 500 000

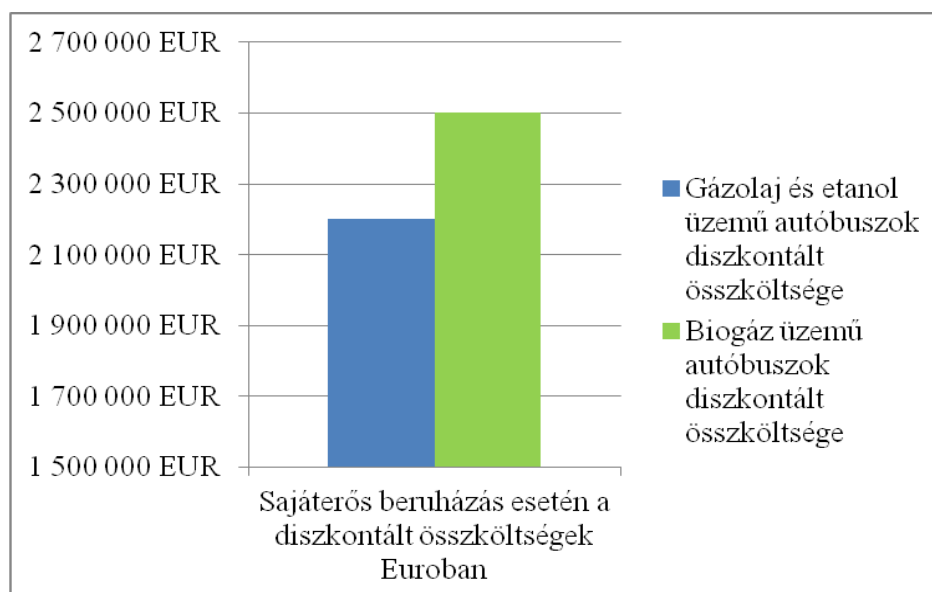
Napjainkban a járműpark csere, illetve bővítés során autóbuszokat a gyakorlatban igen ritkán szereznek be sajátérs beruházás keretében. Azonban ennek a beruházási lehetőségnek a legnagyobb előnye, hogy a diszkontált összköltség megegyezik a bekerülési értékkel. Mivel az adott járműveket egy összegben vásároljuk meg, ezért a következő években semmilyen egyéb beszerzési költség nem terheli az autóbuszokat.

Tehát sajátérs beruházáskor a 10-10 db autóbusz diszkontált összköltségei a következők:

20.táblázat: Autóbuszok diszkontált összköltségei sajátérs beruházás esetén - saját szerk.

Dízel és etanol üzemű autóbuszok diszkontált összköltsége sajátérsből történő beruházás esetén:	2 200 000 EUR
Biogáz üzemű autóbusz diszkontált összköltsége sajátérsből történő beruházás esetén:	2 500 000 EUR

Ezen beszerzési mód diszkontált összköltségeit mutatja grafikusán a következő ábra.



16.ábra: Autóbuszok diszkontált bekerülési összköltségei - saját szerkesztés

4.3.2. Autóbuszok beszerzése lízing konstrukcióval I.

Következő lépésként a lízing konstrukcióval történő beruházási módokat vizsgálom. Napjainkban ez a beruházási mód az egyik legelterjedtebb és legkedveltebb járművek, esetünkben autóbuszok beszerzésének megvalósításához.

Ebben a részben két nyíltvégű, fix havi törlesztésű pénzügyi lízing konstrukciót hasonlítok össze és versenyeztetek a járművek beszerzésére. A vizsgált finanszírozási változat nyíltvégű pénzügyi lízing konstrukció, futamideje 5 év, valamint a finanszírozás devizaneme mindegyik esetben Euro. Az általam bemutatott beszerzési módok a jelenlegi piaci változatokon alapulnak.

Elsőként a dízel illetve etanol üzemű járművekre vonatkozó lízingkonstrukciót ismertetem.

21.táblázat: A Lízing I. konstrukció alapadatai dízel/etanol üzemű buszokra [4]

Finanszírozandó eszköz:	10db Scania OmniLink dízel/etanol
Finanszírozás formája:	Nyíltvégű pénzügyi lízing
Beszerzési érték:	2 200 000 EUR
Futamidő:	5 év
Önerő:	20% (440 000 EUR)
Maradványérték:	10% (220 000 EUR)
Finanszírozás devizaneme:	EUR

22.táblázat: Lízing I. konstrukció pénzügyi adatai dízel/etanol üzemű buszokra [4]

Év	Bekerülési érték (EUR)	Saját erő (EUR)	Lízingtörlesztés (EUR)	Kamat (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összköltség (EUR)
1	2 200 000	440 000	375 000	83 694	898 694	898 694
2	0	0	375 000	69 281	444 281	403 892
3	0	0	375 000	54 432	429 432	354 902
4	0	0	375 000	37 898	412 898	310 216
5	0	0	375 000	20 891	395 891	270 399
Össz.:	2 200 000	440 000	1 875 000	266 195	2 581 195	2 238 103

A maradványértéket az utolsó év utolsó havi törlesztése tartalmazza.

A következő lépésként a biogáz üzemű járművekre vonatkozó lízing kalkulációt ismertetem.

23.táblázat: A lízing I. konstrukció alapadatai biogáz üzemű buszokra [4]

Finanszírozandó eszköz:	10db Scania OmniLink biogáz
Finanszírozás formája:	Nyíltvégű pénzügyi lízing
Beszerzési érték:	2 500 000 EUR
Futamidő:	5év
Önerő:	20% (500 000 EUR)
Maradványérték:	10% (250 000EUR)
Finanszírozás devizaneme:	EUR

24.táblázat: Lízing I. konstrukció pénzügyi adatai biogáz üzemű buszokra [4]

Év	Bekerülési érték (EUR)	Saját erő (EUR)	Lízingtörlesztés (EUR)	Kamat (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összköltség (EUR)
1	2 500 000	500 000	426 000	95 106	1 021 106	1 021 106
2	0	0	426 000	77 728	503 728	457 935
3	0	0	426 000	62 855	488 855	404 012
4	0	0	426 000	43 066	469 066	352 416
5	0	0	426 000	23 740	449 740	307 179
Össz.:	2 500 000	500 000	2 130 000	302 495	2 932 495	2 542 648

Ez a kalkuláció is hasonlóan az előzőhöz, fix havi törlesztésű, ez különösen lényeges eleme a vizsgált konstrukcióknak. A maradványértéket ebben az esetben is az utolsó év utolsó havi törlesztése tartalmazza.

4.3.3. Autóbuszok beszerzése lízing konstrukcióval II.

A továbbiakban egy másik lízing konstrukciót ismeretek a járművek beszerzésére. Ennek a lízingnek is Euro a devizaneme, valamint fix havi törlesztésű a konstrukció.

Elsőként itt is a dízel és etanol üzemű járművekre vonatkozó lízing konstrukciót ismertetem.

25.táblázat: A Lízing II. konstrukció alapadatai dízel/etanol üzemű buszokra [14]

Finanszírozandó eszköz:	10db Scania OmniLink dízel/etanol
Finanszírozás formája:	Nyíltvégű pénzügyi lízing
Beszerzési érték:	2 200 000 EUR
Futamidő:	5év
Önerő:	20% (440 000 EUR)
Maradványérték:	5% (110 000 EUR)
Finanszírozás devizaneme:	EUR

26.táblázat: Lízing II. konstrukció pénzügyi adatai dízel/etanol üzemű buszokra [14]

Év	Bekerülési érték (EUR)	Saját erő (EUR)	Lízingtörlesztés (EUR)	Kamat (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összköltség (EUR)
1	2 200 000	440 000	392 400	40 400	872 800	872 800
2	0	0	392 400	40 400	432 800	393 455
3	0	0	392 400	40 400	432 800	357 686
4	0	0	392 400	40 400	432 800	325 169
5	0	0	502 400	150 400	652 800	445 871
Össz.:	2 200 000	440 000	2 072 000	312 000	2 824 000	2 394 981

Ennél a konstrukciónál is az utolsó év utolsó havi törlesztése tartalmazza a maradványértéket.

A biogáz üzemű autóbuszok esetén a Lízing II. konstrukció bemutatása:

27.táblázat: A Lízing II. konstrukció alapadatai biogáz üzemű buszokra [14]

Finanszírozandó eszköz:	10db Scania OmniLink biogáz
Finanszírozás formája:	Nyíltvégű pénzügyi lízing
Beszerezési érték:	2 500 000 EUR
Futamidő:	5év
Önerő:	20% (500 000 EUR)
Maradványérték:	5% (125 000 EUR)
Finanszírozás devizaneme:	EUR

28.táblázat: Lízing konstrukció pénzügyi biogáz üzemű buszokra [14]

Év	Bekerülési érték (EUR)	Saját erő (EUR)	Lízingtörlesztés (EUR)	Kamat (EUR)	Összes költség (EUR)	Diszkontált összköltség (EUR)
1	2 500 000	500 000	445 920	45 920	991 840	991 840
2	0	0	445 920	45 920	491 840	447 127
3	0	0	445 920	45 920	491 840	406 479
4	0	0	445 920	45 920	491 840	369 527
5	0	0	570 920	170 920	741 840	506 687
Össz.:	2 500 000	500 000	2 354 600	354 600	3 209 200	2 721 660

A maradványértéket ebben az esetben is, hasonlóan az előző konstrukciókhoz az utolsó év utolsó havi törlesztése tartalmazza.

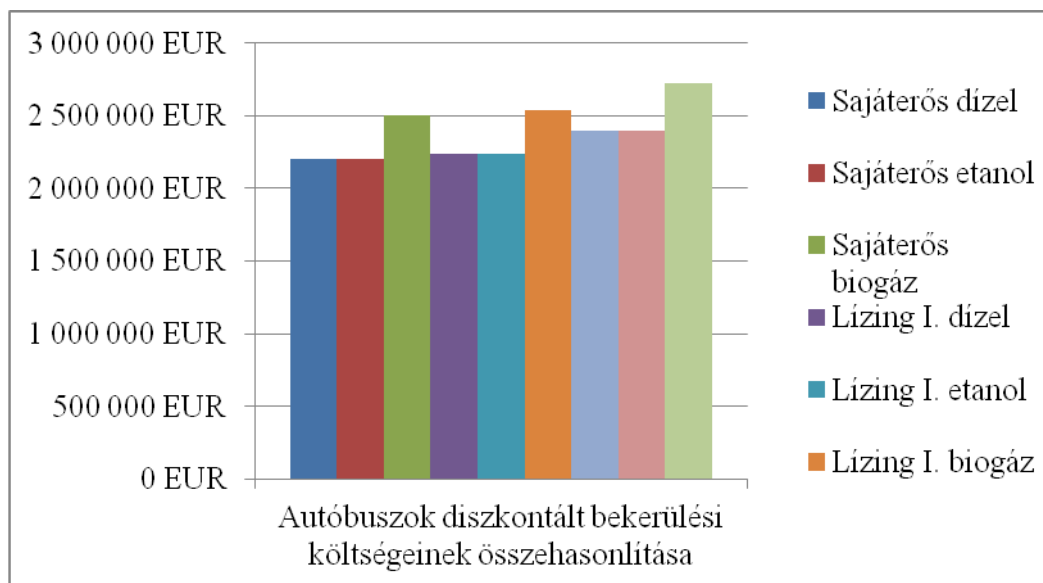
4.4. A beruházási módok összehasonlítása

Az általam bemutatott lízing konstrukciók mindegyike Euro alapú, nyílt végű pénzügyi lízing, fix havi törlesztésű konstrukció. A futamidő minden esetben 5 év, valamint az önerő nagysága is megegyezik a vizsgált kalkulációknál, ez 20% minden esetben. A két lízing konstrukció között érdemi különbséget a törlesztő részletek nagysága, valamint a maradványértékek nagysága okozza.

A fenti kalkulációk alapján az előnyös sorrendet mutatja a következő táblázat:

29.táblázat: Az autóbuszok jelenértéken számolt bekerülési költségei - saját szerkesztés

Sorrend	Beruházási mód	Dízel üzemű buszok	Etanol üzemű buszok	Biogáz üzemű buszok
1	Sajáterős	2 200 000 EUR	2 200 000 EUR	2 500 000 EUR
2	Lízing I.	2 238 103 EUR	2 238 103 EUR	2 542 648 EUR
3	Lízing II.	2 394 981 EUR	2 394 981 EUR	2 721 660 EUR



17. ábra. Autóbuszok diszkontált bekerülési költségeinek összehasonlítása - saját szerk.

Amint beszerzési változatok ismertetése elején is említettem, a saját erőből történő beruházás ebben a piaci szegmensben nagyon ritkán fordul elő, ezért az aktuális piaci trendeknek megfelelően a lízing konstrukciók mellett szoktak dönteni a vevők. Az általam vizsgált finanszírozási konstrukciók közül az elsőként bemutatott **„Lízing I.” konstrukció a legkedvezőbb**, amennyiben a saját erő beruházástól eltekintünk.

A következő táblázat a „Lízing II.” konstrukció többletköltségeit mutatja a „Lízing I.” konstrukcióhoz képest.

30.táblázat: Lízing II. többletköltségei „Lízing I.”-hez képest - saját szerkesztés

Költségkülönbségek a lízing konstrukciók között			
	Dízel buszok	Etanol buszok	Biogáz buszok
Különbség	156 878 EUR	156 878 EUR	179 012 EUR
Százalékosan	7,01%	7,01%	7,04%

A Lízing I. konstrukció dízel és etanol üzemű járművek esetén 156 878 Euroval kedvezőbb, míg biogáz üzemű autóbuszok esetén ez az érték 179 012 Euro. Ez az eltérés 7% többletköltséget jelent a Lízing I. konstrukcióhoz képest Lízing II esetén.

A finanszírozási adatokból látható, hogy a dízel és etanol üzemű buszok bekerülési költsége között nincs különbség. A biogáz üzemű járművek beszerzése esetén átlagosan 13,6%-os költségtöbblet jelentkezik a dízel és etanol üzemanyaggal hajtott társaikhoz képest. Továbbá megállapítható, hogy a biogáz üzemű autóbuszok beszerzésének nincsenek nagy anyagi hátrányai az előző két üzemű járművekhez képest.

4.5. Egyéb költségek a beruházás során

Feltételezve, hogy nem üzemeltettek korábban Scania OmniLink típusú autóbust, mindhárom fajta autóbusz beszerzésekor számolni kell a munkavállalók megfelelő továbbképzésével mindhárom üzemű autóbusz esetén. Ennek a továbbképzésnek a költségei a gépkocsivezetők esetében 12 000 Ft/fő, a szerelők esetében pedig 25 000Ft/fő. Egy átlagos hazai telephellyel kalkulálva, egy autóbuszon két gépkocsivezető dolgozik felváltva, így 10-10 db dízel-, etanol- és biogáz üzemű jármű esetén ez 10-10 gépkocsivezetőt jelent. A karbantartó személyzet létszáma általában 4 fő.

Az alternatív üzemanyagokkal (etanol és biogáz) üzemelő autóbuszok esetén további beruházási költségekkel is kalkulálni kell. Etanol üzemű járművek esetén ez a többletköltség az infrastruktúra kialakításának költsége, amely az etanol tárolására alkalmas üzemanyagtartályok, valamint az etanol gázolajhoz képest fokozott tűzveszélyessége miatti tűzoltórendszer árát foglalja magában. Ez az infrastrukturális átalakítás telephelyenként egyszeri, 5 000 Euro költségű.

A biogáz üzemű autóbuszok esetén is szükséges a megfelelő infrastruktúra kialakítása. Ennek keretein belül a gáz tárolására alkalmas tartályok, valamint üzemanyag töltőállomást kell létesíteni. Ezen beruházás költsége is 5 000 Euro telephelyenként.

A dízel üzemű járművek esetén természetesen nem kell infrastrukturális átalakítást végrehajtani, mivel a hazai infrastruktúra megfelelően kialakított (országos töltőállomás hálózatok, volán telephelyek, stb.)

Ezeket a beruházás során jelentkező további költségeket a következő táblázatban foglaltam össze.

31.táblázat: Egyéb költségek a beruházás során - saját szerkesztés

	Dízel üzemű buszok	Etanol üzemű buszok	Biogáz üzemű buszok
Infrastruktúra kialakítása	0 EUR	5 000 EUR	5 000 EUR
Gépkocsivezetők továbbképzése	120 000 Ft / 406EUR	120 000 Ft / 406 EUR	120 000 Ft / 406 EUR
Szerelők továbbképzése	100 000 Ft / 339 EUR	100 000 Ft / 339 EUR	100 000 Ft / 339 EUR
Továbbképzési költségek összesen:	220 000 Ft / 745 EUR	220 000 Ft / 745 EUR	220 000 Ft / 745 EUR
Összesen:	745 EUR	5 745 EUR	5 745 EUR

A kalkulációk során 1 EUR = 295 HUF árfolyammal kalkuláltam.

Így a mindhárom üzemű autóbusz esetén további 745 EUR (220 000 Ft) munkavállalói továbbképzési költséggel kell számolnunk, feltételezve, hogy korábban nem üzemeltettek Scania OmniLink típusú autóbuszt.

Valamint az alternatív üzemű autóbuszoknál a beruházási költségek további 5 000 Euróval (1 475 000 Ft) növekednek a hiányzó hazai etanol, illetve biogáz infrastruktúra hiánya miatt.

A fenti beszerzési költségek és az egyéb beruházási költségek összegzése alapján megállapítható, hogy az alternatív etanol- és biogáz üzemű járműveknek nincs jelentős költségtöbblet igénye a hagyományos dízel üzemű autóbuszokhoz képest.

Összegezve a beruházás összköltségeit mutatja a következő táblázat:

32.táblázat: Az autóbuszok beruházási diszkontált összköltségei - saját szerkesztés

Sorrend	Beruházási mód	Dízel üzemű buszok	Etanol üzemű buszok	Biogáz üzemű buszok
1	Sajáterő	2 200 745 EUR	2 205 745 EUR	2 505 745 EUR
2	Lízing I.	2 238 848 EUR	2 243 848 EUR	2 548 393 EUR
3	Lízing II.	2 395 726 EUR	2 400 726 EUR	2 727 405 EUR

4.6. Karbantartási, üzemeltetési költségek kalkulálása

Tudományos diákköri dolgozatom e részében az autóbuszok karbantartásának, üzemeltetésének költségeit számítom ki, illetve hasonlítom össze a különböző üzemű motorral szerelt járművek esetén.

Az általam vizsgált autóbuszok esetében 5 éves üzemeltetési ciklussal számolok és napjainkban a városi-, elővárosi üzemben futó buszok esetén átlagos évi 45 000 km-es futásteljesítményt veszem a kalkulációk alapjainak.

4.6.1. Karbantartási költségek számítása

Az autóbuszok tervezhető hibamentes működésének feltétele a gyártó által előírt karbantartási periódusok betartása, és ezen alkalmakkor szükséges karbantartási műveletek elvégzése. Ezen karbantartási alkalmak gyakoriságát és ezek költségeit ismertetem a következőkben.

A dízelmotorral szerelt autóbuszok 45 000 km-enként igényelnek karbantartást. A tervezhető hibamentes működés érdekében 5 karbantartási alkalomra (továbbiakban szemlék) lesz szüksége a buszoknak.

A szemlék során a szükséges összes karbantartási műveleteket elvégzik a járműveken. Ennek keretein belül cserélik a folyadékokat (olajok: motorolaj, váltóolaj, kormány szervó olaj, hűtőfolyadék, stb.), a szűrőket (levegőszűrő, olajszűrő, tüzelőanyag szűrő), fékalkatrészeket (fékbetétek, féktárcsák), továbbá elvégzik a szükséges futómű karbantartási műveleteket és a további szükséges műveleteket is. A szemlék költségei magukban foglalják az anyagköltségeket, valamint a munkadíjakat is.

A karbantartási költségek számítása során nem végzek diszkontálást, mivel ezek a költségek időben nem ingadozóak. Valamint napjainkban egyre népszerűbbek az adott időre meghatározott fix összegű karbantartási programok. Ezeknek köszönhetően a karbantartási költségek nem ingadoznak jelentősen, ezáltal kiszámíthatóbbá válnak ezek a költségek az üzemeltető számára.

A dízel üzemű autóbuszok 45 000 km-enként igényelnek karbantartást. Így a szemlék felosztása dízel buszok esetében: 3 kis-, 1 közepes- és 1 nagy szemle szükséges a tervezett 225 000km-es futásteljesítmény során.

33.táblázat: Dízel üzemű autóbuszok karbantartási periódusai - saját szerkesztés

Szemle megnevezése	Kis szemle	Közepes szemle	Kis szemle	Nagy szemle	Kis szemle
Esedékesség (futott km)	45 000km	90 000km	135 000km	180 000km	225 000km

Az etanol és biogáz üzemű buszok gyakrabban igényelnek karbantartást a hagyományos dízel üzemű társaikhoz képest. Ezen buszok esetén 30 000 km-enként szükséges a karbantartás. A vizsgált 5 éves időtartam alatt a buszoknak a zökkenőmentes működés érdekében 7 db szemlére lesz szüksége a gyári előírások betartásához. Ezen karbantartási periódusban az etanol és a biogáz üzemű autóbuszok esetén a szemlék megosztása a következőképpen alakul: 4 kis-, 2 közepes-, és 1 nagy szemlét takar.

34.táblázat: etanol és biogáz üzemű buszok karbantartási periódusai - saját szerkesztés

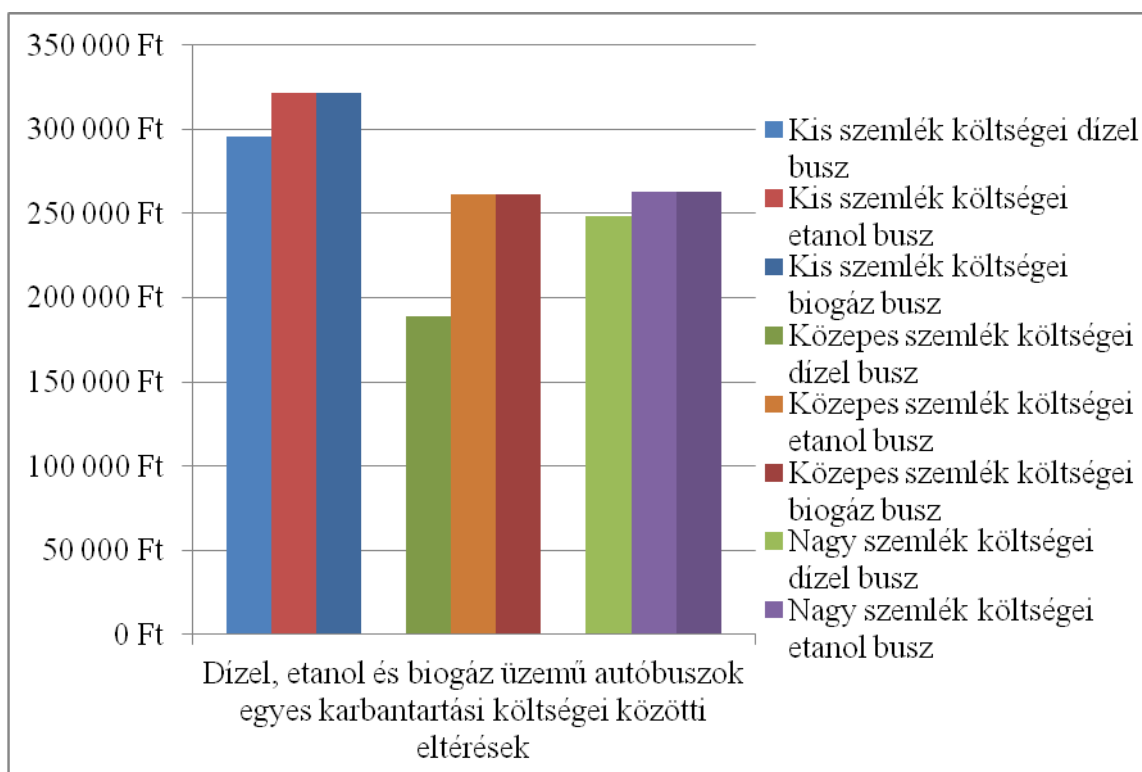
Szemle megnevezése	Kis szemle	Közepes szemle	Kis szemle	Nagy szemle	Kis szemle	Közepes szemle	Kis szemle
Esedékesség (futott km)	30 000km	60 000km	90 000km	120 000km	150 000km	180 000km	210000km

A dízel/etanol üzemű és a biogáz üzemű autóbuszok karbantartási szükségleteinél lévő különbség a szervizintervallumok nagysága miatt adódik. Ebből következik a szemlék számának eltérése. A karbantartási igények adatai, illetve költségei a Scania Hungária Kft.-től származnak.

Az általam felhasznált **költségek közelítő értékek**, kizárólag az általam ismertetett autóbusz specifikációkra érvényesek!

35.táblázat: Karbantartási költségek egy-egy autóbuszra - saját szerkesztés

Karbantartási költségek egy-egy autóbuszra			
	Dízel üzemű autóbusz	Etanol üzemű autóbusz	Biogáz üzemű busz
Kis szemlék költsége:	295 500 Ft	321 800 Ft	321 800 Ft
Közepes szemlék költsége:	188 700 Ft	261 300 Ft	261 300 Ft
Nagy szemlék költsége:	248 300 Ft	262 900 Ft	262 900 Ft
Szemlék összköltsége:	732 500 Ft	846 000 Ft	846 000 Ft



18. ábra: Autóbuszok egyes karbantartási költségei közti különbségek - saját szerk.

A kapott adatokat összegezve az autóbuszok karbantartási költségeinek alakulása 1-1db illetve 10-10db járműre, 5éves időintervallumra vonatkoztatva a következő táblázat ismerteti.

36.táblázat: Autóbuszok összes karbantartási költségei - saját szerkesztés

	Dízel busz	Etanol busz	Biogáz busz
Összes karbantartási költség 1 db autóbuszra:	732 500 Ft	846 000 Ft	846 000 Ft
Összes karbantartási költség 10 db autóbuszra:	7 325 000 Ft	8 460 000 Ft	8 460 000 Ft

Az általam kalkulált 5 éves időtartam alatt tervezett 225 000 km-es futásteljesítmény tükrében a buszok 1 kilométerre eső költségei a következőképp alakulnak:

37.táblázat: autóbuszok karbantartási költségei 1 km-re vonatkoztatva - saját szerk.

	Dízel busz	Etanol busz	Biogáz busz
1 db busz karbantartási költsége 1km-re:	3,26 Ft	3,76 Ft	3,76 Ft
10 busz karbantartási költsége 1km-re:	32,56 Ft	37,60 Ft	37,60 Ft

A táblázatból látható, hogy a hagyományos dízel és alternatív üzemanyagokkal hajtott autóbuszok karbantartási költségei közötti differencia nem jelentős, csupán 15,34% többletköltség adódik a dízel üzemű autóbuszok karbantartási költségeihez képest.

4.6.2. Üzemeltetési költségek kalkulációja

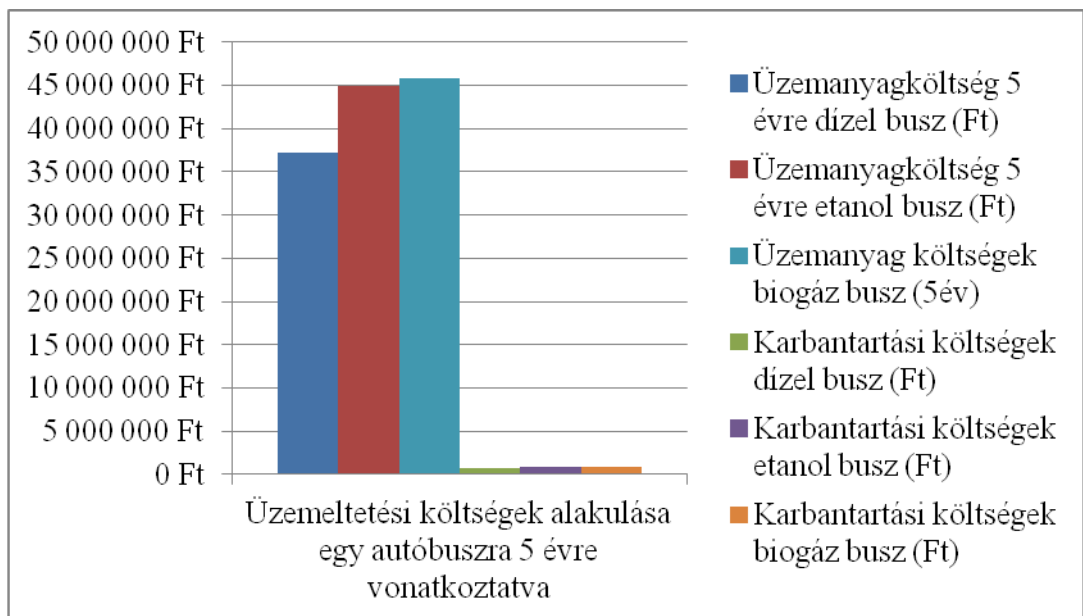
TDK dolgozatom e részében a járművek üzemeltetési költségeit számítom ki. Mivel az autóbuszok üzemeltetése során a legnagyobb költséget az üzemanyag költségek teszik ki, ezért kiemelten fontos ez a költségem. Mivel az autóbuszok fogyasztási adatai nagyon sok tényezőtől függenek, ezért a kalkulációk során **a buszok fogyasztási adatai becsült értékek!**

A számítások során a gázolaj árát a 2011-es APEH üzemanyag árlista alapján állapítottam meg. Mivel Magyarországon az ED95 nem szabványos üzemanyag, ezért az itthon forgalmazott E85 etanol árát vettem alapul. A biogáz esetén pedig a CNG üzemanyag árát vettem kalkulációs alapnak.

A biogáz üzemű autóbuszok esetében a gáz tárolásához szükséges tartályok az autóbusz tetején találhatóak, amelyek maximális nyomása 200bar. A gyártó a biogáz üzemű járművek fogyasztási adatait $\text{Nm}^3/100\text{km}$ értékben adja meg. A biogáz tömege kb. $1,2\text{kg}/\text{Nm}^3$ -enként. Ennek kalkulációit a következő táblázat mutatja be 5 éves időtartamra és egy buszra vonatkoztatva.

38.táblázat: Az autóbuszok üzemeltetési költségei - saját szerkesztés

<u>Üzemeltetési költségek</u>			
	Dízel üzemű autóbusz	Etanol üzemű autóbusz	Biogáz üzemű busz
Fogyasztás	45 l/100km	70 l/100km	50 $\text{Nm}^3/100\text{km}$ kb. 60kg/100km
Üzemanyag ára:	367 Ft/l	285 Ft/l	339Ft/kg
Évenkénti futásteljesítmény(km):	45 000	45 000	45 000
Elfogyasztott üzemanyag mennyiség évente:	20 250 liter	31 500 liter	27 000 kg
Éves üzemanyag költség:	7 431 750 Ft	8 977 500 Ft	9 153 000 Ft
Üzemanyag költsége öt évre:	37 158 750 Ft	44 887 500 Ft	45 765 000 Ft



19.ábra: Az üzemanyag költségek és karbantartási költségek arányát mutatja 5 évre, egy autóbuszra vonatkozóan – saját szerk.

39.táblázat: Az autóbuszok üzemeltetési költségeinek alakulása 5 évre egy, valamint 10db autóbuszra vonatkoztatva - saját szerkesztés

	Dízel busz	Etanol busz	Biogáz üzemű busz
Üzemeltetési költségek egy buszra:	37 891 250 Ft	45 733 500 Ft	46 611 000 Ft
Üzemeltetési költségek 10db buszra:	378 912 500 Ft	457 335 000 Ft	466 110 000 Ft

40.táblázat: Üzemeltetési költségek 5 év és 225 000 km futásteljesítményre 1 km-re vonatkoztatva egy illetve 10 db autóbuszra - saját szerk.

	Dízel busz	Etanol busz	Biogáz üzemű busz
Üzemeltetési költségek 1 km-re:	168,41 Ft	203,26 Ft	207,16 Ft
10 busz üzemeltetési költsége 1 km-re:	1 684,06 Ft	2 032,60 Ft	2 071,60 Ft

41.táblázat: Üzemeletetési költség különbségek dízel buszokhoz képest - saját szerk.

Üzemeletetési költség különbség dízel üzemű buszhoz képest	Etanol busz	Biogáz busz
	34,85 Ft/km	38,75 Ft
	20,70%	23,01%

Mint ahogy a számítások eredményei is mutatják a hagyományos dízel és alternatív etanol üzemű autóbusz üzemeltetési költségei között egy kilométerre vonatkoztatva az eltérés 34,85 Ft, ami 20,7%-os költségtöbblet a dízel buszokhoz képest. A biogáz üzemű buszok kilométerenként 38,75 Ft-tal drágábban üzemeltethetők a dízel üzemű társaikhoz képest, ez 23%-os költségnövekedésnek felel meg.

Ezen adatok alapján megállapítható, hogy az alternatív etanol és biogáz üzemű autóbuszok üzemeltetésének többletköltségei számottevően nem nagyobbak, mint a hagyományos üzemű autóbuszoké. Az etanol illetve biogáz üzemű járművek gazdaságos üzemeltetése bizonyos kedvezmények bevezetése (adókedvezmény, támogatások, stb.) esetén ugyanolyan kedvező lenne, mint a dízel üzemű buszok esetén.

4.7. Beruházás-gazdaságossági mutatók kiszámítása

A beruházás-gazdaságossági mutatók eredményei fogják megmutatni, hogy mekkora árbevétel esetén lesz gazdaságos az általam vizsgált autóbuszok beszerzése és üzemeltetése. A számítások során külön-külön vizsgálom a különböző üzemű járműveket, ezáltal megkapom, hogy a dízel-, etanol- és biogáz üzemű autóbuszok beszerzése és üzemeltetése gazdaságos-e.

A kalkulációk során a fentiekben számított közvetlen költségek megtérülését fogom számítani. Az általam bemutatott beruházási lehetőségek közül a „Lízing I.” konstrukció volt a legkedvezőbb finanszírozási forma, ezért ebben a részben ezt a beruházási módot fogom vizsgálni.

Mivel az autóbuszok üzemeltetése során más költségek is felmerülnek (útdíjak, biztosítások, telephely fenntartása, munkavállalók munkabére, infrastruktúra fenntartása stb.) ezért azt vizsgálom, hogy mekkora árbevétel többlet kell a közvetlen költségekhez ahhoz, hogy az autóbuszok beszerzése és üzemeltetése gazdaságos legyen. Az éves amortizációs költségekhez hozzáadom az adott évre vonatkozó folyamatos működési költségeket, majd ezt megnövelem százalékos arányban. Ezek a százalékos növekmények: 20% *(továbbiakban kis árbevétel)*, 30% *(közepes árbevétel)* és 40% *(nagy árbevétel)*.

A következő beruházás gazdaságossági mutatókat számítom ki:

- NPV - Nettó jelenérték mutató,
- BCR_1 - BCR_2 - Hozam-költség arány-mutató.
- IRR - Belső megtérülési ráta

4.7.1. Dízel üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók

Ezen kalkulációk esetén is a vizsgált időtartam 5 év. Elsőként ez esetben 20%-kal több a bevétel, mint a közvetlen költség (továbbiakban, mint kis árbevétel szerepel). A diszkonttényező kamatlába itt is 10%. A továbbiakban is 10-10db autóbust vizsgálok. Az amortizáció értéke minden kalkuláció esetén 20%.

Dízel üzemű járművek esetén a mutatók kiszámítása:

42.táblázat: Dízel üzemű buszok beruházás-gazdaságossági mutatói kis árbevétel estén - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség I (E Ft)	Diszkontált beruházási költség PV(I) (E Ft)	Folyamatos költség C (E Ft)	Diszkontált folyamatos költség PV(C) (E Ft)	Bevétel R (E Ft)	Diszkontált bevétel PV(R) (E Ft)
1.év	265 334	265 334	75 073	75 073	245 848	245 848
2.év	131 063	119 148	76 117	69 197	247 100	224 637
3.év	126 682	104 696	75 433	62 341	246 280	203 537
4.év	121 805	91 514	76 776	57 683	247 891	186 244
5.év	116 788	79 768	75 073	51 276	245 848	167 917
Össz.:	761 672	660 460	378 472	315 570	1 232 966	1 028 183

Nettó jelenérték mutató: NPV

$$NPV = \sum PV(R) - \sum PV(C) - \sum PV(I) = 1\,028\,183 - 315\,570 - 660\,460 = 52\,152$$

Hozam – költségarány mutató: BCR

$$BCR_1 = \sum PV(R) / \sum (PV(C) + \sum PV(I)) = 1\,028\,183 / (315\,570 + 660\,460) = 1,05$$

$$BCR_2 = \sum (PV(R) - \sum PV(C)) / \sum PV(I) = (1\,028\,183 - 315\,570) / 660\,460 = 1,08$$

$$IRR = 32\%$$

Tehát kis árbevétel esetén a gázolajjal hajtott autóbuszok beszerzése és üzemeltetése 5 éves időtartamra vizsgálva nyereséges.

A számítások menetét a továbbiakban nem részletezem, a számítások csak a bevétel százalékosan történő növelésében különböznek egymástól, ezért csak a kapott eredményeket ismertetem.

Eredmények közepes árbevétel esetén:

43.táblázat: Dízel buszok beruházás gazdaságossági mutatói közepes árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
137 834	1,14	1,21	78%

Tehát közepes árbevétel esetén is nyereséges a dízel buszok beszerzése és üzemeltetése.

Eredmények nagy árbevétel esetén:

44.táblázat: Dízel buszok beruházás gazdaságossági mutatói nagy árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
223 516	1,23	1,34	152%

Tehát nagy árbevétel mellett is nyereséges a vizsgált buszok beszerzése és üzemeltetése.

4.7.2. Etanol üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók

45.táblázat: Etanol üzemű buszok beruházás-gazdaságossági mutatói kis árbevétel esetén - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség I (E Ft)	Diszkontált beruházási költség PV(I) (E Ft)	Folyamatos költség C (E Ft)	Diszkontált folyamatos költség PV(C) (E Ft)	Bevétel R (E Ft)	Diszkontált bevétel PV(R) (E Ft)
1.év	266 809	266 809	91 256	91 256	265 267	265 267
2.év	132 758	120 689	92 428	84 025	266 674	242 431
3.év	128 377	106 097	91 616	75 716	265 699	219 586
4.év	123 500	92 787	92 068	69 172	266 242	200 031
5.év	118 483	80 925	91 616	62 575	265 699	181 476
Össz.:	769 926	667 307	458 984	382 744	1 329 581	1 108 791

Eredmények kis árbevétel esetén:

46.táblázat: Etanol üzemű buszok mutatói kis árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
58 740	1,06	1,09	35%

Tehát kis árbevétel esetén az alternatív, etanol üzemű autóbuszok beszerzése és üzemeltetése nyereséges.

Eredmények közepes árbevétel esetén:

47.táblázat: Etanol üzemű buszok mutatói közepes árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
151 139	1,14	1,23	87%

Tehát közepes árbevétel esetén is nyereséges az etanol üzemű buszok beszerzése és üzemeltetése.

Eredmények nagy árbevétel esetén:

48.táblázat: Etanol üzemű buszok mutatói nagy árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
243 538	1,23	1,36	178%

Tehát nagy árbevétel mellett is nyereséges az etanolos buszok beszerzése és üzemeltetése.

4.7.3. Biogáz üzemű buszok esetén a beruházás-gazdaságossági mutatók

49.táblázat: Biogáz üzemű buszok beruházás-gazdaságossági mutatói kis árbevétel esetén - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség I (E Ft)	Diszkontált beruházási költség PV(I) (E Ft)	Folyamatos költség C (E Ft)	Diszkontált folyamatos költség PV(C) (E Ft)	Bevétel R (E Ft)	Diszkontált bevétel PV(R) (E Ft)
1.év	302 921	302 921	93 011	93 011	288 613	288 613
2.év	148 600	135 091	94 183	85 621	290 020	263 654
3.év	144 212	119 184	93 371	77 166	289 045	238 880
4.év	138 374	103 963	93 823	70 491	289 588	217 571
5.év	132 673	90 618	93 371	63 774	289 045	197 422
Össz.:	866 781	751 776	467 759	390 062	1 446 311	1 206 141

Eredmények kis árbevétel esetén:

50.táblázat: Biogáz üzemű buszok mutatói kis árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
64 303	1,06	1,09	34%

Tehát kis árbevétel esetén az alternatív, biogáz üzemű autóbuszok beszerzése és az üzemeltetése nyereséges.

51.táblázat: Biogáz üzemű buszok mutatói közepes árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
164 815	1,14	1,22	82%

Eredmények közepes árbevétel esetén:

Tehát közepes árbevétel esetén a biogáz üzemű buszok beszerzése és üzemeltetése nyereséges.

Eredmények nagy árbevétel esetén:

52.táblázat: Biogáz üzemű buszok mutatói nagy árbevétel esetén - saját szerkesztés

NPV	BCR1	BCR2	IRR
265 326	1,23	1,35	162%

Tehát nagy árbevétel mellett is nyereséges a biogáz üzemű buszok beszerzése és üzemeltetése.

4.8. Autóbuszok megtérülési idejének meghatározása

Dolgozatom e részében a járművek első megtérülési idejét számítom ki. Ennek keretein belül külön-külön vizsgálom a különböző tüzelőanyaggal hajtott autóbuszokat. Kalkulációim során, dinamikus módon határozom meg a keresett időpontot. A vizsgált időtartam ebben az esetben is 5 év. A dinamikus számolt első megtérülési idő megmutatja, hogy az évről-évre diszkontált nyereségek összege melyik évben éri el, illetve haladja meg a diszkontált beruházási költségeket.

Ezen kalkulációk során az előzőekben ismertetett első, kis árbevétel esetén kalkulált változatot veszem kalkulációs alapnak.

4.8.1. Dízel üzemű buszok megtérülési ideje

53.táblázat: Dízel üzemű buszok megtérülési kalkulációja - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség (E Ft)	Nyereség (E Ft)	Beruházási költség jelen értéke (E Ft)	Nyereség jelenértéke (E Ft)	Nyereség összesen (E Ft)
1.év	265 334	170 775	265 334	170 775	170 775
2.év	131 063	170 983	119 148	155 439	326 214
3.év	126 682	170 847	104 696	141 196	467 410
4.év	121 805	171 115	91 514	128 561	595 971
5.év	116 788	170 775	79 768	116 641	712 612
Össz.:	761 672	854 494	660 460	712 612	

Dízel üzemű autóbuszok esetén a vizsgált 5 éves időtartam alatt dinamikus módon számolva az első megtérülésének ideje az 5. évben következik be.

4.8.2. Etanol üzemű buszok megtérülési ideje

54.táblázat: Etanol üzemű buszok megtérülési kalkulációja - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség (E Ft)	Nyereség (E Ft)	Beruházási költség jelen értéke (E Ft)	Nyereség jelenértéke (E Ft)	Nyereség összesen (E Ft)
1.év	266 809	174 011	266 809	174 011	174 011
2.év	132 758	174 246	120 689	158 405	332 416
3.év	128 377	174 083	106 097	143 870	476 287
4.év	123 500	174 174	92 787	130 859	607 146
5.év	118 483	174 083	80 925	118 901	726 047
Össz.:	769 926	870 597	667 307	726 047	

Etanol üzemű buszok esetén is a vizsgált 5 éves időtartam alatt dinamikus módon számolva az első megtérülése az 5. évben történik meg.

4.8.3. Biogáz üzemű buszok megtérülési ideje

55.táblázat: Biogáz üzemű buszok megtérülési kalkulációja - saját szerkesztés

Év	Beruházási költség (E Ft)	Nyereség (E Ft)	Beruházási költség jelen értéke (E Ft)	Nyereség jelenértéke (E Ft)	Nyereség összesen (E Ft)
1.év	302 921	195 602	302 921	195 602	195 602
2.év	148 600	195 837	135 091	178 033	373 635
3.év	144 212	195 674	119 184	161 714	535 350
4.év	138 374	195 765	103 963	147 081	682 431
5.év	132 673	195 674	90 618	133 648	816 079
Össz.:	866 781	978 552	751 776	816 079	

Biogáz üzemű buszok esetében az első megtérülés ideje dinamikus módon számolva az 5.évben következik be.

Összegezve a megtérülési idő számításait megállapítható, hogy a vizsgált 5 éves időtartam során, dinamikus módon kalkulálva mindhárom üzemű autóbusz esetén az 5.évben bekövetik a beruházás első megtérülése. Tehát az általam végzett kalkulációk alapján mind a dízel-, mind az etanol-, mind a biogáz üzemű motorral szerelt autóbuszok beruházása megtérül a használatuk 5. évében.

5. Eredmények ismertetése

A TDK dolgozatomban elvégzett összehasonlítások és kalkulációk során a dízel-, etanol és biogáz üzemű autóbuszok beszerzéséhez életképes lehetőséget biztosít az üzemeltetők számára a lízing konstrukció segítségével megvalósított beruházási mód. Az általam vizsgált beruházási módok közül a legkedvezőbb változat a saját erőből történő beruházás lenne, azonban ezt a gyakorlatban nem alkalmazzák ekkora értékű eszközök beszerzésére. Tehát az általam kalkulált és versenyeztetett beruházási módok közül a Lízing I. konstrukció bizonyult a legkedvezőbbnek. A Lízing II. konstrukció kb. 7%-os költségtöbblettel jár a Lízing I. konstrukcióhoz képest.

A kalkulációk eredményei megmutatják, hogy a vizsgált gázolajjal és etanollal hajtott autóbuszok beszerzése során csak az etanol üzemű buszok esetén az infrastruktúra kialakítása során jelentkező 5 000 Eurós többletköltséggel kell számolni a dízel üzemű társaikhoz képest. A dízel és biogáz üzemű autóbuszok bekerülési költsége között 30 000 Eurós differencia található, ami a biogáz üzem sajátosságainak tudható be (tartályok, üzemanyag rendszer, stb.) A biogázzal üzemeltetett buszok esetén is szükséges további beruházási költség, az etanol üzemű társaikhoz hasonlóan a hiányzó infrastruktúra kialakítása, ami 5 000 Eurós többletköltséggel jár.

A különböző üzemanyaggal hajtott autóbuszok beszerzése során nagy költség differencia nem adódik. A dízel és etanol üzemű járművek bekerülési költsége megegyezik, azonban a biogáz üzemű autóbuszok bekerülési költsége 13,6%-kal többbe kerül a fent említett társaikhoz képest. Feltételezve, hogy eddig nem üzemeltettek még Scania OmniLink típusú autóbuszokat, mindhárom erőforrással szerelt jármű esetén kalkuláltam a munkavállalók továbbképzésével is, ami kb. 745 Euro.

Az így kialakult egyéb beruházási költségekkel kiegészült beruházási diszkontált összköltségek sorrendjét a következő táblázat mutatja:

32.táblázat: Autóbuszok diszkontált beruházási összköltségei - saját szerkesztés

Sorrend	Beruházási mód	Dízel üzemű buszok	Etanol üzemű buszok	Biogáz üzemű buszok
1	Sajáterő	2 200 745 EUR	2 205 745 EUR	2 505 745 EUR
2	Lízing I.	2 238 848 EUR	2 243 848 EUR	2 548 393 EUR
3	Lízing II.	2 395 726 EUR	2 400 726 EUR	2 727 405 EUR

Az általam bemutatott beruházási változatok kizárólag az általam vizsgált specifikációjú autóbuszokra vonatkoznak!

A vizsgált autóbuszok üzemeltetése során keletkező költségkülönbséget elsődleges oka az üzemanyagok ára. Ezt a költségdifferenciát azonban lehetne mérsékelni pl. hazánkban előállított etanol, illetve biogáz felhasználásával, valamint különböző támogatások, kedvezmények biztosításával az alternatív üzemanyagot használó autóbuszok beszerzéséhez. A három fajta busz tervezett karbantartásai során az alternatív üzemű autóbuszok gyakrabban igényelnek karbantartást, de ez nem okoz számottevő többletköltséget a járművek üzemeltetése során.

40.táblázat: Üzemeltetési költségek alakulása 5 év és 225 000 km futásteljesítmény tükrében 1 km-re vonatkoztatva egy illetve 10 autóbuszra - saját szerkesztés

	Dízel busz	Etanol busz	Biogáz üzemű busz
Üzemeltetési költségek 1 km-re:	168,41 Ft	203,26 Ft	207,16 Ft
10 busz üzemeltetési költsége 1 km-re:	1 684,06 Ft	2 032,60 Ft	2 071,60 Ft

A vizsgált alternatív üzemű autóbuszok 1 km-re eső üzemeltetési költségei közötti többletköltségei a dízel buszokhoz viszonyítva.

41.táblázat: Alternatív üzemű buszok költség-többletei dízel üzemű buszhoz képest - saját szerkesztés

Üzemeltetési költség különbség dízel üzemű buszhoz képest	Etanol busz	Biogáz busz
	34,85 Ft	38,75 Ft
	20,70%	23,01%

A vizsgált járművek beruházás-gazdaságossági mutatóinak számítása során a bevételt becsléssel határoztam meg. Így az éves amortizációs költségekhez hozzáadtam az adott évre vonatkozó folyamatos működési költségeket, majd ezt növelem meg százalékos arányban. Ez alapján kis-, közepes- és nagy árbevétellel kalkuláltam ki a beruházás-gazdaságossági mutatókat. Ezen számítások eredményei alapján megállapítható, hogy az általam vizsgált mindhárom árbevétel esetén gazdaságos a dízel, az etanol és a biogáz üzemű buszok beszerzése és üzemeltetése.

Mivel az autóbuszok megtérülési idejének meghatározása sok tényezőtől függ (munkavállalók bére, telephely, infrastruktúra fenntartási költségei, stb.), melyek minden esetben eltérőek,

ezért mind a dízel, mind az etanol, mind a biogáz üzemű buszok esetén a megtérülési idő vizsgálata során a kis árbevétel esetén nyereséges üzemeltetési variáció adatai alapján számoltam. Az ezen irányelvek alapján végzett kalkulációk alapján megállapítható, hogy dinamikus módon számolva mindhárom üzemű autóbuszok első megtérülési ideje bekövetkezik az 5.évben.

Az általam vizsgált autóbuszok esetén 5 éves időtartamra és 225 000 km-es futásteljesítménnyel kalkulálva 367 Ft-os gázolaj és 285 Ft-os literenkénti etanol ár és 339 Ft/kg-os biogáz ár mellett 1db autóbusz 1 km-re eső üzemeltetési költsége 168,41 Ft, míg az etanolos busz esetén ez az érték 203,26 Ft-ra, biogáz üzemű buszok esetén pedig 207,16 Ft-ra adódott.

56.táblázat: 1km-re eső üzemeltetési költségek – saját szerkesztés

	Dízel üzemű busz	Etanol üzemű busz	Biogáz üzemű busz
Üzemanyag ár	367 Ft/l	285 Ft/l	339 Ft/kg
Üzemeltetési költség 1km-re:	168,41 Ft	203,26 Ft	207,16 Ft

57.táblázat: Üzemeltetési többletköltségek alternatív üzemű buszoknál - saját szerkesztés

Üzemeltetési költség különbség alternatív üzemanyagok esetén dízel üzemű buszhoz képest	Etanol busz	Biogáz busz
	34,85 Ft	38,75 Ft
	20,70%	23,01%

A jelenlegi kalkulációk alapján az etanol és biogáz üzemű buszok üzemeltetése kb. 20%-os költségtöbblettel jár

Ugyanezen 5 éves időtartam és 225 000 km-es futásteljesítmény esetén 235Ft/literenkénti etanol ár és 274 Ft/kg-os biogáz ár mellett kerülne ugyanannyiba az etanol illetve biogáz üzemű autóbuszok üzemeltetése, mint a dízel üzemű buszoké. Ez az etanol literenkénti és biogáz kilónkénti költség kalkulált árak.

58.táblázat: Alternatív üzemanyagok kalkulált árai - saját szerkesztés

	Dízel üzemű busz	Etanol üzemű busz	Biogáz üzemű busz
Üzemanyag ár	367 Ft/l	235 Ft/l*	274 Ft/kg *
Üzemeltetési költség 1km-re:	168 Ft	168 Ft	168 Ft

* kalkulált üzemanyag ár

59.táblázat: Differencia a kalkulált alternatív üzemanyag árak között - saját szerkesztés

Differencia a két üzemanyag kalkulált ára között dízelhez viszonyítva	Etanol	Biogáz
	132 Ft	93 Ft
	36%	25%

Tehát a jelenlegi számításokat alapul véve *235 Ft/liter kalkulált etanol és 274 Ft/kg biogáz üzemanyagárak esetén érne meg alternatív üzemű autóbuszokat beszerezni és üzemeltetni.*

6. Összefoglalás

Tudományos diákköri dolgozatomban hagyományos dízel-, és alternatív etanol és biogáz üzemű városi- elővárosi autóbuszokat vizsgáltam különböző szempontok alapján.

Első lépésként ismertettem a téma időszerűségét, aktualitását. Ezt követően a témához kapcsolódó hazai-, illetve nemzetközi szakirodalmat tekintettem át több szempont szerint.

Következő lépésként bemutattam a dolgozatomban használt módszereket, vizsgálati szempontokat, valamint a számítások, kalkulációk témaköreit is. Ebben a részben prezentáltam a Scania cégcsoportot valamint a Scania Hungária Kft-t. Ezt követően bemutattam a Scania OmniLink típusú városi-elővárosi autóbuszokat.

TDK dolgozatom fő részében az összehasonlításokat, kalkulációkat végeztem el hagyományos dízel és alternatív etanol és biogáz üzemű városi-elővárosi autóbuszokkal kapcsolatban. Vizsgálatom tárgya minden esetben azonos típusú, azonban eltérő üzemanyaggal hajtott 10-10 db mennyiségű autóbusz volt. Vizsgálataim időtartama 5 év volt, mind a beszerzési lehetőségek vizsgálata, mind a karbantartási-, üzemeltetési vizsgálatok, valamint a további gazdaságossági mutatók meghatározása során is. Ezen vizsgálatok keretein belül elsőként a buszok főbb műszaki paramétereit hasonlítottam össze. Ezután a járművek beszerzési lehetőségeit vizsgáltam és versenyeztettem egymással. Ezt követően a három fajta autóbusz karbantartási szükségletei alapján meghatároztam a karbantartási költségeket, valamint a buszok üzemeltetési költségeit számítottam ki és hasonlítottam össze. A kalkulációk befejező részeként az autóbuszok üzemeltetéséhez kapcsolódó beruházás-gazdaságossági mutatókat, továbbá a megtérülési időt határoztam meg.

Az összehasonlítások és kalkulációk során kapott eredmények összegzéseként az alábbi megállapítások és következtetések vonhatók le:

- Alternatív üzemanyaggal hajtott autóbuszok beszerzésének nincsenek számottevő többletköltségei a hagyományos dízelmotorral szerelt társaikhoz képest. A járművek beszerzésére többféle finanszírozási lehetőséget is ismertettem. Ezek közül a lízing konstrukció a legnépszerűbb és legéletképesebb napjainkban a járműflotta beszerzések esetén.

- A buszok üzemeltetése során keletkező költségkülönbség fő okai az üzemanyag fogyasztásnak, illetve az üzemanyagok árának különbözősége. Mivel az etanol üzemű járművek 60-70%-kal többet fogyasztanak a dízel üzemű társaikhoz képest, ezért az etanol gázolajhoz képest alacsonyabb ára mellett is költségnövekedést okoz. A biogáz üzemű autóbuszok esetén az üzemeltetési költségek közel azonosak az etanol üzemű autóbuszok költségeihez.
- A vizsgált járművek esetén mindhárom becsült árbevétel mellett gazdaságos a dízel, etanol és biogáz üzemű autóbuszok beszerzése és üzemeltetése.
- Az általam vizsgált autóbuszok első megtérülési ideje bekövetkezik a vizsgált időtartam 5. évében mindhárom fajta üzemű buszok esetén.

TDK dolgozatom elkészítésével egy olyan modellszámítást sikerült készítenem, amely segítségével egy vagy akár több autóbusz beszerzése esetén meg lehet határozni a legkedvezőbb beszerzési formát, az autóbuszok karbantartási- és üzemeltetési költségeit, továbbá a buszok üzemeltetéséhez kapcsolódó különböző gazdaságossági mutatókat is. Az elkészített modellszámítások életszerű és piaci adatokon alapulnak, azonban a konkrét értékek meghatározása mellett a számítások módszere kiemelten lényeges.

A dolgozatomban végzett számítások és összehasonlítások eredménye megmutatja, hogy napjainkban a városi-elővárosi autóbusz szegmensben előforduló egy vagy akár több számú autóbusz-beszerzése esetén az alternatív üzemanyaggal hajtott buszok milyen esélyekkel indulnak a hagyományos dízel üzemű autóbuszokkal szemben.

Tudományos diákköri dolgozatom elkészítésével igyekeztem elősegíteni a kiöregedett és meglehetősen korszerűtlen hazai városi-elővárosi autóbusz állomány korszerű, környezetbarát autóbuszokra történő cseréjét, illetve ehhez a megkapott eredményekkel egy életszerű támpontot nyújtani.

7. Summary

The subject of the Scientific Student Project is: complex comparison of city buses. The essay presents the complex comparison of city buses operated with conventional diesel and alternative ethanol and biogas fuels in connection with the sustainable transport. The main purpose of this study is to review the buses operated with different fuels, furthermore to review the technical, environmental and the economical side of this topic.

My work reviews related hungarian and international literature in three points of view. These are: environmental, technical and technical economical aspects. Then it presents the main informations about the ethanol, and the buses operated with alternative fuels. Furthermore the study presents the Scania Hungary Ltd. and the Scania OmniLink city/suburban buses too.

The essay investigates and had compared three types of buses based on calculations. This part compares the supply, operation and maintenance of the same type and near similar performance buses operated with different engine (diesel, ethanol and biogas).

The essay compares the opportunities of supply 10-10 buses: 10 operated with diesel, 10 operated with ethanol and 10 operated with biogas engine city/suburban buses. Then I have summarized and compared the operation and the maintenance costs. I reviewed the economic investment datas and the rate of the first return of the buses in my calculations as well.

At the end of the complex comparison the result of the calculations is found. In view of this datas the essay presents the technical side of the three type of buses and furthermore the economical side of the supply, operation and maintenance between the buses with alternative fuel engines and the conventional diesel buses. The result of the essay shows that (in the section of the city/suburban buses in medium number of supply) how competitive can be a bus operated with alternative ethanol and biogas compared to buses operated with diesel in these days.

I have made a modelcalculation in my study about one ore more buses, that shows the most prosperous type of supply, calculates all cost of the buses - the cost of operation, maintenance - and the other tehcnical economical rates.

8. Irodalomjegyzék

- [1] EMŐD ISTVÁN - TÖLGYESI ZOLTÁN - ZÖLDY MÁTÉ: Alternatív járműhajtások, Maróti Könyvkereskedés és Könyvkiadó Kft, Budapest, 2006. 233.p,19-20.p, 33.p, 36-42.p, 55.p, 60-70.p, 82-83.p, 90-91.p
- [2] JOAKIM PETTERSON: Alternative fuel seminar, Maintenance and service intervals, 2009. június 4-5. - Scania belső anyag
- [3] JONAS STRÖMBERG: Drivers for alternative fuels Sustainable Urban Transport - 2008. április - Scania belső anyag
- [4] K&H Autófinanszírozó Zrt.
- [5] KTP/PER-ERIK NORDSTRÖM/ System solution, business model and ethanol distribution, 2009. június 4-5. - Scania belső anyag
- [6] MATHIAS OLOFSSON: Ethanol – the fuel, 2009.06.04 - Scania belső anyag
- [7] PER-ERIK NORDSTRÖM: Press info, 2007. május 21. 3p. - Scania belső anyag
- [8] PER-ERIK NORDSTRÖM: Product Affairs, Competitors – Green profile and product portfolio, 2009. június 4-5. - Scania belső anyag
- [9] Scania belső anyag - Emissions from renewable fuels Alternative fuel seminar, 2009. június 4-5.
- [10] Scania belső anyag - Euro6 InfoClass Internal Training
- [11] Scania belső anyag - Miljöfaktaboken för Bränslen, SPI/IVL, 2011
- [12] Scania belső anyag - Scania Buses & Coaches product info, 2010
- [13] Scania belső anyag - Scania Fuel consumption táblázat, 2010
- [14] Scania Hungária Kft.
- [15] SVÉHLIK CSABA: Közlekedés - Környezet - Alternatívák
KHEOPS Automobil-Kutató Intézet®, Mór, 2007. 50.p, 10-12.p, 14-15.p, 18-20.p, 45.p
- [16] ZAHUMENSZKY JÓZSEF (szerk.): Alternatív üzemanyagok alkalmazása a városi tömegközlekedésben, Felelős kiadó: Zahumenszky József, Budapest 1989. 27.p, 37.p
- [17] ZÖLDY MÁTÉ: Belső égésű motorok üzemeltetése alternatív motorhajtóanyagokkal, ELGOSCAR-2000 Környezettechnológiai és Vízgazdálkodási Kft., Budapest, 2006. 57-64.p
- [18] <http://imagebank.scania.com/indexns.jsp>

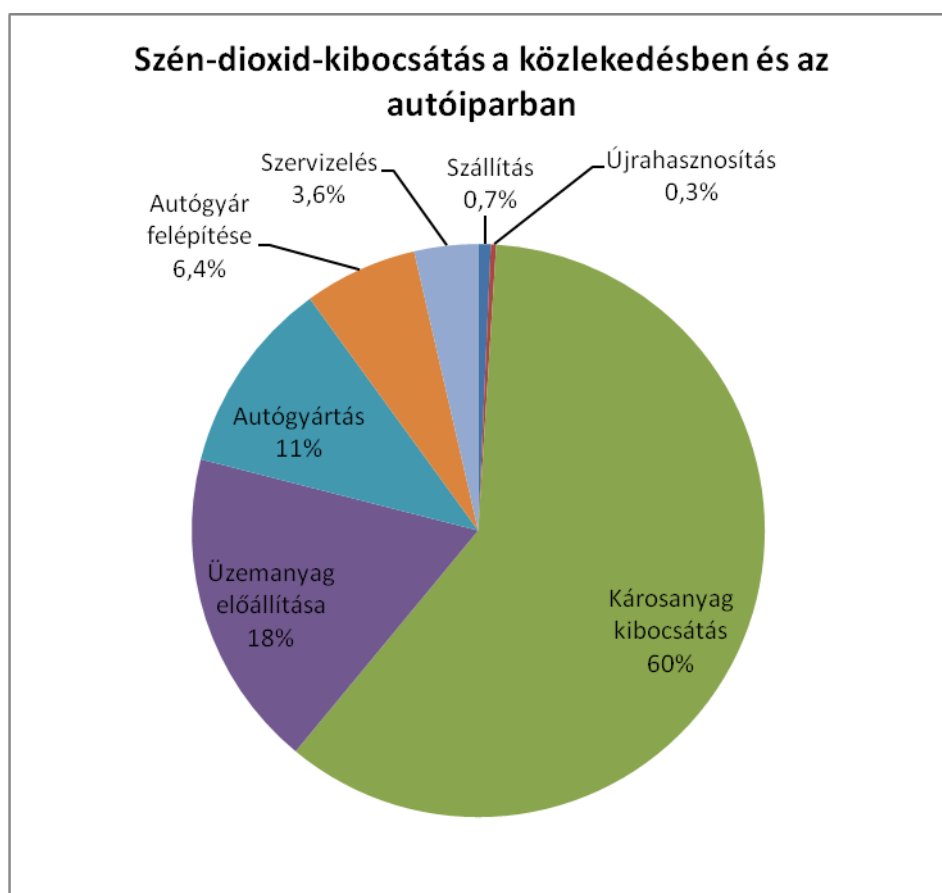
- [19] http://omnibusz.blog.hu/2010/03/24/kornyezetvedelem_a_busziparban_i_a_dizelmotorok_fejlolese_e_misszios_normak
- [20] http://omnibusz.blog.hu/2010/04/01/kornyezetvedelem_a_busziparban_ii_gazuzem_es_bio_uzemanyagok
- [21] <http://scania.hu/a-scaniarol/media/press-releases/2011/citywide.aspx>
- [22] <http://scania.hu/autobusz/varosi-elovarosi/omnilink/>
- [23] <http://www.scania.hu/a-scaniarol/esemenynaptar/busworld.aspx?tab=1&group=0>
- [24] www.ethanolbus.com
- [25] www.scania.hu

9. Mellékletek

1. Melléklet

Szén-dioxid kibocsátás csökkentése

A helyzetet a növekvő közlekedés súlyosbítja, amely közlekedés már a jelenlegi szintjén is klímaváltozást idéz elő. A szén-dioxid az „üvegházhatás” legfőbb okozója és a magánforgalom az erőművek, az ipari és a háztartások után jelentős kibocsátója a környezetre oly káros szén-dioxidnak. Miközben más szektorok, mint például a kohászat, vagy a vegyipar, a termékegységre eső szén-dioxid kibocsátásukat lecsökkentették, mindez nem igaz az autóiparra, illetve a gépkocsikra.



20. ábra: A szén-dioxid kibocsátás a közlekedésben és az autóiparban [14]

Az 1. ábrán jól látható, hogy a szén-dioxid-kibocsátás 60%-a a gépkocsik üzemeltetése közben keletkezik, magának az üzemanyagnak az előállítása során is 18%-os arányú károsanyag-kibocsátás következik be. A kettő együtt 78%-ot tesz ki.

2. melléklet

60.táblázat: Különböző növények termésviszonyai és alkoholpotenciálja [1]

Különböző növények termésviszonyai és alkoholpotenciálja					
Növény	Termelés		Átalakítási hatékonyság	Etanol kihozatal	
	átlag t/ha	össz termelés millió tonna	%	liter/tonna	liter/hektár
cukorrépa	38,0	143	35	95	4300
búza	3,5	82	24	356	1200
kukorica	4,5	49	32	387	2100
burgonya	10,3	0,1	82	110	3050
cukornád	57,0	187	31	67	5300

3. melléklet

61. táblázat: A hagyományos tüzelőanyagok (gázolaj és benzin) valamint az alternatív tüzelőanyagok (földgáz, propán/bután, metanol és etanol) fontosabb fizikai-kémiai és motorikus jellemzői [16]

Tüzelőanyagok			GÁZOK			ALKOHOLOK	
Jellemzők	Gázolaj	Benzin	Földgáz (metán)	Propán	Bután	Metanol	Etanol
Vegyi képlet	C_{15,4}H₃₀	C _{6,9} H _{14%}	CH ₄	C ₃ H ₆	C ₄ H ₁₀	CH ₃ OH	C₂H₂OH
Moltömeg g/mol	204	98	16	44	58	32	46
H/C atomarány	2,07	2,14	4,0	2,67	2,5	4,0	3,0
Forráspont ill. forrási tartomány 1,013 bar nyomáson °C	177-356	30-186	-161,6	-42,1	-0,6	65	78
Sűrűség -Cseppfolyós fázisban 20°C-on ill. forr. Pont alatt kg/m ³ gázfázisban 0 °C-on, 1,013 bar nyomáson kg/m ³	800-860	740-760	422 0,71	511 1,96	579 2,58	795	840
Lobbanáspont °C	55-100	67-250	654-790	530-588	490-569	11	12-26 (víztartalomtól függően)
Gyulladási hőmérséklet °C	330-360	480-550	722	550	530	425	455
Levegőszükséglet=1,0 légfelesleg tényező esetén (kg levegő)/(kg tüzelőanyag)	14,5	14,7- 14,9	16,96	15,18	14,99	6,4	9,0
Gyulladási határoknak megfelelő légfelesleg tényező	-	0,8-1,2	0,5-1,9	0,4-17	0,348-1,67	1,0-2,6	0,95-2,1
Alsó fűtőérték kJ/kg	42 530	43 950	48 956	4 659	45 988	19 665	26 779
A keverék fűtőértéke=1,0 légfelesleg tényező	3695	3778	3230	3460	3500	3871	3748

esetén kJ/Nm ³							
Oktánszám MOZ	-	84-98	110	120	99	92	98
Párolgáshő 1,013 bar nyomáson kJ/kg	251	293-418	-	-	-	1109	904
Reid-féle gőznyomás 37,8°C-on mbar	-	600-900	-	-	-	370	200
MAK-érték mg/m ³	-	300	-	1800	2350	50	1000