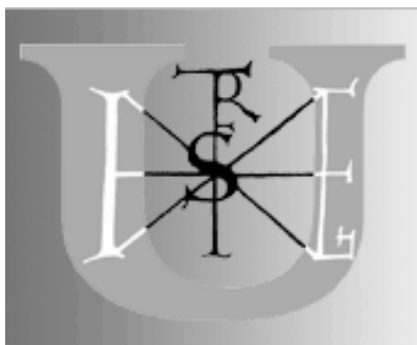




A közúti vasút szerepe a városi közlekedésben *The relevance of tram in the urban transport system*

Készítette:

Balogh Koppány

Szent István Egyetem

Ybl Miklós Építéstudományi Kar

Infrastruktúra szakirány, IV. évf.

Témavezetők:

Dr. Macsinka Klára egyetemi docens

SZIE YMÉTK Közmű- és Mélyépítés

Tanszék

Szedlmajer László vezérigazgató-helyettes

BKV Autóbusz- és Trolibusz

Üzemigazgatóság



Tartalomjegyzék

1. Bevezető, a témaválasztás indoklása	3
2. A közlekedés kialakulása	4
3. A közösségi közlekedés kezdete	6
4. A BKV története	8
5. A villamos helye a közösségi közlekedés rendszerében	11
6. A nemzetközi helyzet bemutatása	14
7. Villamosvonalak a fővárosban	16
7.1. Hálózatok típusai	18
8. Miért nem kielégítő a jelenlegi villamasközlekedés az utasok számára?	20
8.1. Mi a BKV koncepciója?	21
9. Villamos típusok jelölései Magyarországon	23
10. Mekkora helyigényű egy-egy jármű típus?	24
10.1. Hagyományos felépítésű járművek	24
10.2. Az első csuklós villamosok	24
10.3. Jacobs-forgóvázaz csuklósok	25
10.4. Rövidcsuklós kocsik	25
10.5. Többcsuklós villamosok	25
11. Budapest autóbusz és trolibusz hálózata	27
12. Mennyi energiát fogyaszt az adott jármű?	31
12.1. A városi villamos vasutak energiaellátása	31
12.2. Mennyi többletenergia kerül a villamos járművek fűtése?	33
12.3. Autóbuszok fogyasztása	36
12.4. Trolibuszok fűtése	38
12.5. Metró, HÉV fűtése	38
12.6. Mekkora összegbe kerül a járművek üzemeltetése és karbantartása?	39
13. A közlekedési módok káros hatásai	41
14. Miért közlekedünk inkább busszal, mint villamossal?	45
15. Összegzés	47
16. Irodalomjegyzék	54

1. Bevezető, a témaválasztás indoklása

Dolgozatom tárgya: *A közúti vasút szerepe a városi közlekedésben.* Az indok, amiért ezt a témát választottam, kettős. A vasutakhoz való vonzódásom már gyermekkoromban kialakult, világ életemben érdekesnek tartottam a kerekek sínen való haladását. 3-4 éves koromtól rendszeresen ki kellett járni a vasútállomásra – ha állt ott vonat, ha nem. Később, tanulmányaim folyamán egyik fő érdeklődési köröm a városi közlekedés lett, főleg a nagyvárosok közösségi közlekedése, annak összetettségével és bonyolultságával.

Ezen belül a közúti vasutakra - ismertebb nevükön a villamosokra -, mint a környezettudatos közösségi közlekedést lehetővé tevő és egyben megtestesítő járművekre tekintek.

A dolgozat célja, hogy szembeállítsa a közúti buszközlekedést a kötöttpályás, illetve elektromos árammal közlekedő járművekkel (pl. trolibuszok) és bemutassa a különbséget a fenti ágazatok között. Célom, hogy a tanulmány a városi vasutak és az elektromos árammal hajtott járművek létfontosságát igazolja.



1. ábra Alstom Citadis közúti vasút, fűvesített pályán Párizsban

2. A közlekedés kialakulása

Ha a közösségi közlekedésről, annak kialakulásáról és történetéről kívánunk értekezni, a gondolatmenetet mindenképp magával a közlekedés bemutatásával kell kezdeni.

A közlekedés története az emberiség történetével egyidős. Az ősember egyetlen közlekedési eszköze évezredek át a saját lába volt, ennek erejétől függött életben maradása. Bár az ember a legrosszabb és legkevésbé hatékony „közlekedési eszköz”, a világ számos pontján még ma is az emberi erő a közlekedés – ha úgy tetszik – motorja. Gondoljunk csak a Távol-Keleten riksát hajtók tömegére.



2. ábra Riksa hajtó

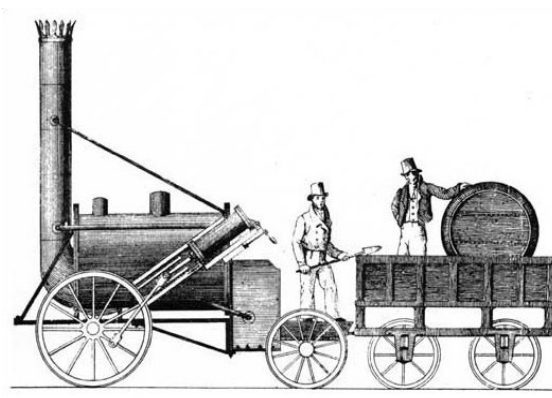


3. ábra "Trojka télen"

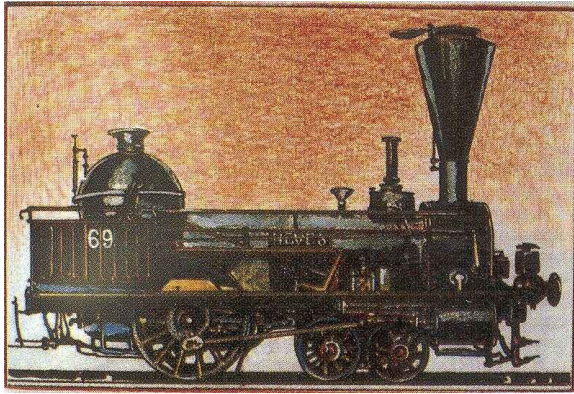
A történelmi időkben az ember a természetet megfigyelve rájött, hogyan építhet hidat, hogyan készíthet magának tutajt, majd csónakot, szánt, ezzel megkönnyítve, vagy lerövidítve az addigi gyaloglást. Idővel felismerte az állati erő alkalmazásának előnyét (ökör, ló), majd feltalálta a kereket, ezzel forradalmasítva a közlekedés fejlődését.

A csatornákon való vízi szállítás fénykora (XVIII. század) után a **vasút** térhódítása következett (XIX. század). Az Angliából kiindult ipari forradalom hozományaként megjelent a gőzgép; a szénbányászat és a vasgyártás kifejlődése, illetve a gyáripari termelés kialakulása miatt elindult a kötöttpályás vasúti közlekedés.

A sínpálya története a XVI. századtól keltezhető, ekkor jelentek meg az ember, vagy ló által síneken vontatott egyszerű járművek. Az első közforgalmú lóvasút 1825 és 1832 között épült Linz és Budweis között, az első gőzmozdony pedig 1801-ben készült el. 1827-ben Magyarországon is kísérleteztek a lóvasút meghonosításával, de a próbálkozás nem járt sikerrel. Az igazi áttörést kétség kívül George Stephenson 1829-ben elkészült gőzmozdonya (Rocket) hozta, ekkor jelent meg az 1435mm-es nyomtáv, ami a mai szabvány is.



4. ábra Rocket (1829)



5. ábra Az első magyar vasútvonalon használt gőzmozdony (1846)

Magyarországon az első vasúti szakasz 1846-ban készült el Pest és Vác között. Ezt követték a Bécsújhelytől Sopronig, illetve Pesttől Szolnokig tartó szakaszok. 1851-ben épült meg a Bécs-Pest vasútvonal, Pozsonyon keresztül.

A sínen való szállítás ma is az egyik leggazdaságosabb módja az áruk nagy tömegben való szállításának. Mindkét rendszert teljes kapacitással figyelembe véve a vasúti teherszállítás hatékonysága mintegy tízszerese az országúti szállításénak.

A közlekedés a mai modern megfogalmazás szerint: a személyek és áruk szállítását különböző műszaki eszközökkel végző gazdasági, szolgáltató tevékenység.

- Ágazatai:
- közúti közlekedés
 - **vasúti közlekedés**
 - légi közlekedés
 - vízi közlekedés (hajózás)
 - sodronykötélpálya (libegő)
 - vezetékes szállítás

- Térszerkezetét tekintve:
- **helyi (városi)**
 - helyközi
 - elővárosi
 - távolsági
 - kontinentális
 - interkontinentális

Mivel a távolsági utazások száma roppant mértékben megnőtt az elmúlt 200 évben, újabb és újabb közlekedési ágak térhódításának lehettünk szemtanúi. Ahogy a gyaloglást felváltották a közlekedési járművek, úgy váltották fel a tengeri személyszállítást a repülőutak.

A közösségi közlekedés mellett ráadásul egyre inkább teret hódított az egyéni közlekedés is. Míg a XX. század elején az autó luxuscikknek számított, az 1920-as évekre közhasználatú eszköz vált belőle. Ebben úttörő szerepe volt az első futószalag rendszerben megépített gépkocsinak, az 1908-ban gyártott T-Fordnak, mely a később világhírnévre szert tevő T-modell elődje volt. Az autók számának folyamatos növekedése forgalmi torlódásokat, közúti baleseteket okozott. Az utcákon sorra jelentek meg a közlekedési táblák, Budapesten 1926-tól a forgalmat „villanyrendőr” irányította a mai Blaha Lujza téren.



6. ábra A Blaha Lujza tér a XX. sz. elején

Idővel aztán szembesülnünk kellett a fejlődés káros hatásaival is: az üzemanyag elégetésével üvegházhatású gázok kerültek a légkörbe, az ózonpajzs elvékonyodott és beindult a globális felmelegedés mára egyre inkább érezhető folyamata.

3. A közösségi közlekedés kezdete

Az ókorban és a középkorban a nagyobb városok a forgalmi csomópontokban jöttek létre, főleg a folyók és tengerek közvetlen közelében. Egy város növekedésének határt szabott, hogy a lakóinak életszükséglete kielégíthető legyen; elérhető közelségben álljon rendelkezésre az élelem, ivóvíz, lakóház és egyéb szolgáltatások. Ezekben az időkben a városokban csupán gyalogos, esetleg fogatolt közlekedés volt jelen, így az embertől túl nagy távolságra nem kerülhettek a fenti igények. Először az etruszok alkalmazták a városi utcák két oldalán a gyalogjárót, ezzel elkülönítve a gyalogos és fogatolt közlekedési sávokat. Talán nem is gondolnánk, de már ekkor is léteztek forgalmi előírások, Athénben az i.e. III. században alkalmaztak először közlekedési „rendőröket”; a forgalmat rabszolgák szabályozták.



7. ábra "Közösségi közlekedés"

A középkorban a városok kiterjedtsége, illetve a közlekedés nem sokat változott, csak a XVII. századtól mutatkozott igény a városi tömegközlekedés kialakítására, melyet ekkor még bérfuvarozó vállalkozások elégítettek ki.



8. ábra Budapesti lóvasút (1880 körül)

A városok első közösségi közlekedési eszköze az omnibusz volt. Az első párizsi omnibuszvonal 1662-ben nyílt meg, de hamarosan meg is szűnt és csak másfél évszázaddal később, az ipari forradalom idején nőtt meg a forgalmi igény. Párizsban 1819-ben, Londonban 1829-ben indultak el a rendszeres omnibuszjáratok.

A vasutak megjelenésével ez az állapot megszűnt, gyökeresen megváltozott a városok szerkezete. A régi városok kör alakban épültek, egyrészt a városhatár miatt, illetőleg mivel ez a leglogikusabb alakzat; hiszen így minden lakó azonos távolságból érhet el az értelemszerűen központi elhelyezésű szolgáltatásokat (pl. piac, ivókút). A vasút megjelenésével az új lakóházak, közösségi épületek a kivezető utak mellett, sugárirányban épültek. Lehetővé vált a munkahely és a lakóhely közötti távolság megnövelése, kialakultak a városi és az elővárosi vasutak, a tömegközlekedési igény kielégítésére. 1833 és 1838 között megépült a London és Greenwich közötti viadukton vezetett vasút (elővárosi vasútként). Később az alagútban vezetett (London, 1863), vagy a magasvasútként kiépített (New York, 1877) gyorsvasút. A közúti vasutakon (ma villamos) is megpróbálkoztak a gőzvontatással (Párizs, 1853; London, 1871), de ez a mód a városokban nem bizonyult megfelelőnek.

A villamosenergia termelése ipari célokra az 1860-as években indult el. A dinamó, illetve a villamos motor kifejlesztésével adott volt a lehetőség a villamos hajtás megindítására is. Az első villamos közúti motorkocsit 1881-ben, az első trolibuszt 1882-ben állították üzembe. Ezután a villamos üzem az egész világon gyorsan elterjedt. Magyarországon az első (kísérleti) vonal 1887. november 20-án nyílt meg Budapesten, a Nyugati pályaudvar és a Majakovszkij utca (mai Király utca) között. A budapesti villamasközlekedés idén ünnepli fennállásának 125. évét.



9. ábra A Nyugati pályaudvar a XIX. század végén

Az egyéni közlekedés térhódítása újabb fejlődési irányt indított el, amely komoly problémákat indukált a városi közlekedésben. A viszonylag szűk helyre települt nagyszámú lakosság közlekedési igényeinek kielégítése létrehozta a **közösségi közlekedés** tudományát.



10. ábra Az első budapesti földalatti vasút „Milleniumi Kisföldalatti” (átadva: 1896. május 2.)

4. A BKV története

Budapest életében - fekvéséből adódóan - mindig is központi szerep jutott a közlekedésnek. A Duna és a szárazföldi utak találkozási pontja már az ókorban fontos forgalmi csomópontot alkottak. A csónakos átkelés jelentősége a XIX. századig megmaradt, majd lassan háttérbe szorult a gőzhajózás térhódításának, illetve a Pest és Buda között létesített állandó hidaknak (Lánchíd: 1849, Margit-híd: 1876) köszönhetően.

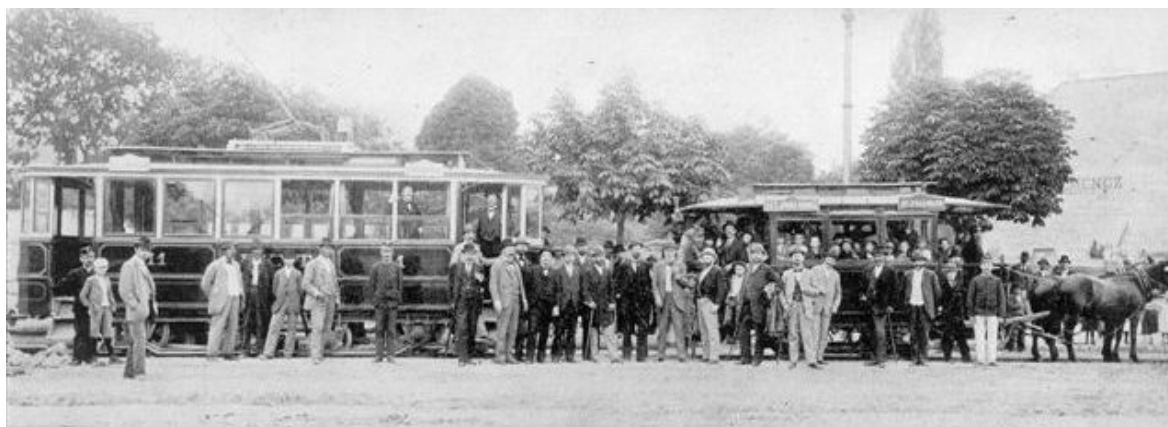


11. ábra Lóvasút Budapesten

volt az első, tömegszállítási igényeket is kielégíteni képes - a maga idejében korszerűnek tekinthető - közlekedési eszköz, mely viszonylag gyors és rendszeres közlekedésével közelebb hozta egymáshoz a kiterjedt város egyes részeit, ezáltal a következő években a városfejlődés fontos tényezőjévé vált.

Az elsőként Párizs utcáin megjelenő omnibusz (1662) később Európa több nagyvárosában is feltűnt, így 1832-ben Pesten is. A társaskocsik megindulását a budapesti közösségi közlekedés kezdetének tekintik. Három évtizeddel később azonban ennek a rendszernek is vetélytársa támadt: a lóvasút.

A lóvasút 1866-ban jelent meg a pesti utcákon. Az első vonal kiépítése a Széna tér és az "Újpesti indóház" között valósult meg. Ez a kötöttpályás közlekedés

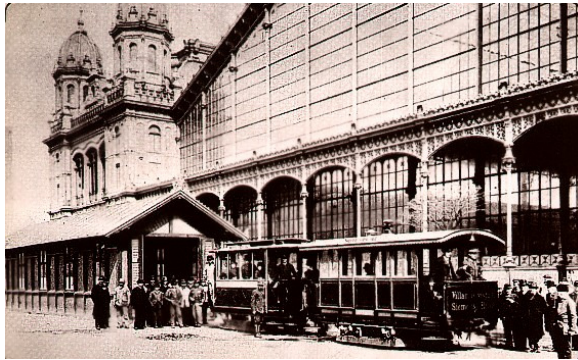


12. ábra Korabeli képen a villamos- és lóvasúti kocsik

1870-ben Budapestre látogatott az első európai fogaskerekű vasút tervezője, akinek elgondolása az volt, hogy az 1850-es években nyaralóhellyé átalakult Svábhegyet hegyi pálya által kösse össze a fővárossal. A fogaskerekű 1874. június 24-én indult első útjára, harmadikként Európában. A sikeres működés következtében a vonalat meghosszabbították, így 1890-ben megindulhatott a forgalom a Széchenyi-hegyig.

Az urbanizációval felmerült a környező települések városi közlekedésbe való becsatlakozásának igénye. Az első (gőzüzemű) helyiérdekű vasút 1887-ben indult el és a Közvágóhídtól Soroksárig vezetett.

A műszaki fejlődés új vívmányaként a XIX. század végén jelent meg a villamosvasút.



13. ábra Villamos a Nyugati pályaudvar előtt

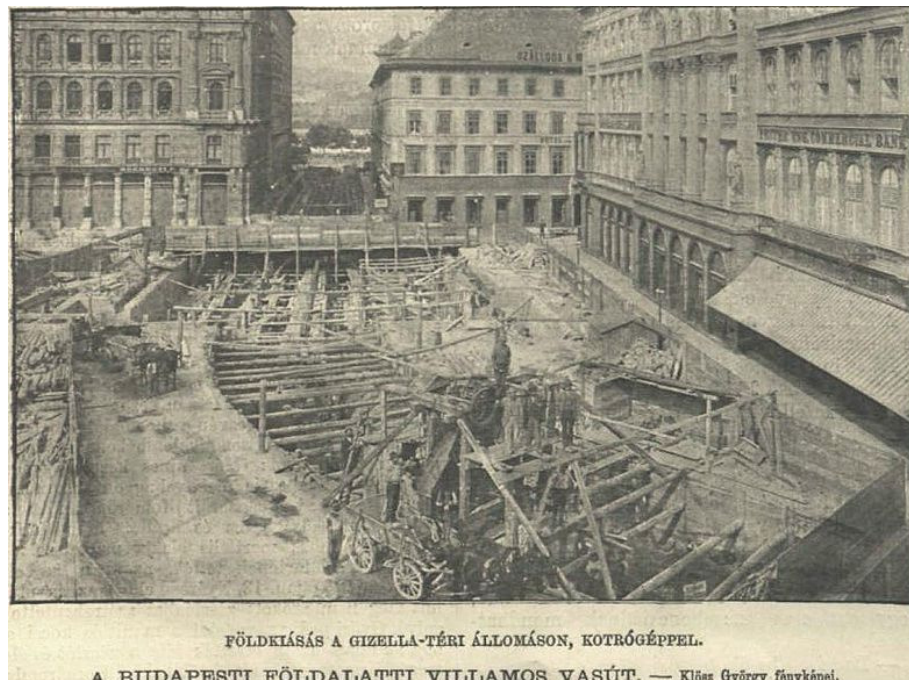
1887-ben indult a Nyugati pályaudvar elől a két kocsiból álló próbavasút és a Király utcáig tartó 1km hosszú, 1000mm nyomtávú, egyvágányú pályán közlekedett. 1889-ben helyezték üzembe az első normál nyomtávú (1435mm) pályát az Egyetem tér - Stáció utca (ma: Baross utca) - Köztemető út (Orczy tér) útvonalon. 1888-ban a Nagykörúti villamosvasút a Budapesti Városi Vasút (BVV) cégnevet vette fel.

A Sugárutat 1876. augusztus 20-án nyitották meg, amely a főváros világvárosi jellegét volt hivatott hangsúlyozni. Még be sem fejeződött az építés, amikor felmerült egy lóvasúti vonal létesítése. A város vezetése azonban úgy határozott, hogy az Andrássy úti vasút gondolatát mindenkorra el kell vetni. A földalatti vasút eszméje Balázs Mórtól származott, a terveket a Siemens & Halske cég közreműködésével dolgozta ki. A földalatti vasút építése mindössze 22 hónapot igényelt. 1896. május



14. ábra Siemens földalatti kocs

2-án megindult az európai kontinens első, villamos motorkocsikkal működő földalatti vasútja. Az Ezredévi Kiállítás megnyitása alkalmából Budapesten tartózkodó Ferencz József 1896. május 8-án meglátogatta a földalatti vasutat és a külön erre a célra elkészített 20-as pályaszámú, ún. "királyi kocsin" a Gizella téri végállomástól az Állatkertig utazott. Az uralkodó "legkegyelmesebben" megengedte, hogy a vasút róla „neveztessék el”. Így kapta a vasút a Ferenc József Földalatti Villamos Vasút Rt. cégnevet.



15. ábra Földkiásás a Gizella-téri állomáson



16. ábra Az első budapesti autóbusz

Az első autóbuszjárat 1915-ben indult meg Budapesten. A buszok az Aréna (Dózsa György) út Nagy János (Benczúr) utca sarkától az Andrásy úton át a Vilmos császár (Bajcsy-Zsilinszky) útig közlekedtek.

1922-ben megalakították a Budapest Székesfőváros Közlekedési Részvénytársaságot (BSZKRT). Ezzel elhárult az akadály az egységes budapesti közforgalmú közlekedés megteremtésének útjából. A BSZKRT az első és legjelentékenyebb közszégi vállalat lett, amelynek létszáma meghaladta a 10 000 főt. 1968-ban

megalakult a BKV, első vezérigazgatója Daczó József volt.

A budapesti közösségi közlekedés egyik legdinamikusabb szakasza indult meg az 1970-es évek elején, 1970-72-ben megtörtént a 2-es metró üzembe helyezése.

Óbuda, Buda és Pest egyesítésének százéves évfordulója alkalmából a főváros számos új, vagy felújított létesítménnyel gazdagodott. A legjelentősebbek az Andrásy úti földalatti vasút és a svábhegyi fogaskerekű vasút korszerűsítései voltak. A földalatti vonalának mai formája a centenáriumi idejére készült el.



17. ábra Metró 1, 2, 3 logó

A metróépítés tovább folytatódott, a metróhálózat előnye, hogy a 2-es és a 3-as vonalával érinti mindhárom nagy forgalmú vasúti pályaudvart és, hogy a három metróvonal találkozásánál kialakításra került a Deák Ferenc téri közlekedési csomópont.

A Fővárosi Önkormányzat közgyűlése 1996. január 1-jével a BKV-t gazdasági társasággá alakította, ezzel létrejött a BKV Rt. 2006. február 6-ától a Társaság új neve: Budapesti Közlekedési Zártkörűen Működő Részvénytársaság (BKV Zrt.) lett.

A BKV Zrt. folytatta a korábbi években megkezdett járműkorszerűsítési és járműbeszerzési programját, amelynek keretében már az esélyegyenlőség jegyében kialakított, a mozgáskorlátozott, illetve nehezebben mozgó idős- és kisgyermekes utasok igényeinek megfelelő járműveket szerez be.

A Társaság jelenleg 5 nagy ágazatot (autóbusz, villamos, metró, HÉV, trolibusz) működtet integrált rendszerben. Ezen túlmenően - az elsősorban idegenforgalmi jelentőségű - fogaskerekű vasutat, a siklót, a libegőt és a hajózást is fenntartja.

A BKV Zrt. saját és jogelődjei múltját két múzeum fenntartásával és nosztalgiajáratok üzemeltetésével is őrzi. A Társaság járatai évente mintegy **1,4 milliárd** utast szállítanak.



18. ábra Villamos, busz, trolibusz

5. A villamos helye a közösségi közlekedés rendszerében

A villamos (közúti villamos vasút) kötött pályán (sínen) haladó, elektromossággal működő közlekedési eszköz. A közúti vasutak körébe tartozik, akárcsak elődei, a lóvasút és a gőzvontatású városi vasút, melyeket a XX. század közepére szorított ki a forgalomból.



19. ábra Felújított nosztalgia-villamosok

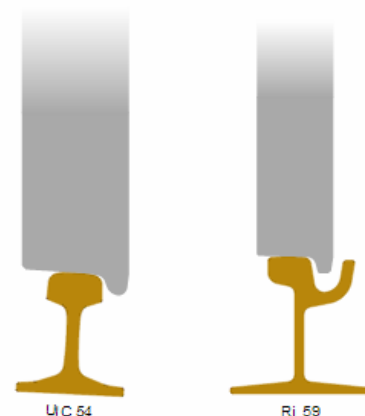
A városokon belüli közforgalmú közlekedés kialakulását a XIX. század közepétől számítjuk. Részint ekkorra alakultak ki az újkor virágzásával akkora területű és lakosságú városok, ahol erre reális igény mutatkozott, másfelől pedig ekkorra alakult ki az a technika, melynek segítségével műszakilag megvalósíthatóvá vált a helyváltoztatási igények kielégítése. Ebben az időben részben a lóvontatás, részben az országos vasúthálózatokon ismert gőzvontatás használata volt elérhető. Pest belvárosában a lóvasutak, míg a külső területeken a gőzhajtású közúti vasutak használata volt jellemző. Az első utcai gőzvontatású vasút New York-ban épült, 1832-ben, azonban nem volt túl sikeres. Mint arra korábban utaltam, az első lóvasút Pesten 1866-ban indult el, egészen pontosan 1866. július 30-án. Útvonala a Széna tértől (mai Kálvin tér) a Váci úton, Újpest-Városkapu végállomásig tartott, mely ma is a város egyik fő közlekedési gerince. Érdekes, hogy a hajdani újpesti lóvasúti állomásépület ma is áll (Bagolyvár), illetve az állomás 140 év elteltével is az Újpest-Városkapu nevet viseli.

Az igazán komoly áttörés 1879-ben következett be egy berlini kiállításon, ahol Werner Siemens bemutatta az első olyan villanyhajtású vasutat, amely az áramot nem magával cipelt akkumulátorból nyerte, hanem áramszedő segítségével, egy erre a célra épített vezetékből.

A „villamos” elnevezést a korábban meghonosodott városi, illetve utcai vasutaktól (pl. lóvasút) való megkülönböztetés hozta létre, arra utalva, hogy ez a közlekedési eszköz nem állati, vagy gőzhajtással üzemel, hanem elektromos, azaz „villamos” energia hajtja. Villamosnak nevezzük tehát mindazokat a közúti vasutakat, amelyek elektromos áram segítségével közlekednek, függetlenül a munkavezeték elhelyezkedésétől és a használt áramnemtől.

A következő években egyre több városban állították át a korábbi lóvasutakat villanyvontatásra. A villamosvasút gyorsabb, kényelmesebb és tisztább üzemet nyújtott, mint elődei, ezért a világon széleskörűen elterjedt.

Azonban a városi közúti vasútnak kezdetben sok nehézsége volt. A „gombafejű” Vignoles-sín profilt csak ott lehetett alkalmazni, ahol a villamosvasútnak külön pályát



20. ábra "Vignoles" és "Phoenix" sínprofil

építettek. Megfelelő új, bekövezhető pályát sokáig nem tudtak építeni. A ma is használt vályúsínt Burn találta fel 1860-ban, de ezt a profilt csak 1877-ben sikerült hengerléssel előállítani.

Volt a villamos vasutaknak egy másik problémája is: városesztétikai okokból először nem engedték meg a városok belterületén a felsővezeték építését. Ezért 1924-ig bonyolult és bizonytalan üzemű alsó vezetéket kellett használni, amelyet a sín alatti csatornában vezettek.

A munkavezeték elhelyezésére több megoldás is létezett. A ma használatos és emiatt egyeduralkodónak számító felsővezeték helyett, az alul (a sínek mellett, vagy azok alatt) vezetett áramvezetékét részesítették előnyben. Ez ugyan látványában szebben hatott, mint az egész várost behálózó „drótrengeteg”, azonban a megvalósítás számos technikai akadályt vetett fel. A városi gyorsvasutakon (budapesti metró, vagy a német S-Bahn hálózat) használatos „harmadik sín” rendszere a városi utcákon nem valósulhatott meg, hiszen emiatt a villamost falakkal kellett volna elkeríteni – ami még nagyobb városképi rombolást jelentett volna, mint a felsővezeték-rengeteg. Ezért olyan rendszert alkalmaztak, ahol a munkavezeték a felszín alá került (egy csatornába). Az áramszedő a sín mellett, egy szűk nyíláson ért le oda és így nyert elektromos áramot a jármű. Ez a megoldás még tiszta időben is okozhatott problémát (pl. elágazásoknál), ezenfelül esőben, vagy hóban a csatorna beázott, az áramvezeték és a sín között rövidzárlat keletkezhetett, így nem volt biztonságosnak tekinthető az üzem. Végül ezt a rendszert a XX. század elején teljesen felszámolták.



21. ábra 436-os L-típusú motorkocsi

közlekedtek, a miskolci és a pesti villamosok már normál nyomtávúak voltak (1435mm). Ezt követően jelentek meg a villamosok Sopronban (1900), Nyíregyházán (1905), Nagyváradon (1906), Szegeden (1908), Debrecenben (1911), Kassán (1913) és Pécsen (1913). (A sopronit viszonylag hamar, 1923-ban fel is számolták.)

Az első világháború kitöréséig a különböző országok közötti vasútjai szinte azonos eszközökkel, azonos fejlődési utat jártak be. A villamoskocsik eleinte a lóvasúti járművekre emlékeztettek. A sebesség először igen alacsony volt (Budapesten 10km/h). A kocsik egy idő után zárt kocsiszekrényvel készültek - a kocsi vázával egyetemben - általában fából. Az első járművek még kéttengelyűek (azaz négykerekűek) voltak.

Az első pesti villamos közúti vasút nem egy korábbi lóvasúti vonal villamosításából született, hanem a Siemens & Halske cég a Nagykörúton, a Nyugati pályaudvar és a mai Király utca között kiépített új vonalából. A főváros első villamosvonala 1887. november 28-án, az első budai villamosvonal 1896-ban indult.

A mai Magyarország városai közül Miskolcon jelent meg másodikként a villamos, 1897. július 10-én indult első útjára. Még ugyanebben az évben Szombathelyen is megindult a villamosközlekedés. Míg a pozsonyi és szombathelyi villamosok keskeny nyomtávon



22. ábra Combino és UV villamos



23. ábra Százéves villamos időszakosan kiállítva Budapesten

következtében előbb a nagyobb városokban, majd a közepes méretűekben is elkezdtek a villamos helyett alternatív megoldásokat keresni. Mivel a nagyforgalmú vonalakat a metró váltotta fel, a kisforgalmú vonalakon pedig az elavult technika miatt inkább az ekkor dinamikus fejlődő autóbuszokat használták, a villamosvonalak tömeges bezárása volt prognosztizálható. Ennek eredményeként sok városban teljesen megszűnt a villamusközlekedés, máshol pedig jelentősen (felére-harmadára) esett vissza a hálózatok hossza. Több magyar városban is felszámolták a villamusközlekedést; Nyíregyházán 1969-ben, Szombathelyen 1974-ben, Pécsen 1960-ban szűnt meg a villamos. Debrecenben fokozatosan építették le a 7 vonalból álló hálózatot, mára csupán az 1-es számú fővonal maradt meg.

Budapesten sem volt különbség a helyzet: részben a világháború után, részben a metróépítések nyomán, több szakaszon is megszűnt a villamusközlekedés, köztük a legfontosabb Váci úti, Rákóczi úti és Üllői úti vonalakon.

A járműtechnika folyamatos fejlődésével a vonalkijelölés is megújult. Közútba épített új pályával már nemigen találkozunk, a villamosok egyre inkább akadálymentes, zárt pályán haladnak. A belvárosok alatt a villamosok is egyre több helyen kaptak alagutat (Budapest is), máshol a sétálóutcákat hódították meg (pl. Amszterdam, Graz, Kassa, itthon pedig Debrecen és Miskolc).

Mára eljutottunk oda, hogy egyre elterjedtebb a füvesített pálya, amely már a környezetvédők kívánalmait is kielégíti, ezenfelül a tekintetnek is kellemes és a villamospályának egyfajta park-jelleget kölcsönöz.

A fejlődés nyomán sok város épített új villamosvonalakat és tucat számra vették fel a villamosüzemet olyan városok, ahol a '60-as években ezt megszüntették. Ezenfelül a közúti vasutat korábban sohasem – vagy legfeljebb a lóvontatás korában – ismerő városok fogtak villamoshálózat kiépítésébe. Az utasszám mindenhol emelkedni kezdett, így a harmadik évezred elejére a villamos megújulása a közúti vasút reneszánszát hozta el.

A villamos egyre inkább elterjedt és a XX. század első évtizedének végére szinte az összes európai nagyváros útjait behálózták a vágányok. A kéttengelyes motorkocsik mögé az egyre növekvő forgalom kiszolgálására egyre többször kötöttek egy, majd kettő pótkocsit is. A járművek formája ekkoriban szinte pontos téglatest volt.

A második világháborút követő gazdasági fellendülés hatására szinte minden európai nagyvárosban megnövekedett az utazási igény. Ezt a hagyományos villamusközlekedés már nem, vagy csak nagyon nehezen tudta kiszolgálni. Ennek



24. ábra Harmadik generációs Tatra T3, Prágában

6. A nemzetközi helyzet bemutatása

A milliós nagyvárosok szerte a világon szembesültek a növekedő utasforgalom problémájával. Emiatt szükségessé vált a gyorsvasutak kiépítése, mely történhetett a térszínen, vagy az útfelszíntől függetlenül, a föld alatt. Előbbire példa a villamos gyorsvasút, míg utóbbit Magyarországon a metróként ismerhetjük.

Külföldön azonban ez a két fogalom nem vált el ilyen élesen egymástól. Nyugat-Európában (elsősorban Németországban) a közepes méretű városok nem engedhették meg maguknak a mélyvezetésű „nagymetrók” építését, ettől függetlenül egyrészt gyorsítani szerették volna a közlekedést, másrészt a vágányok helyét – legalább a belvárosokban – át akarták adni a dinamikus fejlődő felszíni közlekedés számára.

A villamosvonalakat a belvárosban a felszín alá vitték, megújították a sok helyütt 60-70 éves technikájú járműparkot is. A korábbi villamosok helyét a többcsuklós („multicsuklós”, a későbbiekben ismertetésre kerül) szerelvények vették át, melyekben a hajtott tengelyek aránya sokkal kedvezőbb volt, mint a hagyományos motor- és pótkocsikra alapuló rendszerekben.

Így alakult ki a „Stadtbahn” (más néven LRT – Light Rail Transit), magyarul *könnyűmetró*, ami egy olyan – a villamoshálózat alapjaira épülő – közlekedési rendszer, mely megpróbálja a haladási sebességet és az utazási komfortot növelni olyan hálózatokon is, ahol nem volt lehetőség (pénz) „nagymetrót” építeni. A rendszer kapacitása nem érte el a mélyvezetésű metrók teljesítményét, ellenben alacsonyabb beruházási költsége és rugalmassága folytán (pl. meglévő villamosvonalak bekapcsolása a hálózatba) lehetséges alternatívaként szolgáltak a közösségi közlekedésben. Alkalmazták Kölnben, Hannoverben és Stuttgartban is. Azokban a városokban, ahol az utasszám magasabb volt, ez a rendszer nem



26. ábra A hannoveri villamos egy földalatti állomáson, Németországban



25. ábra A kölni városi vasút: egyszerre villamos, metró és „HÉV” is

A rendszer kapacitása nem érte el a mélyvezetésű metrók teljesítményét, ellenben alacsonyabb beruházási költsége és rugalmassága folytán (pl. meglévő villamosvonalak bekapcsolása a hálózatba) lehetséges alternatívaként szolgáltak a közösségi közlekedésben. Alkalmazták Kölnben, Hannoverben és Stuttgartban is. Azokban a városokban, ahol az utasszám magasabb volt, ez a rendszer nem volt működőképes, így a villamosközlekedés egészen a '90-es évekig visszaszorult.

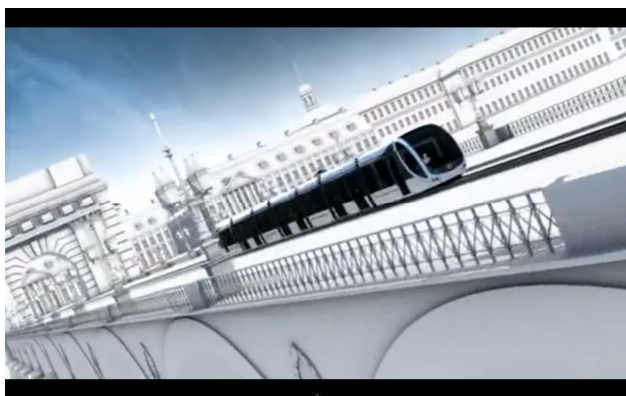
Ha hálózati szemléletben gondolkodunk, mindenképp érdemes megemlíteni a külföldön alkalmazott – hazánkban sajnos lényegében ismeretlen – kétáramnemű villamosok rendszerét. Az ún. *RegioTram* villamosvasutat Karlsruhéban vezették be, lényege, hogy a villamos nem csak odaszállítja az utasokat a pályaudvarhoz, hanem rá is megy a vasúti vágányokra és ott folytatja útját.

(Ezt az azonos, 1435mm-es nyomtáv meg is engedi.) A rendszer kialakításának rengeteg műszaki feltétele van: a kocsik villamosberendezései kétáramneműek, tehát alkalmasak mind a villamosvasút alacsonyabb feszültségű egyenáramának, mind a nagyvasút nagyfeszültségű váltóáramának felvételére.

A '90-es évekre az egyéni közlekedés oly mértékben megnőtt, hogy a városvezetők belátták: csupán a közutak fejlesztésével, plusz gépkocsi sávok kialakításával és még szélesebb körgyűrűk megépítésével nem lehetséges a forgalmi igényeket kielégíteni. Ezzel párhuzamosan a villamosfejlesztés ismét teret nyert, megjelentek a minden korábbinál hosszabb - akár 30-40 méter hosszú - átjárható szerelvények, miközben a padló szint is egyre lejjebb került. A Bécsben és Nagyváradon futó ultraalacsony-padlós (ULF – Ultra Low Floor) villamosok beszállító-magassága 190mm. Mivel így a járműveket a mozgáskorlátozottak és az idősek is tudják használni, illetve ennek következtében az egészséges utasok is sokkal hamarabb tudnak le –és felszállni, a villamosok megállóban való tartózkodási ideje csökkent, ezáltal a menetidő rövidebb lett.

Az újabb villamosok természetesen kényelmesebbek, fűtéssel és légkondicionált belső térrel rendelkeznek, így a közúti vasút (ismét) alkalmassá vált arra, hogy az egyéni közlekedéssel szemben alternatívát mutasson fel.

Németországban például a villamosközlekedés szabályozása a hazainál rugalmasabb. A sebességhatárokat a helyi adottságokhoz igazítják, közútba épített pályán általában 50km/h, zárt pályán akár 80km/h sebességgel haladó szerelvényt is találkozhatunk. (Magyarországon a maximális megengedett sebesség 50km/h, ezzel a következő fejezet foglalkozik.)



28. ábra Alstom felsővezeték nélküli villamos Bordeaux városában

érzékelő segítségével, mindig csak azon a szakaszon ad le áramot, ahol éppen a villamos halad, így nem szükséges a pálya elkerítése.

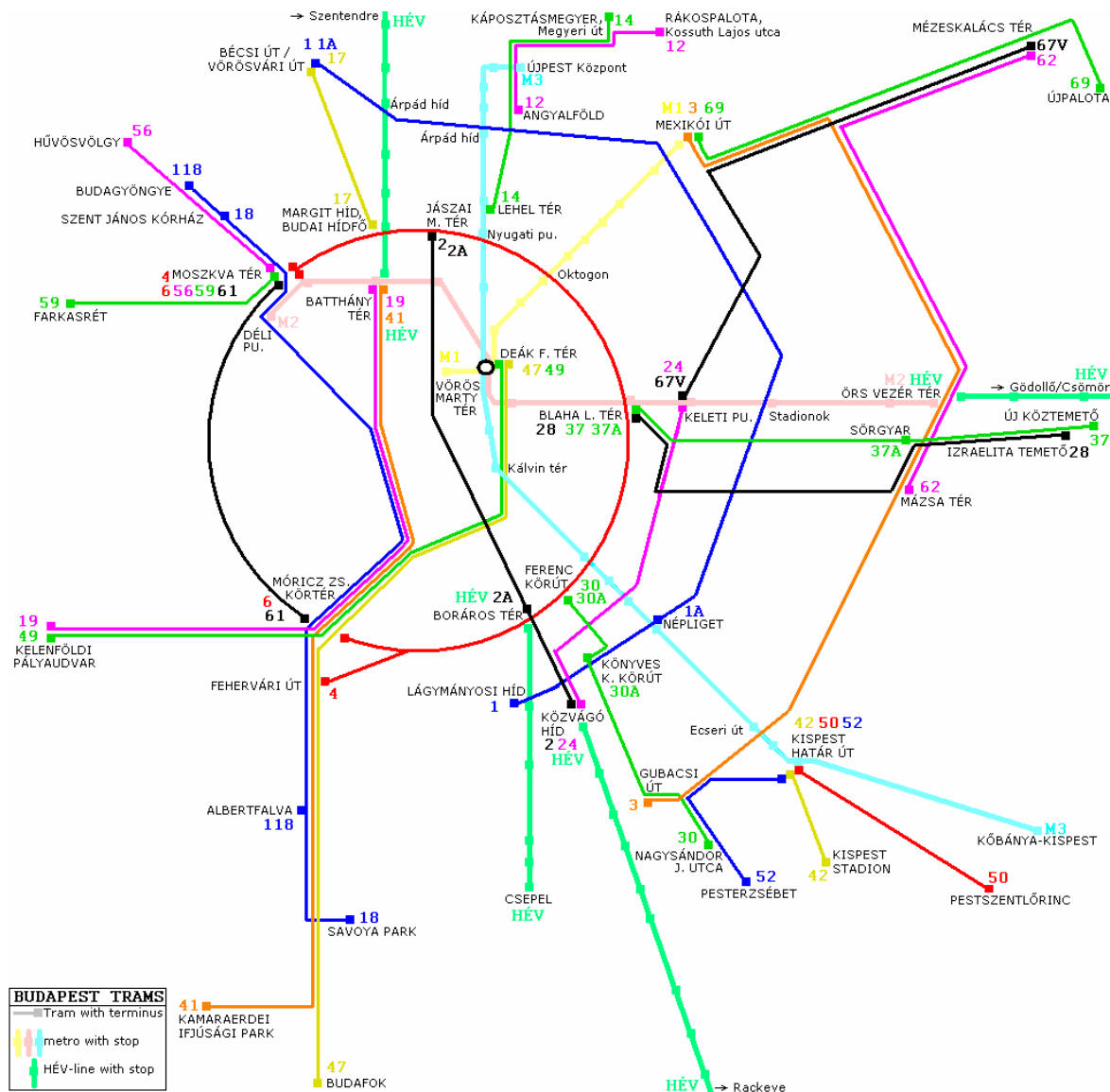


27. ábra Vonat-villamos Heilbronn belvárosában, majd a nagyvasúti pályán

A technika fejlődésével ismét feltűnt az igény a felsővezetékek városképből való kitiltására. Az akkumulátorok használata villamosok esetén nem volt célravezető (kisebb energiaigényű járművek, pl. trolibuszok esetén alkalmazható). Az Alstom a Bordeaux városában újonnan épített villamos szakaszon visszatér a „rég” technikához: alsóvezeték alkalmaznak, az áramvezető sín a vágány közepén foglal helyet. A korábban problémát okozó áramütés veszélyét úgy küszöbölték ki, hogy a munkavezeték egy speciális

7. Villamosvonalak a fővárosban

Budapest közlekedési vállalata mintegy **600db** villamos szerelvénnel rendelkezik, melyeket 25 viszonylaton közlekedtet.



29. ábra Budapest villamoshálózata

Hazánkban a villamosok 600 V feszültségű egyenárammal üzemelnek. Alkalmazott nyomtáv: **1435mm** (normál nyomtáv).

A villamos KRESZ szerinti besorolása: *gépjárműnek nem minősülő motoros jármű*, KRESZ szerinti meghatározása: *olyan jármű, amely az úttestbe épített, vasúti pályaként meg nem jelölt sínpályán való közlekedésre szolgál*. A jármű megengedett legnagyobb sebessége: **50 km/h**.

Villamos járművek állományi jellemzői

tipus	ferőhely (4fő/m ²)	ferőhely (5fő/m ²)	állományi járműszám	forgalmi járműszám
1300 Ipari csuklós	180	203	39	96
1400 Ipari csuklós	180	198	82	
KCSV 7	175	192	30	
T5C5	95	100	240	277
T5C5K	95	100	80	
TW 6000	155	176	76	65
Combino	350	352	40	36
Összesen:			587	474
UV motor	75	101	4	0
UV pót	60	81	2	0
Mindösszesen:			593	474

Villamos viszonylatok menetrendi adatai

Vonal	Végállomások	Vonal-hossz (km)	Átlagos menet-idő (perc)	Hétköznapokon										Hétvégén és ünnepnapokon														
				Üzemidő / 1.		Üzemidő / 2.		Szezon, nap-típus	Jármű		Követési idő				Me-net-szám	Üz.idő, szo.		Üz.idő, v.+ü.		Szezon, nap-típus	Jármű		Követési idő				Me-net-szám	
				Első jármű indul	Utolsó jármű indul	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Típus	Ki-adás (db)	Reggeli csúcs-óra	Napközben	Délutáni csúcs-óra	Késő este		Első jármű indul	Utolsó jármű indul	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Típus	Ki-adás (db)	Haj-nal	Dél-előtti mért.-adó	Délutáni mért.-adó	Késő este		
1	Bécsi út Lágymányosi híd, pesti hídő H	13,4 13,3	41 41	4:22 4:07	23:26 23:05			TAN SZÜN ÉVV	T3 T3 T3	16 13 10	6 7,5 6,67	6 6 6	7 8,57 6,67	10 10 10	324 301 326					SZO V+Ü								
1	Bécsi út Lágymányosi híd, pesti hídő H	13,4 13,3	41 41	- -	- -			TAN SZÜN ÉVV								4:22 4:07	23:26 23:05	4:22 4:07	23:26 23:05	SZO V+Ü	COMBI COMBI	10 10	10 10	10 10	10 10	247 245		
1A	Bécsi út Népliget M	11,0 11,0	34 34	5:25 4:14	8:31 8:31	13:28 14:11	18:01 18:00	TAN SZÜN ÉVV	T3 T3 T3	13 11 0	6 7,5		7 8,57		135 112 0	Népligettől hétvégén csónakametek Bécsi út felé 4:14-tól												
2	Jászai Mari tér Vágóhid H	5,9 6,0	22 22	4:55 4:30	23:51 23:31			TAN SZÜN	KCSV KCSV	12 13	4,25 3,75	5 5	3 3,75	10 10	434 410	4:55 4:30	23:51 23:31	4:55 4:30	23:51 23:31	SZO V+Ü	KCSV KCSV	7 7	10 20	7,5 7,5	7,5 7,5	10 10	269 257	
2A	Jászai Mari tér Boráros tér H	4,3 4,3	17 17	5:45 5:27	9:00 8:41			TAN SZÜN	KCSV	7	6				52	- -	- -	- -	- -	SZO V+Ü								
3	Gubacsi út Mexikói út M	13,5 13,4	55 53	4:40 4:36	23:00 22:55			TAN SZÜN	TW6 TW6	20 20	6 7,5	10 10	7,5 7,5	20 20	236 227	4:40 4:36	23:00 22:55	4:40 4:36	23:00 22:55	SZO V+Ü	TW6 TW6	12 12	20 20	7,5 10	10 10	20 20	224 187	
4	Moszkva tér M Fehérvári út	8,5 8,6	31 33	4:40 4:34	23:16 22:36			TAN SZÜN ÉVV	Combi Combi Combi	17 14 10	4,29 5,45 7,5	5,45 5,45 5,45	4,22 4,75 5,45	10 10 10	399 369 339	4:40 4:34	23:16 22:36	4:40 4:34	23:16 22:36	SZO V+Ü	Combi Combi	10 8	10 20	7,5 10	10 7,5	10 10	241 222	
6	Moszkva tér M Móricz Zsigmond körtér	8,5 8,6	30 32	4:28 4:28	0:31 0:32			TAN SZÜN ÉVV	Combi Combi Combi	17 14 10	4,29 5,45 7,5	5,45 5,45 5,45	4,22 4,75 5,45	10 10 10	419 389 359	4:28 4:28	0:31 0:32	4:28 4:28	0:31 0:32	SZO V+Ü	Combi Combi	10 8	10 20	7,5 10	10 7,5	10 10	261 242	
12	Rákospalota, Kossuth utca Angyalhíd kocsiszín	4,9 4,6	18 19	4:54 4:40	23:49 23:20			TAN SZÜN	T2 T2	3 3	15 15	15 15	15 15	20 20	147 147	4:54 4:40	23:49 23:20	4:54 4:40	23:49 23:20	SZO V+Ü	T2 T2	3 3	20 20	15 15	20 20	20 20	129 115	
14	Káposztásmegyer, Megyeri út Lehel tér M	11,0 10,9	36 36	4:19 5:05	23:09 23:35			TAN SZÜN ÉVV	T3 T3 T3	17 14 11	4,8 6 7,5	7,5 7,5 7,5	6 7 7,5	10 10 10	304 282 271	- - -	- - -	- - -	- - -	SZO V+Ü								
14	Káposztásmegyer, Megyeri út Lehel tér M	11,0 10,9	36 36	- -	- -			TAN SZÜN ÉVV								4:19 5:05	23:09 23:35	4:19 5:05	23:09 23:35	SZO V+Ü	T2 T2	12 9	10 20	7,5 10	10 10	10 10	244 215	
17	Bécsi út (Vörösvári út) Margit híd H	3,9 4,0	16 16	5:00 5:15	22:44 23:00			TAN SZÜN	ICS ICS	5 5	10 10	10 10	10 10	20 20	190 190	5:00 5:15	22:44 23:00	5:00 5:15	22:44 23:00	SZO V+Ü	ICS ICS	4 4	20 20	10 10	10 10	20 20	178 174	
18	Moszkva tér Savoya Park	9,4 9,5	37 37	4:49 5:40	22:49 23:20			TAN SZÜN	T2 T2	12 12	6,67 7,5	10 10	7,5 10	20 20	221 204	4:49 5:40	22:49 23:20	4:49 5:40	22:49 23:20	SZO V+Ü	T2 T2	10 7	20 20	10 15	15 20	20 20	161 135	

Vonal	Végállomások	Vonal-hossz (km)	Átlagos menet-idő (perc)	Hétköznapokon										Hétvégén és ünnepnapokon													
				Üzemidő / 1.		Üzemidő / 2.		Szezon, nap-típus	Jármű		Követési idő				Me-net-szám	Üz.idő, szo.		Üz.idő, v.+ü.		Szezon, nap-típus	Jármű		Követési idő				Me-net-szám
				Első jármű indul	Utolsó jármű indul	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Típus	Ki-adás (db)	Reggeli csúcs-óra	Nap-köz-ben	Dél-utáni csúcs-óra	Késő este		Első jármű indul	Utolsó jármű indul	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Típus	Ki-adás (db)	Haj-nal	Dél-előtti mért.-adó	Dél-utáni mért.-adó	Késő este	
19	Kelenföldi pu. Baththyány tér M+H	6,1 6,0	21 21	4:20 4:40	23:10 23:38			TAN SZÜN	ICS ICS	4 4	15 15	15 15	15 15	20 20	146 146	4:20 4:40	23:10 23:38	4:20 4:40	23:10 23:38	SZO V+Ü	ICS ICS	4 4	20 20	15 15	15 15	20 20	142 142
21	Mester utca (Ferenc körút) Nagysándor J. u.	6,6 8,0	27 33	5:15 4:40	21:01 21:00			TAN SZÜN	KCSV KCSV	7 6	10 12	15 15	10 12		148 139	6:30 6:13	21:01 21:00	7:30 7:13	21:01 21:00	SZO V+Ü	KCSV KCSV	5 5		15 15	15 15		119 111
21A	Mester utca (Ferenc körút) Koppány utca	2,5 2,3	10 10	21:21 21:33	23:21 22:53			TAN SZÜN	KCSV KCSV	0 0				20 20	12 12	5:17 4:50	6:17 6:30	21:21 21:33	23:21 22:53	SZO V+Ü	KCSV KCSV	0 0	20 20			20 20	22 28
24	Keleti pályaudvar (Festetics Gy. utca) M Vágóhid H	5,0 5,1	21 21	4:31 4:31	23:23 23:11			TAN SZÜN ÉVV	ICS ICS ICS	12 9 5	4,5 6 7,5	7,5 7,5 7,5	6 6 7,5	10 10 10	313 298 274	4:31 4:31	23:23 23:11	4:31 4:31	23:23 23:11	SZO V+Ü	KCSV KCSV	7 5	10 20	7,5 10	10 10	10 10	245 214
28	Blaha Lujza tér (Népszínház utca) M Új köztemető (Kozma utca)	10,1 10,2	38 38	4:47 4:48	23:07 23:08			TAN SZÜN	T2 T2	8 6	12 15	10 10	15 15	20 20	170 165	4:47 4:48	23:07 23:08	4:47 4:48	23:07 23:08	SZO V+Ü	T2 T2	8 8	20 20	10 10	10 10	20 20	187 187
37	Blaha Lujza tér (Népszínház utca) M Izraelita temető	9,8 9,9	35 35	4:57 4:53	8:04 8:43	13:04 13:13	18:49 19:28	TAN SZÜN	T2 T2	8 6	12 15		15 15		85 79	- -	- -	- -	- -	SZO V+Ü							
37A	Blaha Lujza tér (Népszínház utca) M Sörgár	5,8 5,8	22 22	8:19 9:18	12:49 13:18	19:00 20:02	23:17 23:11	TAN SZÜN	T2 T2	0 0		15 15		20 20	64 64	4:57 5:10	23:17 23:11	4:57 5:10	23:17 23:11	SZO V+Ü	T2 T2	4 4	20 20	15 15	15 15	20 20	141 141
41	Baththyány tér M+H Kamaraerdei Ifjúsági Park	13,3 13,3	40 40	4:37 4:33	23:17 22:30			TAN SZÜN	ICS ICS	7 6	15 15	15 15	15 15	20 20	144 144	4:37 4:33	23:17 22:30	4:37 4:33	23:17 22:30	SZO V+Ü	ICS ICS	7 7	20 20	15 15	15 15	20 20	142 142
42	Határ út M Tulipán utca	2,7 2,8	10 10	4:23 4:37	23:23 23:48			TAN SZÜN	TW6 TW6	3 3	10 12	15 15	10 12	20 20	178 164	4:23 4:47	23:23 23:48	4:23 4:47	23:23 23:48	SZO V+Ü	TW6 TW6	2 2	20 20	15 15	15 15	20 20	142 142
47	Budafoke, Városház tér Deák Ferenc tér M	8,7 8,9	35 35	4:30 4:45	23:08 23:26			TAN SZÜN	ICS ICS	20 16	4 5	6 6	4,5 6	20 20	352 319	4:30 4:45	23:08 23:26	4:30 4:45	23:08 23:26	SZO V+Ü	ICS ICS	8 6	20 20	10 15	15 15	20 20	167 141
49	Etelei tér, Kelenföldi pályaudvar Deák Ferenc tér M	5,3 5,2	23 23	4:15 4:40	22:50 23:36			TAN SZÜN	ICS ICS	14 11	4 5	6 6	4,5 6	20 20	366 332	4:15 4:40	22:50 23:36	4:15 4:40	22:50 23:36	SZO V+Ü	ICS ICS	6 4	20 20	10 15	15 15	20 20	170 144
50	Határ út M Pestszentlőrinc, Béke tér	7,9 7,9	26 27	4:33 5:10	23:33 0:10			TAN SZÜN ÉVV	TW6 TW6 TW6	19 15 11	3,33 4,29 6	6 6 6	3,33 4,29 6	10 10 10	442 404 354	4:33 5:10	23:33 0:10	4:33 5:10	23:33 0:10	SZO V+Ü	TW6 TW6	13 9	10 10	5 7,5	7,5 10	10 10	342 282
52	Határ út M Pesterzsébet, Pacsirtatelep	6,9 6,8	25 26	4:13 4:42	23:13 23:43			TAN SZÜN	TW6 TW6	6 5	10 12	15 15	10 12	20 20	174 166	4:13 4:42	23:13 23:43	4:13 4:42	23:13 23:43	SZO V+Ü	TW6 TW6	4 4	20 20	15 15	15 15	20 20	144 142

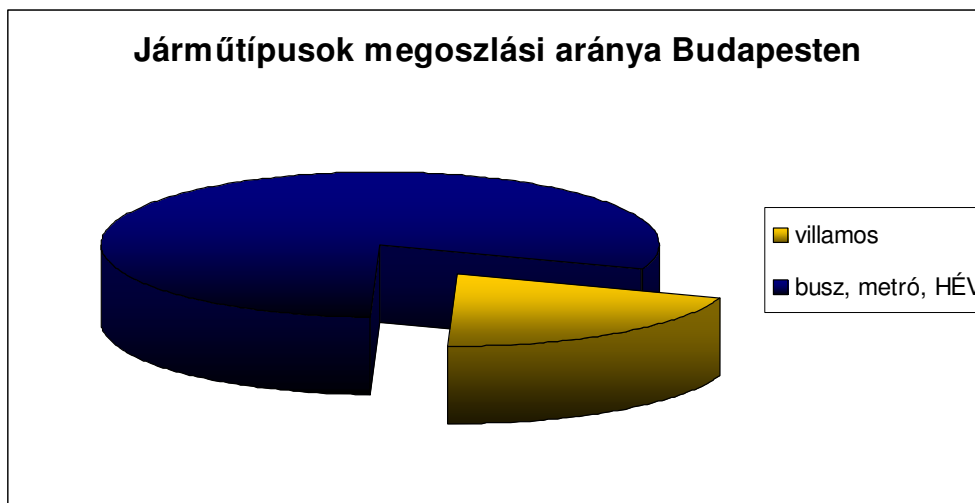
Vonal	Végállomások	Vonalhossz (km)	Átlagos menet-idő (perc)	Hétköznapokon										Hétvégén és ünnepnapokon															
				Uzemidő / 1.		Uzemidő / 2.		Szezon, nap-típus	Jármű				Követési idő	Menet-szám	Uz idő, szo.		Uz idő, v.+u.		Szezon, nap-típus	Jármű		Követési idő	Menet-szám						
				Első jármű indul	Utolsó jármű indul	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Típus	Ki-adás (db)	Reggeli csúcs-óra	Napközben			Dél-utáni csúcs-óra	Késő este	Első jármű indul	Utolsó jármű indul		Első jármű indul	Utolsó jármű indul			Típus	Ki-adás (db)	Haj-nal	Dél-előtti mért.-adó	Dél-utáni mért.-adó	Késő este
59	Szent János Kórház Farkasrét, Márton Áron tér	5,4 5,5	23	4:35 4:58	20:55 20:48			TAN SZÜN	T2 T2	7 6	7,5 10	10 10	7,5 10		221 191	7:25 7:18	20:55 20:44	7:25 7:18	20:55 20:44	SZO V+Ü	T2 T2	5 5		12 12	12 12		136 135		
59A	Moszkva tér M Farkasrét, Márton Áron tér M	4,1 4,3	18 19	21:19 20:58	23:44 0:04			TAN SZÜN	T2 T2	0 0				20 20	19 19	4:39 4:58	7:19 6:58	21:19 20:56	23:44 0:04	SZO V+Ü	T2 T2	0 0	20 20			20 20	36 35		
60 Fogas	Városmajor Széchenyi-hegy, Gyermekvasút	3,7	17	5:00	23:10			TAN	SGP	3	20	20	20	30	108	5:00	23:10	5:00	23:10	SZO	SGP	3	30	15	15	30	126		
		3,7	14	5:20	23:30			SZÜN	SGP	3	20	20	20	30	108	5:20	23:30	5:20	23:30	V+Ü	SGP	3	30	15	15	30	126		
								TAN								5:00	23:10	5:00	23:10	SZO	SGP	5	30	12	12	30	146		
	Nyári időnyomtatrend							SZÜN								5:20	23:30	5:20	23:30	V+Ü	SGP	5	30	12	12	30	146		
61	Hűvösvölgy Móricz Zsigmond körtér	11,2	34	4:56	23:13			TAN	T2	25	2,85	5	3,75	10	437	4:56	23:13	4:56	23:13	SZO	T2	16	10	5	7,5	10	327		
		11,2	33	4:43	23:16			SZÜN	T2	20	3,75	5	4	10	423	4:43	23:16	4:43	23:16	V+Ü	T2	11	10	7,5	7,5	10	275		
62	Rákospalota, MÁV-telep Blaha Lujza tér (Népszínház utca) M	14,1 14,2	52 53	4:40 5:37	7:48 7:59	13:00 13:45	18:00 18:30	TAN SZÜN	TW6 TW6	17 14	12 15	15 15		68 63	- -	- -	- -	- -	SZO V+Ü										
62A	Rákospalota, MÁV-telep Kőbánya alsó vasútállomás (Máza tér)	9,6	36	6:06	21:41			TAN	TW6	0	12	10	15		166	-	-	-	-	SZO									
		9,7	37	4:30	21:30			SZÜN	TW6	0	15	10	15		156	-	-	-	-	V+Ü									
69	Újpalota, Erdőkertő út Mexikói út M	6,4	23	4:40	23:20			TAN	TW6	9	6	10	7,5	20	232	4:40	23:20	4:40	23:20	SZO	TW6	6	20	10	15	20	174		
		6,5	23	5:06	23:48			SZÜN	TW6	8	7,5	10	7,5	20	221	5:06	23:48	5:06	23:48	V+Ü	TW6	4	20	15	15	20	138		

30. ábra Villamos viszonylatok menetrendi adatai

7.1. Hálózatok típusai:

- Kis –és közepes hálózatok: Európa városainak nagy részében néhány (1-5) vonalból álló, kis hálózatokkal találkozunk. Nyugaton sok esetben ezek frissen kiépített hálózatok, 2-3 viszonylatból álló üzemmel. Keleten viszont ez az európai mércével mérve kisebb városok jellemzője. A legkisebb város, ahol közúti vasúttal találkozhatunk, a 13 ezres lakosságú Gmunden (Ausztria). Magyarországon a villamossal rendelkező városok közül Szeged, Debrecen és Miskolc sorolhatók ebbe a kategóriába. Ezekben a városokban a villamos a közösségi közlekedés legfőbb teherviselője.
- Nagy hálózatok: azokban a nagyvárosokban, melyeknek lakossága legalább 1 millió fő, a legnagyobb terheltségű utakon városi gyorsvasutak (metró, S-Bahn, U-Bahn) épültek. A közepes terheltségű útvonalakon azonban megmaradtak a régi villamosvonalak, sőt, sok esetben újak is létesültek. Ezekben a városokban nem meglepő a tucatnyi vonal sem. A villamosok részben önállóan viszik a városi utasokat céljukhoz, de nagy jelentőségű ráhordó funkciót is betöltenek: utasok ezreit szállítják a metróhoz, vagy egyéb városi gyorsvasúthoz (a fővárosban pl. a csepeli és szentendrei HÉV-hez stb.). Ilyen rendszer üzemel Budapesten is, sőt, itt működik a világ legnagyobb forgalmú villamosvonala, a Nagykerúton haladó 4-es, 6-os viszonylat. A Combino Supra típusú szerelvény mérete: **53m**, amely óránként 27 indulással, irányonként akár **10500 utast** is elszállít.
- Ráhordó hálózatok: a nagyvárosi agglomeráció, illetve a külső kerületek méretének növekedésével újabb igények jelentkeztek a közösségi közlekedésben. Ezeket a területeket (pl. alacsony népsűrűségű, családi házas beépítettségű városrész) metróval gazdaságosan ellátni nem lehetséges. Ellenben a személyautók száma már nagyobb annál, mint amennyit a metróállomásokhoz vezető utak, illetve az állomásokhoz tartozó P+R parkolók be tudnak fogadni. Így ezen városok egy részén olyan új villamosvonalak építésébe kezdtek, melyeknek fő (sok esetben egyetlen) funkciója az adott terület lakóinak elszállítása a közeli metróállomáshoz. A vonalak sokszor csak a metrómegálló és az adott városrész központja között közlekednek, de akadnak 2-3 metróállomást összekötő vonalak is.

Budapesten az öt közforgalmú ágazat (autóbusz, villamos, metró, trolibusz, HÉV) közül a villamos a második legnagyobb forgalmat bonyolító járműtípus. A forgalomba adott járművek 20%-a villamos. Ezek évente **325 millió utast** szállítanak, ami a teljes fővárosi utasszám 1/4-e. A budapesti villamosvonalak hossza **240km** (341km vágányhossz).



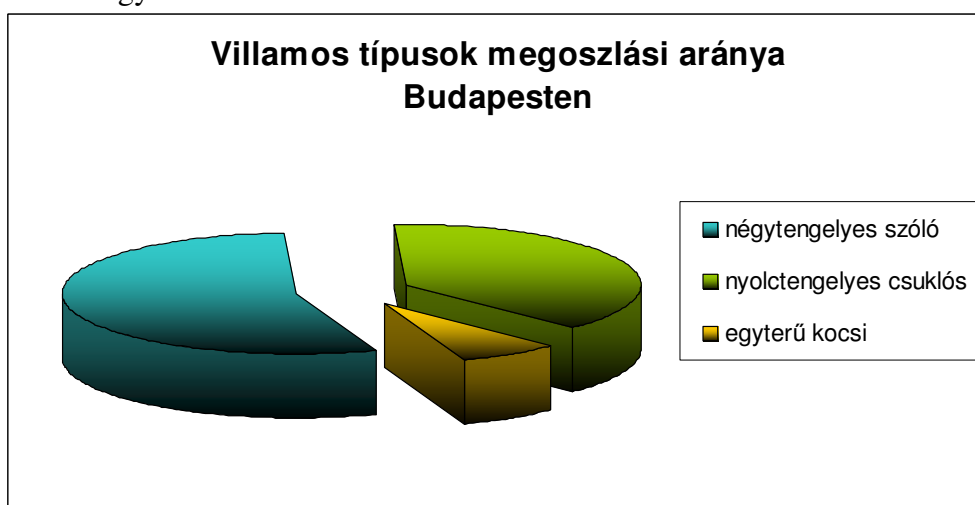
31. ábra Járműtípusok megoszlási aránya Budapesten

A villamos ágazat főbb jellemzői (2009-es adatok):

- férőhely kilométer: 4.193.041 ezer fhkm
- hasznos kocsikilométer: 28.531 ezer kkm
- üzemóra: 2.124.631 óra

A villamos járműpark **584db** kocsiból áll (a 14db-os fogaskerekű állományt nem számítjuk ide). Ebből:

- 320db négytengelyes szóló
- 224db nyolctengelyes csuklós
- 40db egyterű kocsi



32. ábra Villamostípusok megoszlási aránya Budapesten

Az állomány átlagéletkora (2009. év végén) 29,2 év, ami a vasúti járművekre irányadó 30 éves életkori határt közelíti és közel duplája a kívánatosnak.

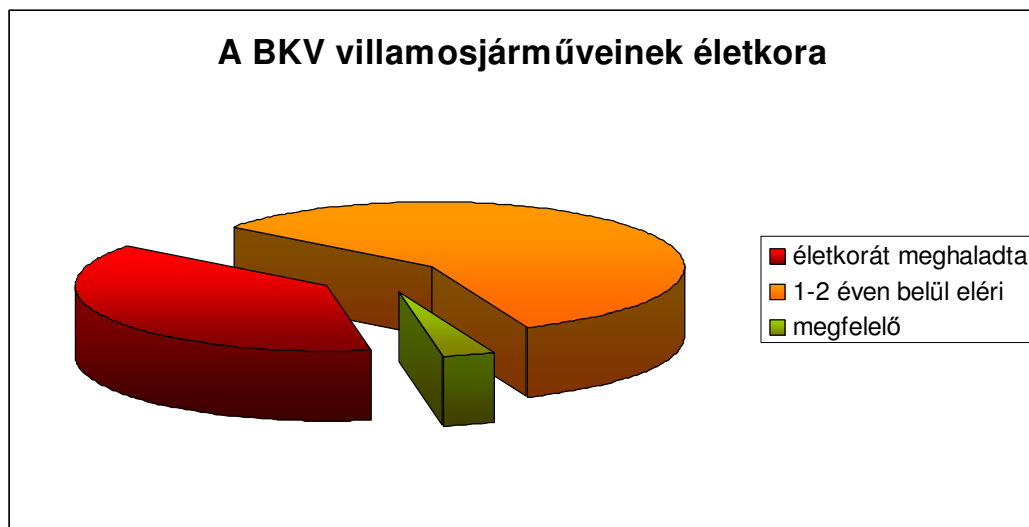
8. Miért nem kielégítő a jelenlegi villamosközlekedés az utasok számára?

A használók igényeinek nem megfelelő kiszolgálásából adódó problémák:

- Az akadálymentes járművek alacsony száma: a teljes villamos állomány csupán 6,8%-a alacsonypadlós kialakítású, ráadásul ez egyetlen útvonalon (nagykörút, 4-es, 6-os vonal) vehető csak igénybe.
- Nem rendelkeznek elégséges utaskényelemmel a járművek: hiába javul folyamatosan a járműpark komfortja, a járművek nagy része nem elégíti ki a kornak megfelelő igényeket és elvárásokat (pl. korszerű utastájékoztató rendszerek, klimatizált utastér: nyáron légkondicionált, télen kellő fűtéssel ellátott járművek, rácsukódás elleni védelem az ajtóknál, tiszta, esztétikus utasbelső).
- Akadozó menetrendszerűség: a járműpark elöregedésének következtében arányosan nő a műszaki hibák előfordulásának valószínűsége, egyre többször tapasztalható, hogy a forgalomból „kiesik” egy jármű.

A szolgáltatást nyújtó oldaláról jelentkező problémák:

- A járműpark nagy része az életkorát (jelentősen) meghaladta (38,4%), vagy egy-két éven belül el fogja érni (további 58,4%)



33. ábra A BKV villamosjárműveinek életkora

Ez a túlhasznált és elavult járműállomány a szokásosnál sokkal nagyobb karbantartási költséget igényel, ennek elmaradása esetén pedig jóval nagyobb állományt kell fenntartani, hogy a meghibásodások ellenére is ki lehessen elégíteni a forgalmi igényeket. (Az állomány optimális 90%-a helyett, ma 75% adható forgalomba).

- Korszerű, energiatakarékos hajtással (pl. veszteségmentes indítás, visszatápláló fékezés, ún. „fékenergia-rekuperáció” lehetősége) rendelkező járművek alacsony száma. A teljes járműállomány csupán legfiatalabb tagjai (Siemens Combino Supra) és legutóbb felújított vonalai (Tatra T5C5K, TW6000) képesek az energia-

visszatáplálásra, így az erre alkalmatlan (összes többi) jármű energiaköltsége magasabb.

- Többféle karbantartási infrastruktúra: a vegyes járműállomány (különböző gyártók, típusok és technológiák) karbantartási igénye szerteágazóbb, így ez szintén magasabb költséget jelent.

A járműállományban folytatódik a legöregebb járműtípusok (ICS és Tatra) cseréje, feltételezhetően az utóbbi idők villamos beszerzéseivel hasonlóan, használt, a hannoveriekhez (TW6000) hasonló típusú paraméterekkel rendelkező típusokkal. Ennek fényében 2020-ra a jelenlegi járműállomány nagy része használt, de a mostaninál fiatalabb járművekkel kerül cserére. A használt járművek megközelítőleg 20 évig maradnak forgalomban, így 2030-ra átveszik a régi (jelenlegi) járműpark futásteljesítményét.



34. ábra TW6000-es "hannoveri" villamos

Mi a BKV koncepciója?

A Budapesti Közlekedési Vállalat 2020-ig kidolgozott járműfejlesztési koncepcióval rendelkezik. Ez tartalmazza mind az új (esetenként újonnan beszerzett használt) járművek, mind a jelenlegi járműállomány korszerűsítésének tervét is.

A tervezetben villamosok esetén két járműmérettel számolunk: a hálózaton általánosan közlekedő villamos kialakítást „normálnak”, míg az ennél hosszabb, nagyobb befogadóképességű szerelvényt „hosszúnak” nevezzük.

Paramétereik:

- „normál” jármű: 180-200 férőhely, 32-35 méter hossz
- „hosszú” jármű: 350 férőhely, max. 54 méter hossz

Áraik:

- „normál” jármű: **700 millió Forint/db** (~2,5 millió €)
- „hosszú” jármű: **1120 millió Forint/db** (~4 millió €)

A legoptimálisabb járműigény biztosítása céljából két vizsgálatot szükséges elvégezni. Az első célja, hogy válasszon az alábbi módok közül:

- új, alacsonypadlós jármű beszerzése
- használt, alacsonypadlós jármű beszerzése
- használt jármű beszerzése és korszerűsítése
- meglevő, saját jármű korszerűsítése

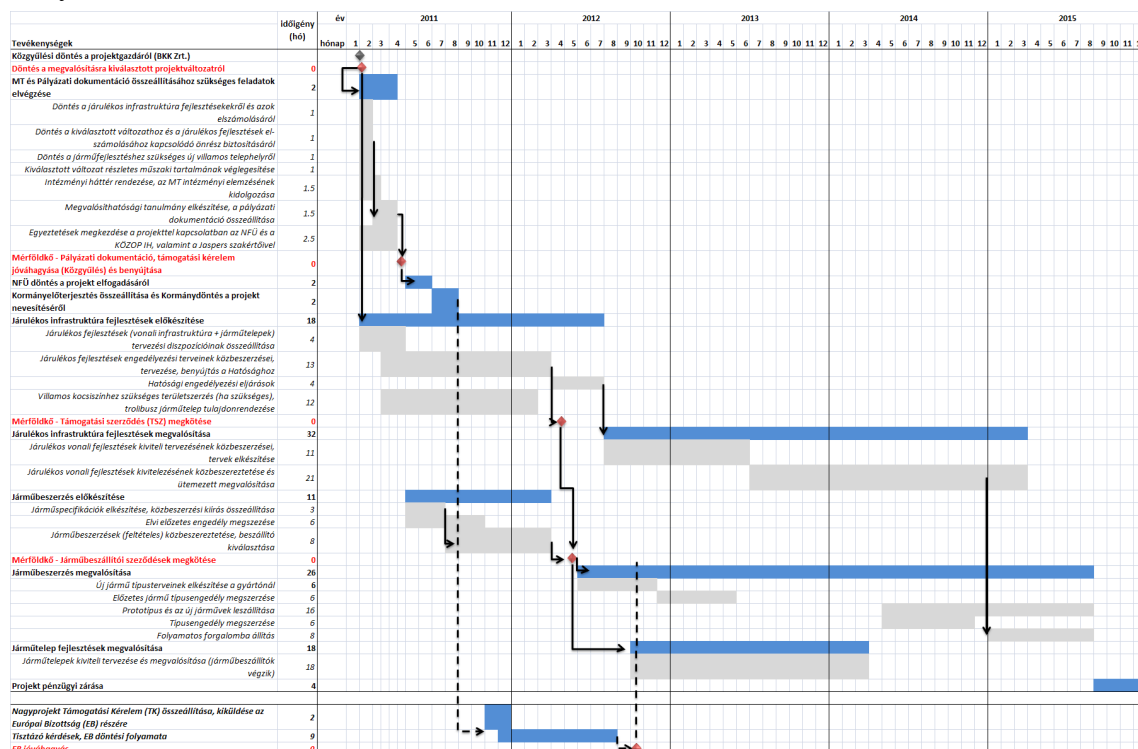
A második elemzés célja annak eldöntése, hogy mekkora kapacitású jármű beszerzése indokolt. (A vizsgálat új jármű beszerzésére vonatkozóan készült el.) Az elemzés eredménye, hogy mind a villamos, mind a trolibusz esetében a legköltséghatékonyabb megoldás az, ha az utasforgalmi igényeket a lehető legnagyobb kapacitású járművel látjuk el.

Mi várható el mindentől? A hasznok számszerűsítése kapcsán feltételezhető, hogy az új járművek megjelenése, az akadálymentesítettség és a magasabb komfort szint következtében újabb utasok jelennek meg a villamoshálózaton. Korábbi járműbeszerzési projektek (elsősorban szegedi adatok) alapján a tisztán az új járműveknek betudható utasszám növekedése egy adott vonalon elérheti az 5-10%-ot is. Ezen új utasok egy része várhatóan más közösségi közlekedési eszközről, míg egy másik része feltételezhetően egyéni közlekedésről fog váltani, így a járműfejlesztési projekt hatására korábban személyautóval közlekedők megjelenése várható a közösségi közlekedésben. A szegedi adatok alapján feltételezhető, hogy a villamos új utasainak 1/10-e ült át személygépkocsiból, így **0,5% új utas** (utazás) megjelenésével számolhatunk.

Mennyi idő alatt kivitelezhető egy ilyen projekt? Az alábbiakban érzékeltetni szeretném, hogy a fent ismertetett összegek mellett mekkora idő ráfordítást igényel egy ekkora beruházás. Az alábbi táblázat szemlélteti, hogy a közbeszerzés kiírásától a járművek forgalomba állításáig mennyi idő telik el – optimális esetben.

Feladat	Időtartam
Járműspecifikáció és közbeszerzési kiírás összeállítása	3 hónap
Elvi előzetes jármű típusengedély megszerzése	6 hónap
Járműbeszerzések (feltételes) közbeszeresztetése, beszállító kiválasztása	6-9 hónap
Új jármű típusterveinek elkészítése a gyártónál	6 hónap
Előzetes jármű típusengedély megszerzése	6 hónap
Prototípus leszállítása	24 hónap
Új jármű típusengedélyének megszerzése	6 hónap
Járművek folyamatos leszállítása, forgalmi engedélyek megszerzése és forgalomba állítása	15-20 hónap

Mint látható, a fenti időigények alapján a járművek időbeni beérkezése mintegy 6-7 évet vesz igénybe (minimum), így a projekt a szoros határidők tartását és jól előkészített beszerzés lefolytatását igényli. A járművek beszerzésének folyamatában bármely fázis csúszása a projekt időbeni pénzügyi zárását – és ezzel az EU támogatások kifizetését - veszélyezteti.



9. Villamos típusok jelölései Magyarországon

A közúti vasúti járműveknek nincs alapvető egységes típusjelzési rendszerük. Az egyes gyártók, üzemeltetők mind maguk alakították ki a saját jelzésrendszerüket.

Budapesten kétféle típusjelölési rendszer létezik: az első a villamosközlekedés kezdeti időszakából, az 1880-as évekből származik. Az akkor még magántársaságok üzemeltette rendszerben a társaságok a saját járműveiket ABC rendben jelölték. Eszerint az először megjelenő (akkor 1-9 pályaszámú) kocsik az „A” típusjelzést kapták, majd az újabb típusok sorban „B”, „C”, „D” stb. jelölést kaptak. Az ezenfelüli jellegzetességeket második betűvel jelölték (pl. „Bb”). Amikor megjelentek az első távvezérlésű villamosok, ezek a sorozat szerinti betűjük mögé egy „V” jelölést is kaptak („vezérelt”). Így jött létre a „TV”, majd az „UV” típus, 1956-ban. Az ezután gyártott, vagy vásárolt típusokra ezt a jelzésrendszert nem terjesztették ki.

A kocsik pályaszámát eleinte szintén a magántársaságok adták, majd - amikor létrejött a BSZKRT („Beszkárt”, 1923) - egységes pályaszámokat vezettek be. Erre azért volt szükség, mert a különböző társaságokról több azonos pályaszámú kocsik került a közös állományba. Ekkor dolgozták ki és vezették be azt a négyszámjegyű rendszert, melyet aztán a jogutódok – így a BKV Zrt. is – használtak, illetve használnak mind a mai napig. Ennek lényege, hogy a típusazonos villamosok azonos pályaszám-csoportba kerüljenek. Mivel nincs két azonos típusú villamos, ez nehezen megoldható feladat, de legalább az alaptípusnak meg kell egyeznie. (Pl. a „hannoveri” villamosok Magyarországon az 1500-as pályaszámokat kapták, az „UV” típusok különböző generációi rendre a 3200, 3300, 3400, 3800-as csoportokba lettek sorolva.)



36. ábra Tatra T5C5K villamos

szám a kocsik 2m feletti szélességét jelöli, deciméterben megadva. Így lehetett a budapesti, egy vezetőállással („egyirányú”), de kétoldali ajtós, 2,5m széles kocsik jelzése T5C5, a Szegeden közlekedő vékonyabb, egyoldali ajtós típusé T6A2. Ezenfelül a csuklós villamosok „KT” jelölése után a tengelyek számát is jelölik, így jöhet létre a KT4, vagy KT8 jelölés. Szegeden KT4-es, Miskolcon kétirányú, kétoldali ajtós, 2,5m széles KT8D5 jelzésű kocsik közlekednek.

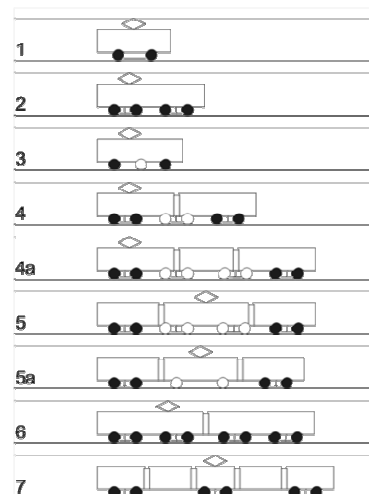
A cseh CKD gyár a saját villamosainak a „Tatra” típusjelzést adta, ezeket a kocsikat általában a gyár eredeti jelzéseivel jelölik. A jelzés rendszerint egy „T” betűvel kezdődik (Tatra), ezt követi a járműgeneráció, ami egy számjegy (pl. T3). Joggal vetődhet fel a kérdés: „hogyan lesz ebből Tatra T5C5, vagy KT8D5 egy típus jelölése?” A CKD a Tatra ötödik és hatodik generációs kocsiknál többféle építési módot dolgozott ki. Hogy a kocsik egy- vagy kétirányú, csak az egyik, vagy mindkét oldalán rendelkeznek-e ajtókkal, betűk jelölik. A járműszerkezet szélessége szintén egy újabb számjegy, a következő módon: a

10. Mekkora helyigényű egy-egy jármű típus?

Vizsgáljuk meg, milyen villamostípusok vannak, figyelembe véve ezek méreteit és helyigényét.

Villamostípusok: - hagyományos felépítésű járművek

- csuklós villamosok
- Jacobs-forgóvázaz csuklósok
- rövidcsuklós kocsik
- többcsuklós villamosok



10.1. Hagományos felépítésű járművek: bár a kéttengelyes (négykerekű), motor –és



37. ábra UV típusú villamos Budapesten.
Két motorkocsi közé egy pótkocsi is
csatolható

vezérlőpótkocsi is, amely bár a szerelvény elején halad, ő maga nem dolgozik, de innen vezérlik a motorkocsikat. Budapesten 2009-re már csak a Tatra T5C5 típusú kocsik ilyenek. A korábbi típusok közül a Ganz UV kocsijait 2007-ben vonták ki végleg a forgalomból. Ezeket a szerelvényeket két motorkocsi alkotta, ezek közé – bizonyos vonalakon – pótkocsi került. Szegeden még ma is üzemelnek a Tatra T6-os kocsik. Hossza: **12,6m**, szélessége: **2,3m**.

pótkocsikból álló szerelvények ideje lejárt, az évtizedekkel ezelőtti szerelvény szerkezet még ma is sok helyen megtalálható. (Sőt, a cseh CKD vállalat még a '90-es években is gyártott szőlő motorkocsikat, a Tatra villamosok ma is rengeteg városban futnak.) Ezekben a szerelvényekben 1, vagy 2 (ritkább esetben 3, vagy 4) motorkocsi szerepel. Több kocsi esetén létfontosságú a távvezérlés, azaz – bár logikusan ezt gondolnánk – nem csak a legelől elhelyezkedő kocsi

motorjai húzzák a szerelvényt, hanem minden motor dolgozik. A pótkocsi egyes típusoknál leghátul, máshol középen futhat, de előfordulhat ún.

10.2. Az első csuklós villamosok: az első villamos megépítése után alig telt el egy



38. ábra Befüggesztett középrészű „házi
csuklós / Bengáli” villamos Szegeden

évtized és máris megjelentek az első csuklós villamosok. Legegyszerűbb formájuk két kocsi összekapcsolása volt egy átjárón keresztül. Ennél egy lépéssel bonyolultabb volt az ún. „két szoba, egy fürdőszoba” jellegű szerelvények megalkotása, ahol a két „saját lábán” megálló kocsi rész közé egy befüggesztett, kerekek nélküli szerelvény került, mely a két szélső kocsiszekerényre támaszkodott. A konstrukció nem igazán volt sikeres, mivel rendkívül rossz futástulajdonságokkal rendelkezett. Emiatt Budapesten, Szegeden és Miskolcon már kivonták őket a forgalomból, Debrecenben még közlekednek.

10.3. Jacobs-forgóvázaz csuklósok: a szimplán egymás mögé kötött motorkocsikhoz



39. ábra Hattengelyes, Jacobs-forgóvázaz csuklós villamos Bécsben

képest újdonság volt, amikor a '20-as években a villamosoknál is megjelentek az első olyan csuklós kocsik, amelynek forgóvázai a csuklókkal egybeépítve helyezkedtek el. Ez a konstrukció stabil, jól futó és ívben is stabilan viselkedő járművet hozott létre. Létfőbb hátránya csak a '90-es években mutatkozott meg: nem, vagy csak bonyolultan lehetett alacsonypadlós szerkezetet kialakítani belőle. Budapesten ilyen felépítésűek a Ganz CSMG2-es és a TW6000-es motorkocsik, melyek nyolctengelyesek. Debrecenben a hattengelyes Ganz KCSV6, míg Miskolcon a CKD által gyártott nyolctengelyes KT8D5 kocsik sorolhatók ebbe a kategóriába. A képen látható ún. „bécsi villamos” szintén megtalálható Miskolcon.

10.4. Rövidcsuklós kocsik: a hazánkban használatos „rövidcsuklós” kifejezés nagy



40. ábra KT4 típusú rövidcsuklós villamosok Szegeden

valószínűséggel a hasonló jelentésű német kifejezés („Kurzlenkwagen”) tükörfordításaként keletkezhetett. Ezen kocsik jellemzője, hogy kétrészesek és a két merev kocsirészt egy csukló köti össze. A két forgóváz a két merev kocsirész alatt helyezkedik el. Ennél a típusnál a villamos egyenesfutása, illetve az ívben való haladása csakis különböző mechanikai berendezésekkel oldható meg. A típus előnye, hogy az úrszelvény rendkívül kedvezően kihasználható, valamint, hogy - a Jacobs-forgóvázaz típusokkal ellentétben - 100%-ban megoldható a villamosok alacsonypadlós kialakítása. Ebbe a csoportba tartoznak Magyarországon a Szegeden használatos Tatra KT4 típusú villamosok.

10.5. Többsuklós villamosok: ezen típusú járművek szerkezeti mintáját a már



41. ábra Siemens Combino villamos

korábban említett és régóta alkalmazott „két szoba, egy fürdőszoba” jellegű villamosok adták. A többsuklós („multicsuklós”) villamosoknál is egymást váltogatják a rövid kerekes és a hosszú befüggesztett (de derék nélküli) kocsirészek. Ezeken a kocsikon nem található a hagyományos értelemben vett forgóváz, helyette egy ún. „futóváz” van beépítve, mely felveszi a pálya függőleges egyenetlenségeit. A kerekek lehetnek egyedi tengelyesek (Sirio, Combino, Citadis) és hagyományos tengelyes kialakításúak (Cityrunner, Skoda) is. A rendszer viszonylag jól bevált, mivel 100%-os alacsonypadlós kialakítás hozható létre

benne úgy, hogy arányaiban nézve kevés az utastérbe benyúló dobozok száma. Azonban

sajnos a legtöbb ilyen kivitelű jármű futástulajdonsága nem üti meg a forgóvázás kivitelű típusokét (különösen ívekben). A Siemens Transportation Systems-en kívül más gyártók is gyártanak multicsuklós villamosokat (pl. Alstom, Stadler, Skoda, Bombardier). Hazánkban az első ilyen típus a PESA 120Nb volt.

Ganz „ipari” csuklós villamos adatai:

Tömege: 34.000kg

Hossza: 26,9m

Szélessége: 2,3m

Férőhelyek száma: 198/203db



42. ábra Ganz ICS típusú villamos a 41-es viszonylaton a Lánchídnál

Siemens Combino Supra adatai:

Tömege: 69.700kg

Hossza: 53,99m

Szélessége: 2,4m

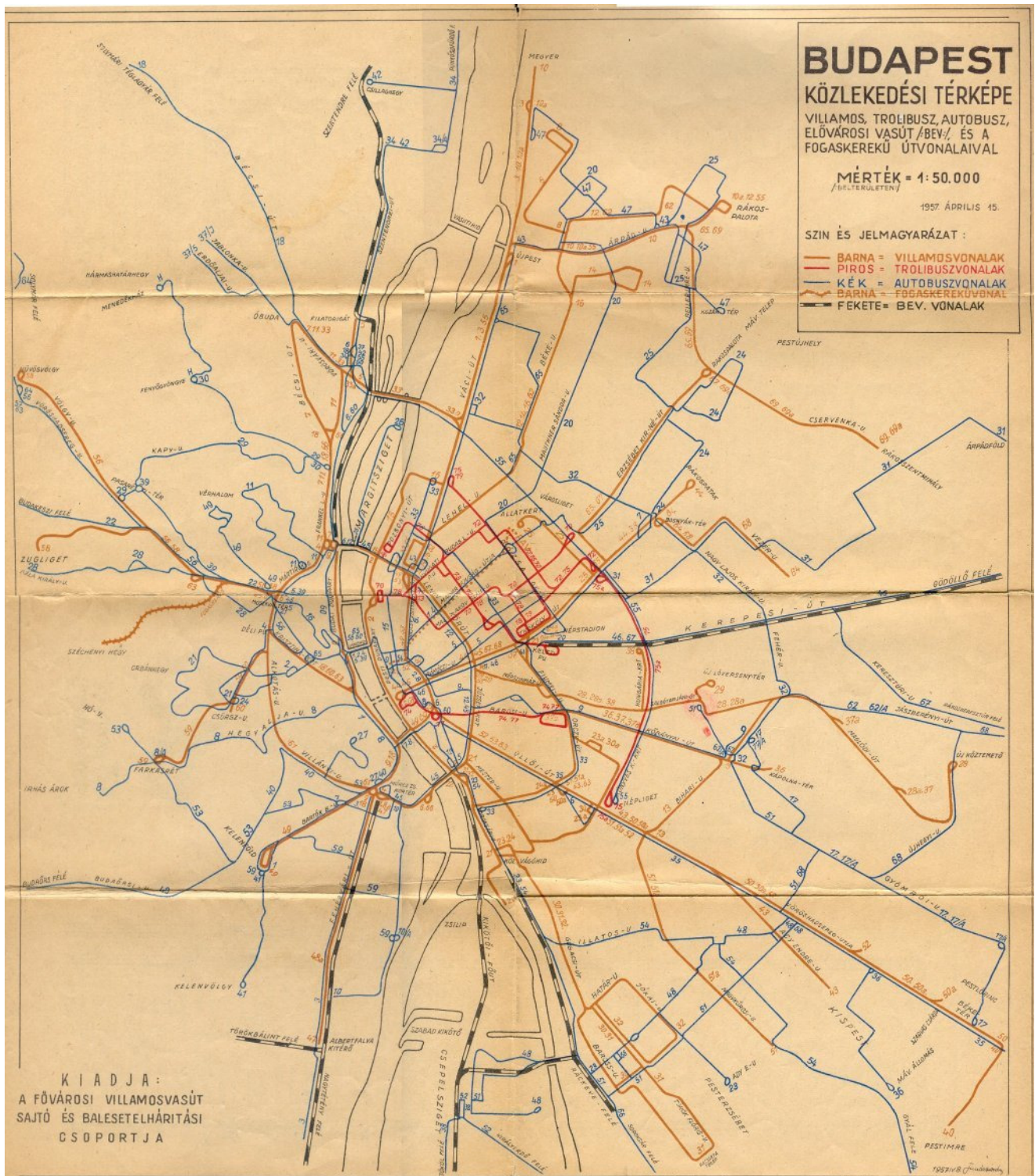
Férőhelyek száma: 350db



43. ábra PESA 120Nb villamos Szegeden

11. Budapest autóbusz és trolibusz hálózata

Budapesten hozzávetőlegesen **1400db autóbusz** és mintegy **160db trolibusz** teljesít szolgálatot. Az autóbuszok több mint **200 viszonylaton** közlekednek a fővárosban, ez a szám is mutatja a buszközlekedés elterjedésének mértékét. A trolibusz vonalak száma ezzel szemben mindösszesen **13**.



44. ábra A közösségi közlekedés hálózata 1957-ben

Trolibusz járművek állományi jellemzői

tipus	férőhely (4fő/m ²)	férőhely (5fő/m ²)	állományi járműszám	forgalmi
ZIU-9	68	91	30	19
IK 411T	60	68	1	27
IK 412T	64	71	15	
GST 12-A	70	76	16	
IK 280.94 GVM	108	108	84	69
IK 435.81	108	114	15	
Összesen:			161	115

Autóbusz járművek állományi jellemzői

tipus	férőhely (4fő/m ²)	férőhely (5fő/m ²)	állományi járműszám	forgalmi
IK 405*	33	42	56	26
IK 260	68	75	419	517
IK 415	68	68	169	
IK 412	62	68	114	98
IK 280	108	120	310	386
IK 435	110	120	171	
IK Agora	104	120	1	139
VOLVO 7700	106	112	150	
Mercedes Sprinter**	27	30	-	1
MAN SL223**	68	72	-	25
Mercedes Citaro**	68	72	-	4
VOLVO Alfa Localo**	68	73	-	70
VOLVO 7000**	106	112	-	10
Összesen:			1390	1276

* +4 db mozgáskorlátozottakat szállító jármű

** alvállalkozó által üzemeltetett típus

Dőlt karakter: akadálymentesített jármű



45. ábra Emeletes, akkumulátoros Austro-Daimler Tudor gyártmányú autóbusz az Andrássy úton (1915)

Budapest első autóbuszvonalát 1915. március 1-jén indult 2db autó busszal, melyek közül az egyik akkumulátoros, a másik benzinmotor üzemű volt. A járatok 15 percenként közlekedtek egy 2,8km hosszú szakaszon. 1917-ben (gumi- és üzemanyaghiány miatt) megszüntették, majd 1921-ben újraindították a járatot. Ekkor már 4db autóbusz rőtta az utakat és a viszonylat az 1-es jelölést kapta. Budán az autóbusz-közlekedés 1924-ben indult meg, itt csak benzinmotoros járművek közlekedtek, 3-as jelzéssel.

1929-ben a Székesfővárosi Autóbusz Üzem már 29db autó busszal rendelkezett és még ebben az évben megszűnt a főváros utolsó omnibuszvonalát is. 1960-ban állt forgalomba az első csuklós autóbusz (az 1-es vonalon). 1964-ben a járműpark már **1200db** autóbuszból állt, melyek összesen **469 millió utast** szállítottak.

A főváros közösségi közlekedésében a legnagyobb szerep jelenleg az autóbuszoknak jut.

A járatok fajtái:

- Alapjáratok (legtöbb megállóban megállnak; 7, 178)
- Betétjáratok (alapjárat rövidített, forgalmas szakaszán; 16A)
- Expresszjáratok (gyorsjáratok, fontosabb megállóknál; 173E)
- Zónázó járatok (külső városrész becsatlakoztatása; 276E)
- Éjszakai járatok

A főváros közösségi közlekedésében a trolibusz 1933 végén jelent meg, ekkor indult útjára az első járat, 7-es jelzéssel. A szegedi trolibuszüzem 1979-ben, a debreceni 1985-ben nyílt meg, ezekben a városokban 5, illetve 7 viszonylat üzemel.

A trolibuszközlekedés tehát évtizedek óta hozzátartozik hazánk közösségi közlekedéséhez, egy érdekes színfolt – és természetesen utasszállítás

tekintetében jelentős teljesítmény – a város életében. Mára azt mondhatjuk, hogy a trolibuszközlekedés helyzete stabil, sok Svédországban és Olaszországban.



46. ábra Az első budapesti csuklós trolibusz (1961)

helyütt új üzemeket is építenek, például



47. ábra Ikarus 280 trolibusz

Az első, tisztán hazai gyártású jármű a Ganz elektronikával szerelt Ikarus 280 GVM volt, melyet a '80-as évek elejétől fejlesztettek és Magyarországon kívül más országok is használták (Bulgária, egykori NDK).

A trolibusz szerepét a múltban számos helyen az autóbusz vette át. A két üzemet összehasonlítva a fő szempont a felhasznált energia ára; ebben a vonatkozásban a trolibuszok üzeme olcsóbb. Egy korszerű, csuklós trolibusz energiafogyasztása **2kWh/km** (átlagos utasterheléssel és segédüzemek

használatával), míg egy hasonló paraméterekkel rendelkező autóbusz fogyasztása **0,5-0,6l/km** gázolaj, ami közel háromszoros árkülönbséget jelent.

Környezetvédelmi szempontból sokszor elhangzik az az érvelés, hogy „a trolibusz közlekedés nem más, mint a szennyezés áthelyezése a közútról az erőművekbe”. Ezen kijelentés megcáfolásához meg kell vizsgálnunk az úgynevezett *energiamix* összetételét, vagyis, hogy az adott ország milyen forrásokból állítja elő az elektromos energiát (földgáz, kőszén, vízenergia, magenergia, megújuló források). Eközben a belsőégésű motorral rendelkező járművek csak és kizárólag a folyamatosan fogyó fosszilis energiakészlet használatával tudnak üzemelni. Továbbá, ha feltételeznénk is az állítás helyességét és globális szempontból egyformán kedvezőtlennek tekintenénk az autóbust és a trolit, lokálisan még mindig utóbbi üzemnek volna jelentős előnye, miszerint nem terheli a város lakók szervezetét káros anyagokkal. (Egy korszerűnek tekinthető autóbusz évente mintegy **60-80kg kormot** (PT) bocsát ki.)

Természetesen az autóbuszüzem malmára hajtja a vizet a tény, hogy egy azonos kapacitással rendelkező, korszerű alacsonypadlós trolibusz jármű beszerzési ára közel kétszerese egy hasonló technikai színvonalú autóbuszénak. Ezenfelül a trolibuszok részére ki kell építeni a felsővezeték-rendszert és az áramellátást is.

Mindezek ellenére elmondható, hogy a trolibuszhoz hasonló, a környezetet mérsékelten terhelő, gumikerekes alternatívája a közeljövőben nem lesz, így a városi közlekedés elengedhetetlen résztvevője marad szerte a világon.

Néhány gondolat a trolibusz jelenlegi helyzetéről: a trolibusz-közlekedés aránya Budapesten igen alacsony. A fővárosban **73km** trolibusz vonal üzemel, a trolik a forgalomba adott járművek csupán **5%-át** teszik ki. A trolibusz ágazatot mintegy **75 millió utas** veszi igénybe évente.

A trolibusz ágazat főbb jellemzői (2009-es adatok):

- férőhely kilométer: 582.517 ezer fhkm
- hasznos kocsikilométer: 5.950 ezer kkm
- üzemóra: 526.898 óra

A trolibusz járműpark jelenleg **160db** járműből áll (a 2db oktatójárművet nem számítjuk ide). Ebből:

- 61db szóló kocsi
- 99db csuklós kocsi

Az járműpark átlagéletkora (2009. év végén) elérte a 20 évet, ami a járművek tervezési élettartamával azonos és a kívánatos kor duplája. Akadálymentesség szempontjából több típus is megfelelő; a szóló járművek közül 32db alacsonypadlós is forgalomban van, ezek a legkorszerűbb járművek: GST 12A, IK411T, IK 412T.

A villamoshoz hasonlóan a trolibusz járműállományban is folytatódik a régi járművek cseréje, feltételezhetően ebben az ágazatban is használt szóló és csuklós típusokkal. Az alábbi táblázat bemutatja ennek költségigényét, a számítás során az új szóló járművet 130 millió Ft (kb. 460 ezer €), az új csuklós alacsonypadlós trolibuszt 180 millió Ft (kb. 640 ezer €) áron vesszük figyelembe, míg a használt járművek értéke 72 millió Ft (szóló) és 52 millió Ft (csuklós) járművenként.



48. ábra Ganz-Solaris Trollino 12-A, a BKV legmodernebb trolibusza

	Szükséges járműszám (forgalmi db)	Szükséges nem új állomány (forgalmi db)	Szükséges nem új jármű (állományi db)	Forgalomba adható használt jármű ára (millió Ft/db)	Éves csere (db)	Éves pótlási költség (millió Ft)
Csuklós jármű	57	57	71	52	7	364
Szóló jármű	63	63	79	72	8	756
Összesen					15	940

12. Mennyi energiát fogyaszt az adott jármű?

A BKV Zrt. közúti vasút (villamos) üzemének éves vontatási célú energiafogyasztása: **82.991MWh**, ennek költsége **1,241Mrd Ft** (2002-es adat). Ekkora energiamennyiséget és költséget figyelembe véve igen nagy jelentősége van a hatékony felhasználásnak, így a járművek energiafogyasztási paramétereinek is.

12.1 A városi villamos vasutak energiaellátása:

A városi villamos vontatás elengedhetetlen eleme az energiaellátás. Villamos vontatás esetén biztosítani kell a pályán mozgó jármű folyamatos energiaellátását, melyet a városi hálózathoz vételezett áram – túlnyomórészt 10kV váltóáram – átalakításával lehetséges előállítani.

Hogyan történik ez az átalakítás, mi is történik az *áramátalakítók* úgynevezett *betáplálási pontjától* a *munkavezeték* és a jármű *áramszedőjének* érintkezési pontjáig? Első lépésként le kell transzformálnunk a feszültséget annak megfelelően, hogy az adott ágazat milyen szintet igényel.

Villamos, trolibusz	600V
Metró	825V
HÉV	1100V
Fogaskerekű	1500V

(Budapesten használt feszültség a különböző járműtípusokon.)

A metró erősáramú berendezése 750V-os, a HÉV-é 1000V-os, a magasabb transzformált értékekre a hálózati veszteségek miatt van szükség.

A következő lépés az egyenirányítás, mely Si-diódás egyenirányító elemekkel, illetve az egyenáramú gyűjtőszínen és a földkábeleken juttatja el a vonalra az energiát. A réz tápvezetéseket ezekről a földkábelekről táplálják, a munkavezeték pedig a tápvezetésekre van bekötve. Pozitív ág: villamosan különálló szakaszok (tápszakaszok), kb. 1km hosszúak. Negatív ág: a jármű kerék – sín kapcsolattól kezdve beszélünk negatív ágról (0V), a sín össze van kötve a földben futó negatív földkábelrel, ez a gépház negatív gyűjtőszínjéhez kapcsolódik.

Hol szenvedhet szükség szerű, illetve felesleges veszteségeket az áramellátás – pálya – jármű rendszer?

- Transzformátorok vesztesége: néhány százalékos veszteségük adottság, ezeket jelentősen csökkenteni nem érdemes
- Egyenirányítás vesztesége: még az előzőnél is kisebb
- Áramkör – pozitív gyűjtőszín – felsővezeték – jármű (motor) – sín – negatív gyűjtőszín – áramkör: ezen a viszonylaton már érdemesebb vizsgálnunk.

A jármű felgyorsításakor jelentős (több száz amperes) áramfolyás van a hálózatban, ami az elemek ellenállásával arányos feszültséget okoz. A vonal építetője, üzemeltetője ezt nagykeresztmetszetű alumínium földkábelek és alacsony hurokellenállású munkavezetékek alkalmazásával csökkentheti. Mivel egy adott tömegű jármű felgyorsításához a sebesség négyzetével arányos energia szükséges, a fentieknél sokkal nagyobb lehetőség van a járművezető kezében, mivel - vezetési stílusával – ő határozza meg a jármű áramfelvételét. Mindemellett hiába takarékos szándékú az adott járművezető, az esetek többségében neki is a közúttal együtt kell működnie, figyelembe véve a pálya sajátosságait, így az elméleti

gyorsítási – kifuttatási szakaszokat nem mindig tudja befutni (lassítani, gyorsítani kell többször is). Egészen más a helyzet például a metrónál, mely a közúttól elzárt pályán halad, ezenfelül alkalmazható az AVR (Automatikus Vonalvezetési Rendszer, amikor a járművezető csak felügyel, esetleg nincs is a járművön), mellyel akár 10%-os energia-megtakarítás is elérhető a „kézzel” vezetéshez képest.

Ezenfelül érdemes a féküzemet is megvizsgálni. Fékezéskor ugyanis a jármű „leválasztódik” a hálózatról, energiát nem fogyaszt. A motorok generátoros üzemben energiát termelnek, amely a megfelelő ellenállásokon hővé alakul. Érdemes volna ezt az energiamennyiséget felhasználni, tehát a hálózatba visszaadni. Ezt a visszatáplált (ún. **rekuperált**) energiát egy másik, azonos tápszakaszban levő és éppen gyorsító (energiát felvevő) járműnek kell hasznosítania. Ha ez nem lehetséges, akkor az energiát a gyűjtősinre vissza kell vezetni, és onnan kerülhet (egy másik tápszakaszban) felhasználásra. Ha nincs felvontatást végző jármű a közelben, és mégis hasznosítani szeretnénk ezt az energiát, valamilyen energiátárolóba be kell vezetni azt és ott tárolni a későbbi felhasználásig. (Ebben az esetben az akkumulátoros tárolás nem jöhet szóba; Németországban egy sokkal kompaktabb megoldást alkalmaztak, az úgynevezett *kinetikus energiátároló egységet*, lendkerekes forgógépet.)

Az energia visszanyerésére korábban is voltak próbálkozások Magyarországon: a múlt század első felében a fogaskerekű vasút első generációs villamos mozdonyaiban, a kisközdalatti első generációs motorkocsijaiban és a BVVV (Budapesti Városi Villamos Vasút) néhány kocsijában az ún. „Töfflinger” elven működő visszatápláló rendszert alkalmazták, melyet *energiavisszanyerőnek* neveztek. Az akkori feljegyzések szerint ezzel a módszerrel 30%-os megtakarítás volt elérhető.



49. ábra Korszerűtlen, fűtés nélküli UV villamos a Határ úti megállóban

Azonban bármilyen korszerű hajtási– és vezérlési rendszert is használhatunk, a villamos járműveknél több, a fogyasztást növelő tényező is előtérbe került. Az egyik és talán legszámottevőbb ezek közül a járművek fűtésének megjelenése, melynek okán az utasok komfortérzete a téli időszakban nagyban nőtt, azonban ezzel arányosan a járművek fogyasztása is megemelkedett. Sajnos elmondható, hogy a korszerű hajtásrendszer által megtakarított energia lényegében felhasználásra kerül az utastéri fűtés biztosítására. Példa erre a TW6000-es villamosok („hannoveri villamos”,

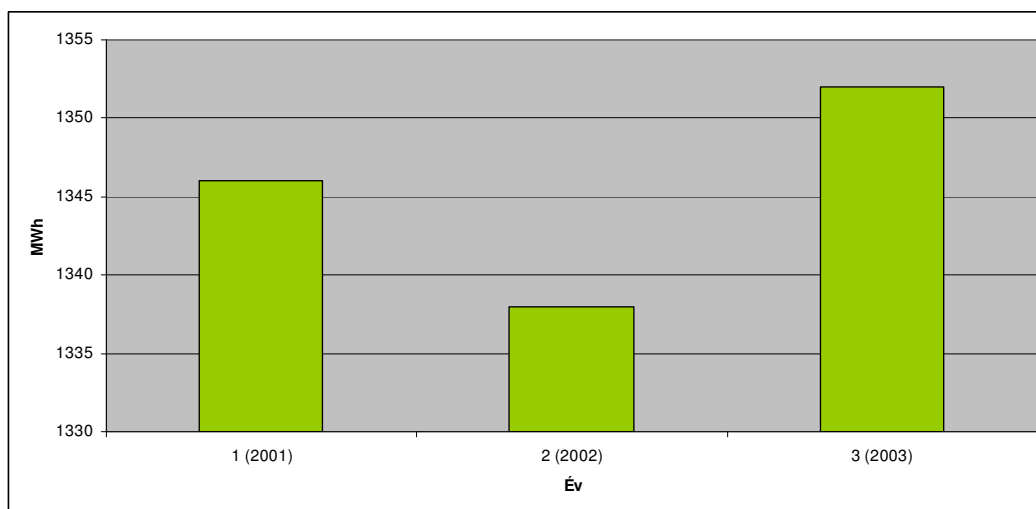
korszerű hajtásrendszerrel és fűtéssel) fogyasztása, mely a téli szezonban csaknem megegyezik a korszerűtlen, fűtés nélküli UV villamosok fogyasztási értékeivel. Természetesen ez felfogható úgy is, hogy a modernebb, fűtéssel rendelkező típus sem használ többet, mint fűtetlen elődje. (AZ „UV” villamosok kivételével az összes villamos típus rendelkezik utastéri fűtéssel Budapesten.)

12.2. Mennyi többletenergia kerül a villamos járművek fűtése?

Az alábbiakban ismertetésre kerülnek a BKV járművein alkalmazott fűtési rendszerek, egy-egy példán keresztül összehasonlítva energiafogyasztásukat.

A villamos járművek közül a Tatra T5C5, T5C5K, KCSV7, illetve a TW6000 típusok rendelkeznek beépített utastéri fűtéssel. A hannoveri villamosok fűtése azonban eltér a máshol használt megoldásoktól: az utastérben 8db 650V-os, egyenként 3kW-os levegő keringető ventilátor került beépítésre, melyet egy hőfokszabályozó termosztát kapcsol be és ki, a belső hőmérséklet függvényében.

Hasonlítsuk össze ezen típus energiafogyasztását a fűtéssel nem rendelkező UV motorkocsik igényeivel. (A felmérés az 50-es vonal külső szakaszán készült, melyet a 26-os számú Lőrinc átalakító táplál.)



50. ábra UV és TW6000 típusok energiaigénye

2001-ben a teljes fogyasztás az átalakítóban 1346MWh volt, ekkor még csak a fűtetlen UV szerelvények közlekedtek a viszonylaton. A csere az újabb, TW6000-es szerelvényekre 2001. novemberétől - 2002. februárjáig tartott. Ezután 2002-es fogyasztás 1338MWh, a 2003-as pedig 1352MWh volt, tehát mondhatni maradt a korábbi évek szintjén, pedig a TW6000-es típusban van fűtés, amely télen mintegy 30%-kal növeli meg az energiaszükségletet. Mivel ennél a típusnál a rekuperáció során mintegy 20%-os visszatáplálási értékkel számolhatunk, elmondható, hogy TW6000-es csuklós motorkocsi a vontatáshoz közel azonos energiamennyiséget fogyaszt, mint az előd UV szerelvény. Fontos szempont továbbá, hogy a TW6000-es motorteljesítménye $2 \times 215 \text{ kW} = 430 \text{ kW}$, míg a két UV motorkocsi teljesítménye $2 \times 4 \times 37 \text{ kW} = 296 \text{ kW}$, tehát jóval kevesebb.

Összegezzük, hogy ez mekkora fogyasztást jelent a különböző típusokon:

Jármű típusa	Utastéri fűtés, homokszóró	Fülkefűtés, páramentesítő	Egyidejű max. fűtés	2 kocsis szerelvény	3 kocsis szerelvény
KCSV	4,4kW	2x3,16kW	7,52kW	-	-
T5C5	7,0kW	3,0kW	10,0kW	17,0kW	24kW
TW6000	15,0kW	2x7,77kW	22,77kW	-	-

A napi utastérfűtési energiaköltség hozzávetőlegesen: 16h (üzemóra) x 4,4kWh (KCSV fogyasztása) x 20Ft/kW = 1408Ft/nap.

Tekintve, hogy az állományi jármű 121 kocsi, évente pedig mintegy 80 napon van szükség utastéri fűtésre: 1408Ft x 121 (jármű) x 80 (nap) = 13.629.440Ft, azaz évente megközelítőleg **14 millió Forint** az utastéri fűtés energiaköltsége.

A fűtés hatékonyságát növeli az egyedi ajtónyitási rendszer, melynek lényege, hogy a megállóban nem használt ajtón keresztül nem kezdődik meg a hőmérséklet kiegyenlítődése, azaz nem hűl ki az utastér. (A BKV Zrt.-nél gyártás utáni beszerelésű, egyedi szelektív ajtónyitási rendszer működik 41db Ganz-csuklós KCSV7 és hagyományos, továbbá 82db Tatra T5C5 és T5C5K villamos motorkocsin.)

Az alábbiakban a Tatra T5C5K típusú járműveken 2003-ban végzett fogyasztásmérési eredmények bemutatása következik: a mérések a próbafutás során, illetve szokásos forgalmi körülmények között került sor.

A mérési adatok értékelése során le kell szögezni, hogy a visszatáplált energiamennyiség nem tekinthető tisztán megtakarításnak, mivel azt nem tudja egy másik – éppen gyorsító – jármű teljes egészében felvenni. Ennek oka, hogy mire az energia a másik járműig eljut, ún. *másodlagos veszteséget* szenved. (Az elsődleges veszteség az energia alállomástól a járműig történő eljutása során keletkezik.)



51. ábra Tatra T5C5K villamos

Mérés ideje	Viszonylat	Megtett út (km)	Összes vontatási energiafogyasztás (kWh)	Összes hálózatnak visszaadott energia (kWh)	Visszatáplálás aránya (segédüzemi fogyasztás nélkül) (%)
2003.01.08-02.05.	3, 28, 37	1740	5048	1523	30,2
2003.04.29-30.	59	655	2718	937	34,5
2003.05.07.	28	200	596,2	193,5	32,5
2003.05.08.	1	212,2	626,9	220,4	35,2

Az 59-es viszonylaton - a BKV egyetlen hegyi pályás közúti vasúti viszonylatán - érdekes visszatáplálási adatok keletkeztek: egy szintén 2003-as mérés szerint felfelé menetben a visszatáplálás aránya egészen alacsony, 9,9% volt (14,1kWh felvett energia / 1,4kWh visszatáplált energia), míg lefelé jövet a visszatáplálás aránya 137%(!) lett (1,5kWh felvett energia / 4,8kWh visszatáplált energia). A teljes fordulóra számított visszatáplálási átlag 35,2%-ra adódott, amely lényegében megegyezik az egyéb helyen mért értékekkel.

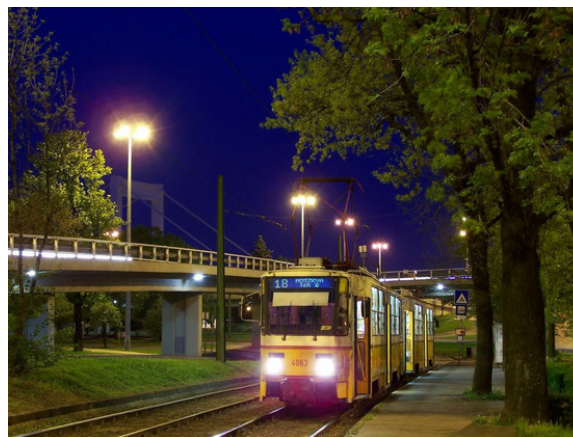
A következő, segédüzemi fogyasztást bemutató táblázatból jól kivehető, hogy hideg, téli időben, az utastéri fűtés működésekor milyen jelentős mértékben növekszik a segédüzemi fogyasztás, melynek aránya akár a teljes fogyasztás 20-30%-át is elérheti. A segédüzemi fogyasztás a nem a felvontatásra igénybe vett energiamennyiséget jelenti, összetevői az utastéri fűtés energiaigénye, a világítás (mivel a tompított fénynek a forgalomban mindig világítania kell), illetve egyéb fogyasztók, melyeknek aránya elhanyagolható.

Mérés ideje	Viszonylat	Megtett út (km)	Összes segédüzemi energiafogyasztás (kWh)	Segédüzemi energiafogyasztás (kWh/km/szerelvény)	Körülmények
2003.01.08-02.05.	3, 28, 37	1740	2900	1,67	Hideg tél
2003.04.29-30.	59	655	118	0,18	Meleg tavasz
2003.05.07.	1	212,0	26,5	0,13	Meleg tavasz

A takarékos-pazarló vezetéstechnika összehasonlítására szintén egy 2003-as mérés során került sor. A járművezetők egy-egy fordulón át vezettek takarékosan, illetve pazarlóan. Mint arra már utaltam, a jármű vezetőjének igen nagy hatása van a járműve által elfogyasztott energiamennyiségre. Ezen mérések is igazolták, hogy a takarékos vezetéssel legalább 25%-kal kevesebb energiára van szükség, mint pazarló technikánál. Fenti adatok alapján célszerű volna egy – a fogyasztás alapján kialakított – ösztönzőrendszer létrehozása, melyhez hasonló az autóbuszvezetőknél már régebb óta működik.

Viszonylat	Megtett út (km)	Takarékos Összes vontatási energia fogyasztás (kWh)	Takarékos Vontatási energia fogyasztás (kWh/km/szerelvény)	Pazarló Összes vontatási energia fogyasztás (kWh)	Pazarló Vontatási energia fogyasztás (kWh/km/szerelvény)
1	40,3	106,8	2,65	135,6	3,36
28	26,7	60	2,25	75,6	2,83

Az utasterhelés hatása az elfogyasztott vontatási energiára: mint tudjuk, az indulástól a megállásig a járművek által felvett energia, mozgási energiává (E) alakul és a menetellenállások (E_m) legyőzésére fordítódik. A sűrű megállások miatt azonban az $E=1/2mv^2$ mozgási energia sokkal nagyobb, mint a menetellenállás legyőzésére fordított energia ($E \gg E_m$). Ennek alapján azt mondhatjuk, hogy a jármű energiafogyasztása, a jármű teljes tömegével egyenesen arányos. Ezt a mérés is alátámasztja, hiszen a növekvő utasterheléshez növekvő energiaigény tartozik. Az egységnyi tömeghez viszonyított fogyasztás (kWh/tkm) a növekvő utasterhelés ellenére nagyjából azonos, azaz az először terheletlen, majd fokozatosan terhelt jármű energiafogyasztása lineárisan növekedett a jármű össztömeg-növekedésével. (Szerelvény saját tömege: 37.000kg, szállítható utasok: 200fő, átlagos utas tömege: 70kg.)



52. ábra Tatra villamos éjszaka a 18-as vonalon

	Indulási idő	Átlagos utasterhelés (%)	Vontatási energiafogyasztás (kWh/kocsi)	Fajlagos vontatási energiafogyasztás (kWh/tkm)
1	5:45	3	12,6	0,16
2	6:31	10	13,1	0,17
3	7:14	25	13,9	0,17
4	8:02	35	14,4	0,17



53. ábra Tatra villamos éjszaka az 59-es vonalon

hosszú távú tárolása pedig nem megoldható.) Ez a mérési adatokban is megfigyelhető, az éjszakai üzem során kevesebb mind a visszatáplált, mind az abból hasznosított energia mennyisége.

Az utolsó vizsgálati szempont az éjszakai-nappali üzem összehasonlítása volt, a visszatáplálás hatékonysága szempontjából. A mérés egy prototípus jármű tesztelesekor zajlott, a jármű ekkor még utasokat nem szállított – a korábbiakban ismertetett eredmények szerint ez azonban a visszatáplálás százalékos arányát nem befolyásolja.

Ennél fontosabb tényező az, hogy az adott szakaszon hány fogyasztó található. Amikor éjszaka jelentősen csökken a forgalom, a hálózat nem képes fogadni a visszatáplált energiát, lévén nincs olyan fogyasztó, amely tudná hasznosítani azt. (Az elektromos energia

	Megtett út (km)	Összes vontatási energiafogyasztás (kWh)	Összes hálózatnak visszaadott energia (kWh)	Visszatáplálás aránya (%)
Nappal	1740	5048	1523	30,2
Éjszaka	2140	8633	2135	24,7

12.3. Autóbuszok fogyasztása:

Általánosnak tekinthető tendencia a mindennapi életünkben, hogy az energiafelhasználásunk folyamatosan nő. Vegyük például a gépkocsikat: a személyautók fogyasztása – bár a korszerű belsőégésű motorok kevesebbet fogyasztanak – nem csökkent, továbbra is a 10l / 100km érték körül mozog. Ennek oka, hogy egy sor kényelmi és kiegészítő berendezés (pl. klímaberendezés) került beépítésre a gépkocsikba, melyek többletfogyasztást okoznak.

Ez a folyamat figyelhető meg a közösségi közlekedésben is. Mindamelllett, hogy a közlekedés pusztán energiafelhasználás tekintetében hatékonyabb, mint a legmodernebb és legtakarékosabb egyéni közlekedés, itt is meg kell jelenjenek az újabb, energiatakarékos megoldások. A budapesti közlekedés viszonylatában ennek egyik fontos lépése volt a régebben gyártott Ikarus buszok korszerűsítése, melynek során az érintett típusok motorját „feltöltőssé” alakították, így csökkentve a járművek károsanyag kibocsátását és fogyasztását. Ez a szám nem elhanyagolható, hiszen egy autóbusz (városi használatban) **35-40liter gázolajat** fogyaszt 100km megtétele során. Az újabb gyártású



54. ábra Volvo csuklós autóbusz

buszok pedig már eleve korszerűbb, környezetkímélő, az Euro normáknak megfelelő motorokkal felszerelve lettek üzembe helyezve. Mára elmondhatjuk, hogy a buszállomány 90%-a megfelel a szükséges kritériumoknak.

Az elmúlt évek tendenciája azonban mégis az, hogy egy bizonyos szint után a járművek fogyasztása nem csökken tovább. Ennek oka kettős: a korszerű buszok motorteljesítménye (kisebb löket-térfogat mellett is) megnőtt, a városi közlekedésben való jobb gyorsítóképesség és a dinamikusabb mozgás érdekében, ellenben ez a teljesítménynövekedés fogyasztásnövekedéssel is járt. A másik ok a légkondicionáló berendezések megjelenése, erre példák a nemrégiben beszerzett Volvo autóbuszok, melyek éves szinten **6%** körüli többletfogyasztást indukálnak, a klímaberendezések működtetése miatt.



55. ábra Ikarus 412-es autóbusz

eléréséhez klímaberendezés alkalmazására is szükség van. Így a második szériás, 50db Volvo 7700A autóbusz már beépített klímaberendezéssel érkezik a fővárosba.

Joggal merül fel a kérdés, hogy ez a berendezés mennyiben befolyásolja a jármű fogyasztását, mennyibe kerül ennek a többletszolgáltatásnak az üzemeltetése? Maga a klímaberendezés beszerzésének költsége mintegy 3 millió Forint körül alakul. A berendezés 25kW teljesítményt vesz fel (kompresszor és generátor hajtása), ezzel arányos mechanikai munka szükséges a hűtőkörfolyamat üzemének fenntartásához. 220g/kWh üzemanyagfogyasztást feltételezve a klímaberendezés gázolajfogyasztása 4,4kg/h, azaz megközelítőleg 5l/h. Ez nem realizál teljes mértékben többletfogyasztást, a valóságban a számított érték fele tekinthető annak. Évente 1000 üzemórával számolva (a meleg nyári nappalok összessége), a fenti 50%-os tényezőt figyelembe véve a fogyasztás: $5l/h \times 1000h \times 0,5 = 2500$ liter többletre adódik.

A számításban szereplő Volvo autóbuszok, utastér hűtés nélküli gázolajfogyasztása **55l/100km** körül mozog, éves szinten 70000km-es futásteljesítménnyel számolva a klímaberendezés kb. 6%-kal emeli meg a fogyasztást. A 2500 liter üzemanyag többletfogyasztás évente 400.000 Forint körüli költséget jelent járművenként, továbbá ehhez adódik mintegy 50.000 Forint körüli éves karbantartási díj (betétek, patronok cseréje, tömlőcserék, gáztöltet pótlása stb.). Mindezt az 50db Volvo járműre vetítve, éves szinten mintegy **23 millió Forint** többletköltség számítható. Gondolatban az 1400 járműből álló parkra kivetítve pedig **700 millió Forintos** nagyságrend volna a járművek klimatizálásának költsége. (Bár ez elsőre elég rémisztő összegnek hat, a szinte teljes állomány légkondicionálása nem példa nélküli; néhány dél-európai nagyváros már rendelkezik ilyen viszonylatokkal.)

Ha egy villamos kapcsán, annak téli fűtéséhez szükséges energiamennyiségét vizsgáljuk, egy busznál ugyanezt kell megtennünk az utastér nyári hűtésének szempontjából.

Budapesten az első szériás Ikarus 412-es autóbuszok szellőztetése nem volt kielégítő, ezért a második sorozatban a járművek már nagyobb nyitható felületű utastéri ablakokkal készültek. Bár az ablakok cseréjére és a szellőztető rendszer módosítására több járműtípusnál is sor került, a forró nyári napokon a megfelelő utastéri légáramlás és hőmérséklet

Az autóbuszok fűtése a motorok hulladékhőjének felhasználásával történik: az így melegített és keringetett folyadék hőt ad le az utastéri fűtőberendezésekben. A fiatalabb típusokban a motorok hulladékhője annyira kevés, hogy az járműfűtésre nem alkalmazható.

A fentiek mellett – mint már említettem – itt is fontos szempont, hogy a járművezetőknek is meghatározó szerepük van a fogyasztás alakulásában. Felmérések igazolják, hogy egy „takarékos” járművezető ugyanazt a fordulót akár 30%-kal kevesebb energia felhasználásával teheti meg, mint pazarló társa. A buszvezetőknél takarékosági rendszer került bevezetésre, így a járművezetők anyagilag is ösztönöztek a takarékos vezetésre. (A villamos járművezetőknél ilyen rendszer sajnos még nem került bevezetésre.)

A BKV Zrt. számára kifejezetten fontosak az energiahatékony megoldások, tekintve, hogy a társaság évente **több milliárd Forintot** költ a mintegy 3000 járműből álló parkjának gázolajjal és elektromos energiával való ellátására. A buszközlekedés viszonylatában egyelőre a mind korszerűbb dízel motorok használata a cél, a gázüzemű és üzemanyagcellás („vízbontásos”) technikák jelenleg még nem tudnak elterjedni. Ennek okai a fokozott infrastruktúra költségük (speciális töltőrendszer), a kezdeti fejlesztési stádiumok, magas költségük és ehhez képest mérsékelt hatékonyságuk, mely még ezeket az üzemeket nem teszi versenyképessé a jelenlegivel szemben.

12.4. Trolibuszok fűtése:

Az energiamegtakarítás tekintetében a BKV meghatározó előrelépéseket tett a trolibusz ágazat fejlesztésével: a korszerűtlen, szovjet ZIU trolik helyett, túlnyomórészt hazai gyártású, korszerű, alacsonypadlós járművek állnak forgalomba, melyek energiafogyasztása mintegy fele a régi járműveknek. A járművek a ZIU-9B típus kivételével rendelkeznek beépített (nem hulladékhőn alapuló), frissáramú fűtőberendezésekkel.



56. ábra ZIU-9 trolibusz Budapesten a Keleti pályaudvarnál

12.5. Metró, HÉV fűtése:

Egy fél gondolat erejéig érdemes megemlíteni ezen típusok fűtési rendszerének megoldásait is. A HÉV járművek kocsiként 15kW teljesítményű, az utasülések alá beépített, frissáramú, 3 fokozatban kapcsolható fűtőrendszerrel rendelkeznek. A metró járművein utastéri fűtőberendezés nincs, a túlnyomórészt alagúti üzem miatt ez nem is feltétlenül szükséges.

12.6. Mekkora összegbe kerül a járművek üzemeltetése és karbantartása?

A BKRFT (Budapest Közlekedési Rendszerének Fejlesztési Terve) költségei között meghatározásra kerültek a járművek beszerzésének költségei, azonban a működési költségek becslése nem ilyen részletes, csupán átlagos fajlagos működési költség került alkalmazásra.

Az üzemeltetési és karbantartási költségek elkülöníthetők a járműre és az infrastruktúrára vonatkozóan. Számítása az egy járműkilométerre eső fajlagos költségek, illetve futásteljesítmény szorzataként történik.

Az alábbi táblázat a fajlagos jármű-üzemeltetési és karbantartási költségeket mutatja be (Ft/km). A költségek meghatározásakor feltételeztük, hogy – a már korábban említett – „hosszú” jármű fajlagos költsége megegyezik a Combino villamosok jelenlegi költségeivel, míg az új „normál” villamosok fajlagos költsége a Combino villamosok jelenlegi költségeinek 60%-a.

	Üzemeltetés			Karbantartás			Járműköltség összesen
	Vontatási energia	Személyi jellegű	Σ	Anyag jellegű	Személy jellegű	Σ	
Új jármű (hosszú)	276,5	243,7	520,2	193,1	104,0	297,0	817,2
Új jármű (normál)	193,6	243,7	437,2	135,1	72,8	207,9	645,1
T5C5 (egyes)	90,7	243,7	334,4	56,3	30,8	87,1	421,4
T5C5 (kettes)	181,4	243,7	425,1	112,5	61,6	174,2	599,2
T5C5 (hármás)	217,7	243,7	461,3	168,8	92,5	261,3	722,6
ICS	131,6	243,7	375,3	199,1	100,8	300,0	675,2
ICS2 (kapcsolt)	263,2	243,7	506,9	398,3	201,7	600,0	1106,8
KCSV-7	131,3	243,7	375,0	47,1	72,6	119,7	494,6
KCSV-7-2 (kapcsolt)	262,6	243,7	506,3	94,1	145,2	239,3	745,6
T5C5K2 (kettes)	179,6	243,7	423,3	51,5	64,1	115,6	538,9
TW6000	150,8	243,7	394,5	104,1	61,4	165,5	560,0
Combino	276,5	243,7	520,2	193,1	104,0	297,0	817,2
Használt jármű (hosszú)	301,6	243,7	545,3	208,1	122,8	330,9	876,2
Használt jármű (normál)	150,8	243,7	394,5	104,1	61,4	165,5	560,0

A fajlagos infrastruktúra-üzemeltetési és karbantartási költségek (Ft/km) minden járműtípus esetén azonosak.

	Infrastruktúra üzemeltetés	Infrastruktúra karbantartás	Infrastruktúra összesen
Villamos	33,3	55,7	88,9

Fentiekén kívül számolni kell a villamosok meghatározott időszakonkénti nagyfelújításával is, mind a használtan beszerzett, mind az újonnan vásárolt járművek esetében. A használt villamosok nagyfelújítására 10 évente kerül sor, a felújítás költsége: **40 millió Forint** járművenként. Az első felújítás éve 2024, ezt követően változatónként évente eltérő darabszámú használt jármű beszerzésére kerül sor. Új járművek esetében a 2020-as célállapothoz beszerzett villamosok nagyfelújításának költsége a 8. évben jelentkezik, értéke a beszerzési érték 4%-a, a 15. évben pedig a beszerzési érték 8%-a.

A trolibusz fajlagos üzemeltetési és karbantartási költségeit az alábbi táblázat foglalja össze.

	Üzemeltetés			Karbantartás			Járműköltség összesen
	Vontatási energia	Személyi jellegű	Σ	Anyag jellegű	Személy jellegű	Σ	
ZIU-9	84,1	257,8	341,9	52,5	35,7	88,2	430,1
IK411T	64,8	225,5	290,3	17,8	29,7	47,5	337,8
IK412T	63,8	243,7	307,4	92,7	31,4	124,1	431,6
GST 12A	69,1	271,2	340,3	57,4	23,0	80,3	420,6
IK280T	78,9	229,0	307,9	42,4	19,9	53,3	370,2
IK435T	96,5	238,8	325,3	93,4	60,3	153,7	479,0
Új (szóló)	69,1	271,2	340,3	57,4	23,0	80,3	420,6
Új (csuklós)	83,0	271,2	354,1	68,8	23,0	91,8	445,9
Használt (szóló)	69,1	271,2	340,3	57,4	23,0	80,3	420,6
Használt (csuklós)	83,0	271,2	354,1	68,8	23,0	91,8	445,9

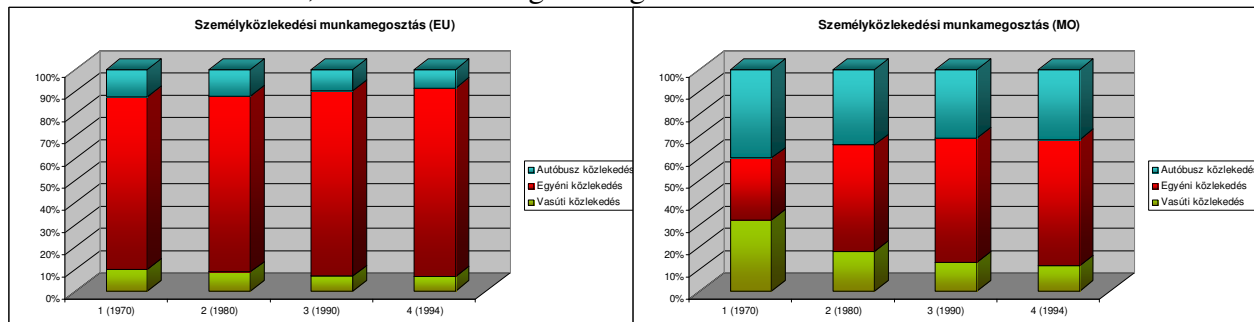
A fajlagos infrastruktúra-üzemeltetési és karbantartási költségek (Ft/km) minden járműtípus esetén azonosak.

	Infrastruktúra üzemeltetés	Infrastruktúra karbantartás	Infrastruktúra összesen
Trolibusz	10,0	1,2	11,2

A nem korszerű járműpark 10 év alatt folyamatosan lecserélésre kerül, feltehetőleg használt járművekre. A csere ezt követően is folyamatos, tehát újabb 10 év alatt ismét lecserélésre kerül. A használt járművek 10 évig maradnak még használatban, így 2030-ra átveszik a régi járművek futásteljesítményét.

13. A közlekedési módok káros hatásai

A gazdasági fejlődés, a globális gazdasági rendszer kialakulása a nyersanyagok, és termékek hatalmas tömegének szállítását igényli. Emellett az urbanizáció és a gazdasági jólét növekedése szintén fokozta a mobilitási igényt. A közúti közlekedés fejlődésével azonban a káros környezeti hatások is erősödtek. Ezek között leginkább a fokozódó légszennyezés (NO_x, SO₂, CO, O₃, CnHm, Pb), a zaj és rezgés okozta ártalmak, a talajszennyezés és a közlekedés által igénybe vett egyre nagyobb földterület jelentik a legnagyobb kárt. Ehhez társul a személyautók számának dinamikus növekedése, melyek a közúti közlekedésben egyre több balesetet okoztak, ezzel növelve a gazdasági károk mértékét.



57. ábra Személyközlekedési munkamegosztás (EU) 58. ábra Személyközlekedési munkamegosztás (MO)

A közlekedés okozta szennyezés megkérdőjelezhetetlenül felelőssé tehető az üvegházhatás erősödéséért, a környezet elsavasodásáért, a sztratoszférikus ózonréteg kialakulásáért, valamint az ember és az élővilág egészségének károsításáért. A gépjárművek által kibocsátott ún. „elsődleges szennyezők” a szén-monoxid, a nitrogén-oxidok (nitrogén-monoxid), a szénhidrogének, az ólom, az aldehidek és a – dízelmotorokból származó – kén-dioxid, illetve korom. Az elsődleges szennyezők, a napsugárzás hatására képződő ózonnal reagálva, további „másodlagos szennyezőket” képeznek.

Az energiaárak gyors növekedése és a környezeti károk erősödése a közlekedési koncepciók átértékelését teszik szükségessé. A nagyvárosokban kialakult, már-már elviselhetetlen helyzet szintén indokolja az eddigi fejlődési irány felülvizsgálatát.

A távolsági áruszállításban a **vasúti** és vízi közlekedés, mind az energia-felhasználás területén, mind a környezeti károk nagyságának



59. ábra Dugó a nagyvárosban

tekintetében, valamint a balesetek gyakoriságának szempontjából is jelentős előnnyel rendelkezik a közúti áruszállítással szemben.

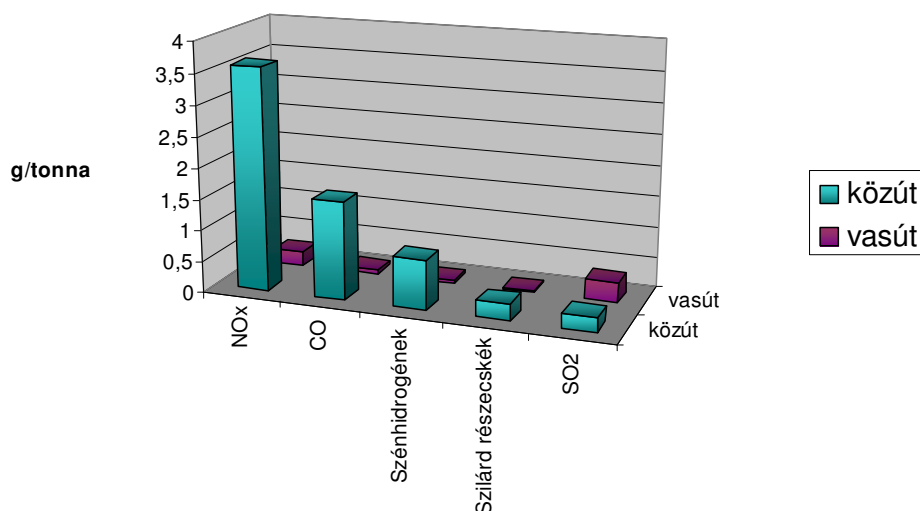
Lényegében emiatt hangozhat el gyakran a közúti szállítással szemben az a vád, hogy a közúti szállítók által viselt költségek csupán a töredékét – egyes becslések szerint mintegy 1/8-át – fedezik azoknak a költségeknek, amelyekkel a társadalmat és a környezetet terhelik (zaj, szennyezés, balesetek, utak térfoglalása stb.).

A vasúti és vízi szállítás versenyképessége növelhető lenne a **kombinált fuvarozás** (konténeres szállítás, tréler-vonatok, kamionok uszályon szállítása) alkalmazásával.

A vasúti és közúti szállítás környezeti hatása Nyugat-Európában.

Megnevezés	Mértékegység	Közút	Vasút
CO ₂	g/tonna	220	50
NO _x	g/tonna	3,6	0,22
CO	g/tonna	1,58	0,07
Szénhidrogének	g/tonna	0,81	0,05
Szilárd részecskék	g/tonna	0,27	0,03
SO ₂	g/tonna	0,23	0,33
Balesetek	Sérült személyek/milliárd tonnakm	248,0	10,0
Helyfoglalás	m ² /tonnakm/év	0,007	0,1125

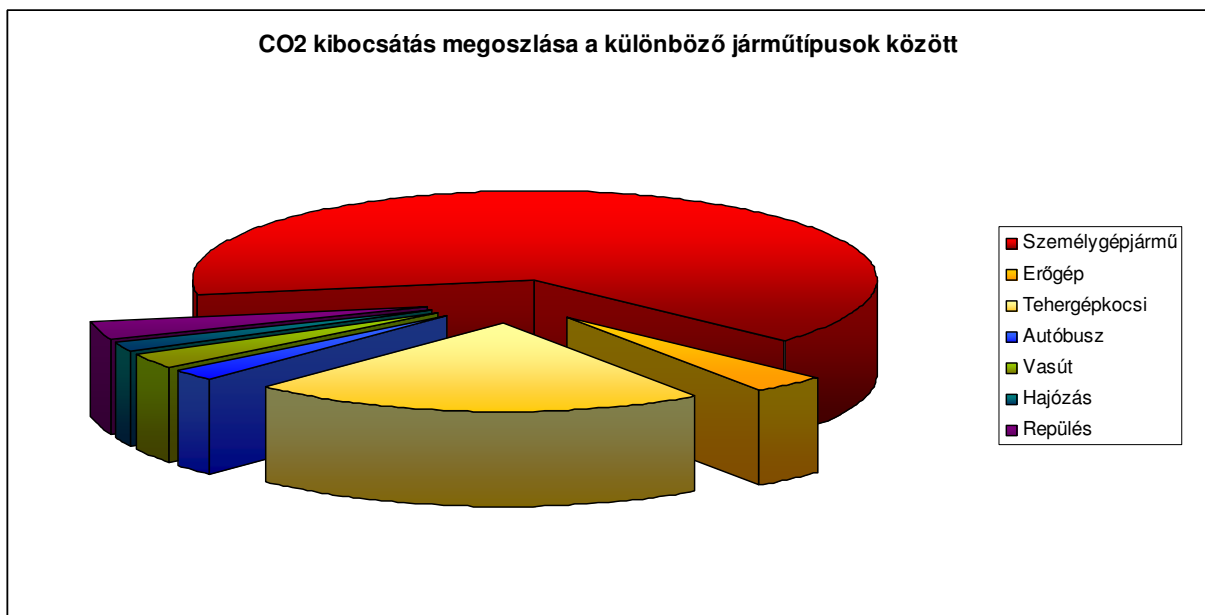
Károsanyag-kibocsátás összehasonlítása közúton és vasúton történő szállítás esetén



60. ábra Károsanyag-kibocsátás összehasonlítása közúton és vasúton történő szállítás esetén

A levegő szennyezésében a személygépkocsi közlekedés kiemelkedő szerepet játszik, szemben a közösségi közlekedéssel, azon belül is a kötöttpályás (vasúti) közlekedési módokkal. A főbb, levegőt károsító anyagok a következőképpen oszlanak meg a közlekedési módok között:

Károsító anyag	Személy gépjármű	Erőgép	Tehergépkocsi	Autóbusz	Vasút	Hajózás	Repülés	Összesen
CO ₂	64,9	3,5	21,6	2,3	2,7	1,9	3,2	100,0
CO	95,9	1,3	1,7	0,3	0,1	0,2	0,5	100,0
NO _x	64,3	0,1	28,2	2,2	2,1	1,5	1,5	100,0

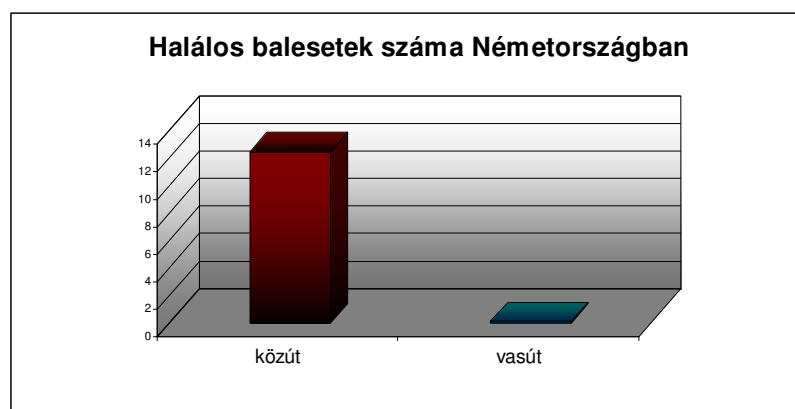


61. ábra CO2 kibocsátás megoszlása a különböző járműtípusok között



62. ábra CO kibocsátás megoszlása a különböző járműtípusok között

Baleseti károk: a közlekedés elkerülhetetlen, legfeljebb mértékében csökkenthető velejárója a balesetveszély. A balesetek következtében anyagi károk, személyi sérülések, legsúlyosabb esetben halálesetek is keletkeznek. A mobilizáció növekedésével világszerte évente 500 ezer, Nyugat-Európában 50 ezer ember veszti életét közúti balesetben. (1 milliárd utaskilométerre vetített halálos balesetek száma Németországban: közúton 12,4 vasúton 0,08.)



63. ábra Halálos balesetek száma Németországban

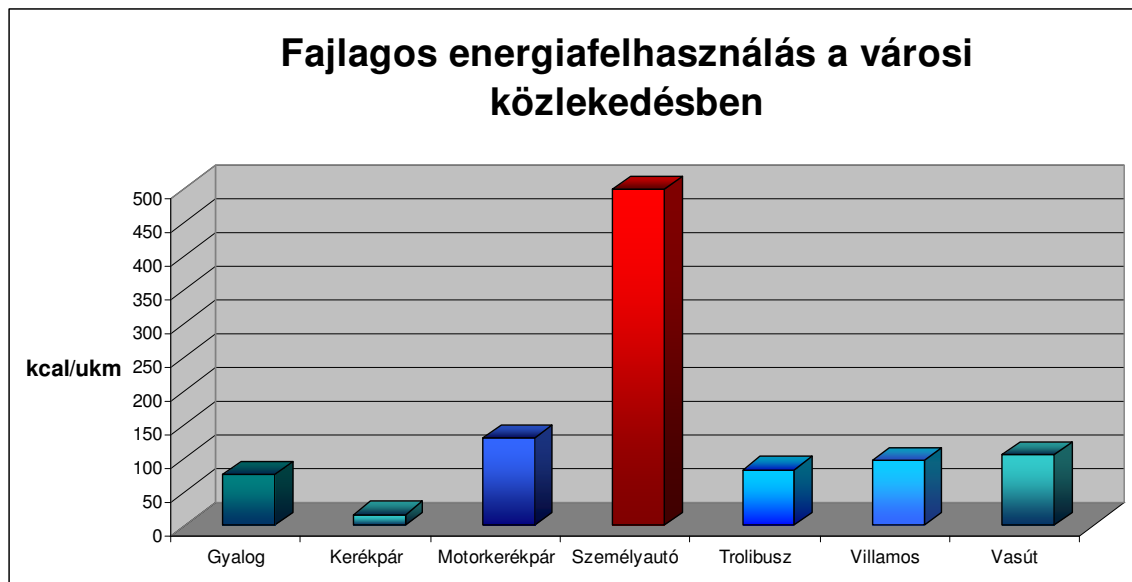
Terület-felhasználás: a modern közlekedés jelentős területet foglal el a mezőgazdaság, illetve más emberi tevékenységek előtt. A távolsági közlekedés tekintetében a vasúti közlekedés területkímélőbb. Egy hatsávós autópálya szélessége 37,5m, egy – ennek kapacitását háromszorosan meghaladó – nagysebességű vasútvonal által igénybevett terület szélessége 13,7m, ezenfelül a vasútvonal által elfoglalt terület 2/3-a zöldövezetté alakítható. Hasonló arányok figyelhetők meg a városi környezetre is, az egyéni közlekedés, illetve a kötöttpályás közlekedési módok tekintetében.

Energiafelhasználás: a különböző közlekedési módok a véges mennyiségű energiaforrásokat eltérő hatékonysággal használják fel. EU-s adatok alapján 100 utaskilométer teljesítmény előállításához:

- IC vonatoknál 2,7-3 liter benzin-egyenértékre
- Személyautónál 5-6 liter benzinre
- Repülőgépnél 6,5-7 liter benzin-egyenértékre van szükség.

Városi közlekedésben a fajlagos energiafelhasználás a következőképpen alakul:

- Gyalog: 75kcal/ukm
- Kerékpárral: 16 kcal/ukm
- Motorkerékpárral: 130 kcal/ukm
- Személyautóval: 300-700 kcal/ukm
- Trolibusszal: 83 kcal/ukm
- **Villamossal: 96 kcal/ukm**
- Vasúttal: 105 kcal/ukm



64. ábra Fajlagos energiafelhasználás a városi közlekedésben

Forgalmi torlódás: a mobilitás növekedésének, illetve az egyéni autózás térnyerésének következtében a forgalom egyre inkább önmagát akadályozza. A magas terület-felhasználás miatt a forgalmi dugók fő okozójaként a személyautók jelölhetők meg, lévén nagyon kevés mobilitási igényt oldanak meg, nagy forgalomkeltés mellett. Egy telt autóbussznak **700m**, egy telt metró-szerelvénynek **10,9km** kocsisor felel meg (24km/h sebességnél).

14. Miért közlekedünk inkább busszal, mint villamossal?

A dolgozat feladata az volt, hogy bemutassa a városi közlekedési módokat, különös tekintettel a buszokra, trolibuszokra és a közúti vasutakra. Most, hogy megismertük ezek történetét, kialakulásukat, tisztában vagyunk a viszonylatokkal, azok számozásával, a járműtípusokkal, méreteikkel, illetve fogyasztásukkal; tegyük fel a kérdést: *miért elterjedtebb a busz közlekedés a nagyvárosokban, mint a villamos?*

Ha tisztában vagyunk vele, hogy a közúti személyszállítás gazdaságatlanabb, „cserébe” szennyezőbb, mint a kötöttpályás közlekedés, ha tudjuk, hogy a villamos üzeme sokkal tisztább, pályája igényesebben kialakítható, mint az autóbuszoké, akkor miért nincs a mostaninál lényegesen több közúti vasút és sokkal kevesebb busz?

A kérdés megválaszolását két nézőpontból szeretném megvizsgálni; az első a történelmi ok. Mint írtam, a budapesti villamosközlekedés 1886-ban indult. Az akkori igényeket ez a közlekedési mód teljes mértékben ki tudta elégíteni. Néhány évtizeddel később - az első világháború előtt - már nagyobb utazási igény jelentkezett, de ez még megoldható volt a villamos motorkocsik után kötött egy, majd két pótkocsival. A második világháborút követő gazdasági fellendülés hatására azonban az európai nagyvárosokban olyannyira megnövekedett az utazási igény, hogy ezt a terhelést a hagyományos villamosközlekedés már nem tudta kiszolgálni.



65. ábra Kisföldalatti a felszínen, a Hősök tere mellett

A nagy forgalmú vonalakat a metró váltotta fel (Budapesten a '70-es évektől), a kisebb forgalmú vonalakon pedig az ekkor dinamikusan fejlődő autóbuszokat használták. Hazánk nagyvárosaiban is hasonló volt a helyzet: a Sopronban, 1900-ban indított villamos közlekedést még 1923-ban felszámolták, a Nyíregyházán 1905-ben indított villamosvonalakat 1969-ben zárták be, a Pécsen, 1913-ban indulókat pedig 1960-ban. Ahol nem szűnt meg véglegesen a villamosközlekedés, ott is jelentősen visszaesett a hálózatok száma, példa erre Debrecen, ahol bár 1911 óta volt villamosközlekedés, mára az eredeti hét vonalból csak egy üzemel. Mivel ezekben a városokban nincs metróvonal, tudható, hogy az utasokat autóbuszokkal szállították a villamosvonalak bezárása után.

Budapesten is több jelentős vonalon megszűnt a villamosközlekedés, köztük a legfontosabb Váci úti, Rákóczi úti és Üllői úti vonalakon.

A másik ok, ami miatt a villamosközlekedés nem tud egyik percről a másikra teret nyerni: az igen magas infrastrukturális beruházási igény. Amíg az autóbuszok elterjedéséhez az is hozzásegített, hogy a közúti hálózat „amúgy is” ott volt és kiépítésre került, addig a kötöttpályás közlekedés terén pont ellentétes tendencia volt jelen: felszedték a síneket. A korábbi villamosvonalak visszaállítása – vagy újak létesítése – több tervezést, kivitelezést és természetesen több pénzt igényelt, mint egy busz ráhelyezése a már ott levő úthálózatra.

Ezenfelül fontos érv a közúti utasszállítás mellett a nagyobb kötetlenség - és ezzel összefüggésbe hozhatóan a nagyobb gyorsaság -, amely lehetővé tette, hogy az utazókat közvetlenül a célhelyre, vagy úti céljukhoz minél közelebb juttassa el. („Door-to-door service” – ajtótól-ajtóig szolgáltatás.)

Mára szerencsére a korábbi tendencia visszafordult és egyre inkább virágkorát éli a kötöttpályás közösségi közlekedés, így a közúti vasút is.

Hogy legyen némi rálátásunk az infrastruktúrafejlesztésben felmerülő költségek nagyságrendjére, tekintsünk egy példát.



66. ábra "Kötöttpályás" buszvonat

Az alábbi táblázat a budapesti villamos és trolibusz hálózatok jövőbeli fejlesztésének beruházási költségeit mutatja be (2014-2020-ig). A fejlécben szereplő számok (1-11) a változatok jelölései, az összegek Milliő Ft-ot jelölnek.

	Villa mos	Troli busz	Villa mos	Troli busz	Villa mos	Troli busz	Villa mos	Troli busz
	2	1	2	4	11	1	11	4
ÉPÍTÉS ÉS BESZERZÉS		140077		137087		101787		98797
Járműbeszerzés		124000		121010		87180		84190
Kocsisín fejlesztés		8276		8276		6776		6776
Kapcsolódó infrastruktúra költsége		7801		7801		7831		7831
TARTALÉK		7810		7660		5820		5670
Járműbeszerzés		6200		6050		4360		4210
Kocsisín fejlesztés		830		830		680		680
Kapcsolódó infrastruktúra költsége		780		780		780		780
INGATLANVÁSÁRLÁS		2000		2000		2000		2000
ELŐKÉSZÍTÉS		1760		1760		1610		1610
Tervezési költség		1610		1610		1460		1460
Kocsisín		830		830		680		680
Kapcsolódó infrastruktúra		780		780		780		780
Egyéb előkészítés		150		150		150		150
SZOLGÁLTATÁSOK		3840		3760		2810		2750
Mérnök, lebonyolító		2790		2730		2060		2000
Infrastruktúrafejlesztéshez kapcsolódó lebonyolító mérnök díja		310		310		320		320
Járműbeszerzéshez kapcsolódó lebonyolító mérnök díja		2480		2420		1740		1680
Tájékoztatás és a nyilvánosság		140		140		100		100
Közbeszerzési eljárások		350		340		250		250
Könyvvizsgálói díjak		350		340		250		250
Jogi szolgáltatás		210		210		150		150
PROJEKTMENEDZSMENT		1000		1000		1000		1000
TELJES KÖLTSÉG		156487		153267		115027		111827

15. Összegzés

Végezetül vizsgáljuk meg, hogy hol lenne szükséges a villamosközlekedés visszaállítása, esetleg új viszonylat létesítése, illetve milyen egyéb tényezők volnának szükségesek ahhoz, hogy a közúti vasút rendszere hatékonyabb és versenyképesebb közlekedési móddá válhasson az utazóközönség szemében.

A villamos (és trolibusz) járművek fejlesztési célja a Budapest Közlekedési Rendszerének Fejlesztési Tervében (BKRFT) megfogalmazottak megvalósítása, miszerint 2020-ig a budapesti villamos- és trolibuszhálózat egészén közlekedjenek alacsonypadlós, az utaskényelmi igényeknek megfelelő járművek, elfogadható gyakorisággal, ezzel lehetővé téve az akadálymentes közösségi közlekedést és a szolgáltatás színvonalának javítását.

A BKRFT 5. prioritása nevezi meg a kötöttpályás közforgalmú közlekedés hálózatszerkezetének korszerűsítése érdekében kitűzött célokat és intézkedéseket: *„Az utas számára a közösségi közlekedés vonzó színvonalát a hálózatszerkezet megfelelősége, a jármű komfortja és a szolgáltatás színvonala biztosítja. [...] A közösségi közlekedés fejlesztésének a közlekedéspolitikai célokban megfogalmazott indoka: az utazások arányában a közforgalmú közlekedés - területenként változó - túlsúlyának megőrzése, az utazási igények: színvonalas, biztonságos, gazdaságos és környezetkímélő kielégítése, a lakosság utazásra fordított idejének csökkentése.”*

Fent említett 5. prioritás elsőként a hálózattal összefüggő intézkedésekkel foglalkozik, a városi kötöttpályás gerinchálózat második szintje a közúti vasút (villamos). Így 5/2 intézkedés az **„Új közúti vasúti vonalak építése, fejlesztése”**, melynek 2020-ig megvalósításra tervezett projektjei a következők:

- 1-es villamosvonal meghosszabbítása
- 3-as villamosvonal meghosszabbítása
- 2-es villamosvonal meghosszabbításai
- Pestszentlőrinci lakótelepek (Gloriett, Havanna) kötöttpályás kapcsolatának kialakítása
- Közép-Buda és Óbuda közötti kötöttpályás kapcsolatok (a budai fonódó hálózat kialakítása keretében)
- Műegyetem rakparti vonal megépítése
- Bajcsy Zsilinszky úti vonal visszaépítése (Lehel út villamossal összekötése)
- Rákóczi úti villamos visszaépítése
- 50-es villamos meghosszabbítása

1-es és 3-as villamosvonalak fejlesztése:

A projekt keretében az 1-es villamos vonala 3,2km hosszon meghosszabbításra kerül (a Fehérvári útig). A viszonylaton 5db új megálló épül, illetve felújításra kerül a jelenlegi 13,4km hosszú vonal is. Ezen a vonalon megújul 24db megálló teljes arculata, miközben a peronok felújítása és az akadálymentesítés is megtörténik. Ezenfelül 7db kiemelt utasforgalmú megállónál a peronok teljes hosszban – a lépcsőfeljárókkal együtt – lefedésre kerülnek.

A 3-as villamos 13,1km-es vonalának felújítása szintén a beruházás része. A vonalon 32db megállóban a peronok átépítésére, akadálymentesítésére és az arcukat átalakítására kerül sor.

Budai fonódó villamos-közlekedés megteremtése:

A fejlesztés legfőbb eleme a 17-es és 19-es villamosok összekötése 1,1km hosszúágban a Bem rakparton. Ezenfelül megvalósul a Frankel Leó úti és a Margit körüti vonalak összekötése. A Széll Kálmán téren megépül a Margit körüti és Krisztina körüti vonalak közvetlen kapcsolata.

A hálózat átalakítása nem csak infrastrukturális fejlesztéseket jelent, hanem a hálózat átalakítását is. Eszerint a 17-es viszonylat megszűnik, helyette (ismét) megjelenik az 56-os jelzésű járat, módosulnak a 18-as, 19-es, 41-es, 49-es, 59-es és 61-es viszonylatok.

42-es villamos vonalának meghosszabbítása:

A projekt fő eleme a viszonylat meghosszabbítása 2,7km hosszan a Havanna és Gloriett lakótelepekig. A leendő elkülönített pályaszakaszon új megállóhelyek és végállomás épül, külön szintű vasúti átvezetéssel. Ezenfelül a meglévő szakasz korszerűsítésére is sor kerül (Ady Endre út, megálló, Határ úti végállomás), természetesen az akadálymentesség biztosításának figyelembevételével.

4-es és 6-os villamosok közlekedésének gyorsítása, forgalomtechnikai jellegű fejlesztésekkel:

A fejlesztés – fentiekkel ellentétben – nem infrastrukturális jellegű. Lényege a nagykorúti jelzőlámpás csomópontok összehangolásának javítása, mely figyelembe veszi a villamosok menetdinamikai jellemzőit. Így biztosítható a menetidő csökkenése a megállókkal és csomópontokkal szabdaltnál.



67. ábra Villamos a Ferenciek terén

Eddig a BKRFT villamos-fejlesztési koncepciója. Az alábbiakban olyan hálózat-szemléletű változtatásokat szeretnék bemutatni, melyek véleményem szerint elősegítenék a villamos-közlekedés népszerűbbé válását.

Mint írtam, a Váci úti, Üllői úti és Rákóczi úti vonalak rendre a metróépítések hatására kerültek felszámolásra. Az akkori koncepció szerint az utazóközönséget a metróvonalak szállították volna el, míg a felszíni közlekedés teljesen átadásra kerül a személygépkocsik és autóbuszok

számára. A fenti logikából egy összetevő maradt ki csupán: az ember. El kell ismernünk, hogy a motorizációs szint emelkedésével és az egyéni utazási igény ugrásszerű növekedésével nem lehetett könnyű feladat megbirkózni, de ma már látjuk, hogy a közlekedés illetően átalakításának emberi és gazdasági hatásai is jelentkeznek. A metróban való közlekedés gyorsabb, tény, ellenben nyomasztó a föld alatt, a sötétben utazni. Eközben a felszínen - már - nincs kötőtpályás alternatíva, csak a buszok és autók keltette zaj, bűz és füstköd (szmog).

Mint a jelenlegi kezdeményezések is mutatják, a főváros több megszüntetett vonalon is próbálja visszaállítani az eredeti közúti vasúti közlekedést. Erre példa a Kossuth Lajos utca - Rákóczi út viszonylata, ahol is az Erzsébet híd pesti oldalától, az Astorián át minimum a

Blaha Lujza térig de akár a Keleti pályaudvarig is szükséges volna a (44-es) villamosvonal visszaállítása. Ezenfelül a lehetőség adott lehetne a meghosszabbításra mindkét irányban: tehát mind az Erzsébet-hídon át Budára, mind a Thököly úton a Bosnyák térig történő bővítésre. Előbbi esetben a viszonylat kapcsolódhatna a már szintén ismertetett budai fonódó villamos hálózatba, akár a Móricz Zsigmond körtérenél, akár a Savoya parknál létesített végállomással.

Utóbbi esetet vizsgálva pedig látnunk kell, hogy a 4-es metró jelenlegi szakasza a Keleti pályaudvarig fog tartani és nem tovább. Személy szerint úgy gondolom, hogy a projektben érdekelt összes résztvevő annál jobban fog örülni a (majdan) végre lezáródó beruházásnak, mintsem hogy belátható határidőn belül „előlről kezdjék” azt, a Keleti pályaudvartól Újpalotáig. Ezen feltételezés helytállóságára adhat okot a 3-as („kék”) metró példája is; ez a beruházás évtizedek alatt sem érte el az eredeti célját, lévén sem Káposztásmegyer, sem Kőbánya tervezett becsatlakoztatása nem valósult meg a viszonylaton.

Ellenben, ha a 4-es metró vonala csak a Keletiig fog tartani, joggal merülhet fel a kérdés, hogy *mit is vált ki az új vonal?* A Tétény / Kelenföld felől érkezőket gyorsan be tudja majd vinni a Kálvin térig, vagy a Keleti pályaudvarig, tény. De aki a 7-es busz vonalán tovább is szeretne közlekedni, az vajon igénybe fogja-e venni a metró, vagy inkább végig a buszjáratral fog utazni (továbbra is)? Tapasztalataim szerint a 7 és 7E jelzésű buszok Újbudáról lényegében egyszerre érnek a Keleti pályaudvarhoz (hiába áll meg a 7E viszonylat kevesebb megállóban, a jelzőlámpáknál rendre „bevárják” – beérik – egymást). Ha ezt kombináljuk azzal, hogy a metróba le is kell jutni, majd onnan feljönni – gondoljunk csak arra, hogy a 2-es metró Keleti pályaudvar alatti megállójából mennyi időbe telik „felmászni” a felszínre – nem vagyok biztos benne, hogy az utazóközönség kevésbé fogja terhelni a buszokat – és ezzel természetesen a Rákóczi út forgalmát.

Mi tehát a megoldás?

Látnunk kell, hogy a fent említett 44-es viszonylat akár Budáról egészen a Keleti pályaudvarig is szállíthatná az utasokat. Ez a vonal – kellő technikai színvonallal, korszerű járműparkkal és megfelelő hangolású menetrenddel – már vetélytársa, sőt, akár kiváltója is lehetne a buszközlekedésnek. De mi történne a Keletitől? A Thököly úton korábban üzemelő viszonylat újra „csatarendbe” állítása lehetne a megoldás, hiszen így a



68. ábra Látványterv a Thököly út koncepciójáról

Budáról, Ferenciek teréről, Astoriáról, Blaha Lujza térről érkezők egy (megfelelő kialakítás esetén) nem túl bonyolult átszállással utazhatnának tovább Zugló, a Bosnyák tér, vagy akár egészen Újpalota viszonylatáig. A Thököly út teljesen alkalmas erre a célra, kellő keresztmetszeti szélességgel rendelkezik (hiszen a középső sávokon még most is ott vannak a sínek), kétoldalt még maradna hely az autóbuszok és személyautók forgalmának is, sőt, irányonként egy-egy kerékpársáv is kialakításra kerülhetne.

A közelmúltban kezdődött el a Ferenciek terének teljeskörű felújítása is. A projekt azért lehet érdekes számunkra, mert itt már megjelenik a leendő villamosvonal elhelyezésének lehetősége. A jelenlegi állapot szinte teljesen megváltozik, eltűnik a tér alá épített személygépkocsi-aluljáró és a Buda felől érkező buszsáv megállója sem az út jobb szélén fog helyet foglalni – ahogy azt jelenleg teszi –, hanem a keresztmetszet közepén, egy külön erre a célra létrehozott járdasziget mellett. Ez az elrendezés a később kiépítésre kerülő villamosmegállók helyét jelöli ki. Mint látható, a keresztmetszet emellett megengedi mindkét irányban két-két sáv létesítését a személygépkocsi-forgalom számára is, tehát a belváros egyik legforgalmasabb „főútvonalán” a személyautóknak továbbra is lehetőségük lesz közlekedni.



69. ábra A Ferenciek tere átalakításának látványterve

Szintén érdekes dolog, hogy ha Magyarországon villamosról esik szó, azt mindig csak a széles körutak, vagy sugárutak közepén tudjuk elképzelni. Gondoljunk csak bele: szinte az összes fent említett példa egy széles út középső sávjain halad; pl. a 4-es és 6-os vonal a Nagykörúton, a leendő vonal a Rákóczi úton, úgyszintén a Thököly úton, vagy Budán a 47-es viszonylat a Fehérvári úton, a 18-as, 47-es és 49-es járatok a Bartók Béla úton és még lehetne sorolni. Természetesen ezek a vonalak jó helyen vannak, de a szűkebb utcákból rendre ki lett tessékelve a villamos: a Belvárosból (Király utca, Baross utca) a '40-es években, a szélesebb utcákból (Bajcsy Zsilinszky út, Rákóczi út) néhány évtizeddel később lett szanálva a közúti vasút. Természetesen ezen okfejtés célja nem az, hogy egy jövőbeli koncepció a Váci utcába akarjon elhelyezni egy villamosvonalat, de azt látnunk kell, hogy a közösségi közlekedést jobban oda kellene vinnünk, ahol a „közösség” van. Ha azt szeretnénk elérni, hogy a villamosközlekedés vonzóbb legyen, akkor a megállóknak és a vonalaknak kell közelebb kerülniük az

emberekhez, hiszen ha a sok átszállás mellé vesszük még azt is, hogy gyalogolni kell egy-egy járatig, könnyen elmehet az utasok kedve a villamosozástól.

Korábban a legtöbb ellenérv a villamosokkal szemben a zaj és a vibráció volt. Mára ezek a problémák a modern villamoskocsikkal, a megfelelő pályaszerkezettel (és mindezek karbantartásával) elhárultak.

Külföldön – érdekes módon – nem okoz problémát, ha egy belvárosi sétálóutcában egy villamosvonal halad, ilyen számos nagy – és kisebb – város közösségi közlekedési viszonylatában találunk. Természetesen ezekből az utcákból a közúti forgalmat teljesen ki kell tiltani.



70. ábra Linz főutcája



71. ábra Combino villamos Amsterdamban

testmozgás” – gondolhatnánk, de arra is figyelmet kell fordítanunk, hogy ezt a párszáz métert milyen környéken kell megtenni (árusok, kéregetők, taxisok, hajléktalanok). Mindeközben a tér közepén egy hatalmas „lyuk” tátong, mely az átépítés előtt sem volt használatos semmire, most meg évek óta lényegében építési terület, így szintén hasznavehetetlen az utazóközönség számára.

Egy másik ellenpélda lehet az Örs vezér tere, ahol a tér egyik szegletében a metróállomás, vele átellenben a HÉV végállomás, oldalukon pedig egy-egy autóbusz- és trolibusz végállomás található. Az utasok többségében a metróhoz igyekeznek - lévén a belvárosba máshogy nem lehet eljutni. Ez azért is kellemetlen, mivel a HÉV végállomása eredetileg nem az Örs vezér terén, hanem a Stadionok állomásnál lett volna, a föld alatt, a metró mellett. Az erre szolgáló vágányok a mai napig ott vannak kiépítve, csak a gödöllői elővárosi viszonylat nem jár rajtuk. Mindez

Szintén érdemes szót ejtenünk az átszállási lehetőségekről. Ezek vizsgálata során két fő szempontot vehetünk figyelembe: egyrészt azt, hogy az utasnak mennyit kell gyalogolnia, míg eljut egyik járatról a másikig, másrészt ennek a társadalmi hatásait.

Vegyük például a Keleti pályaudvart: ha valaki megérkezik a 24-es villamossal a Festetics utcai végállomásra és – tegyük fel – át szeretne szállni Újpest felé valamelyik buszjáratra, kis híján fél kilométert kell gyalogolnia, mire eléri a másik járat megállóját. „Nem árt egy kis



72. ábra Metró és "könnyűmetró" találkozása

Bécsben tökéletesen működőképes; a képen látható metrómegállóban az „U4” jelű *nehézmétró* és az „U6” jelű *könnyűmétró* találkozik. Az azonos viszonylatot kiszolgáló szerelvények bevárják egymást, így az utasok kényelmesen tudnak átszállni és tovább utazni.

Ha hálózati szemléletben gondolkozunk, szintén paradox a 6-os villamos esete a Széll Kálmán téren. A viszonylat nem közlekedik tovább, pedig biztos rengetegen igénybe vennék, ha a végállomása a Déli pályaudvarnál lenne. Tény, hogy a Délihez könnyen el lehet jutni a 2-es metró vonalán, de a Blaha Lujza teret (a Margit híd felé) elhagyva már sokkal kényelmesebb lenne villamossal megközelíteni a pályaudvart. Ehelyett plusz egy átszállással, a föld alatt utazva érkezhetünk meg, így ismét egy hálózat-szemléleti hiba miatt áll vesztesre a villamos közlekedés. (A Déli pályaudvaron a villamos be tudna állni az iparvágányi kapcsolaton a vonatok mellé, így mindjárt sokkal kényelmesebb volna elérni a vonatot.)

Szintén nagy szerep jut a szabályozásnak is, melyet egy példán keresztül szeretnék bemutatni. Korábban említésre került, hogy Magyarországon a villamosok maximális megengedett sebessége: 50km/h. Nem azért ennyi, mert a járművek nem tudnának ennél gyorsabban haladni (mert tudnának, még a régiek is), hanem azért, mert „ez a szabály”. Mint írtam, külföldön (pl. Németországban) ennél sokkal rugalmasabban kezelik a szabályozást, ott sok esetben a villamosok akár 80km/h sebességgel is közlekedhetnek. Tekintsük itthon a Hungária körutat; a személyautók sok esetben 70km/h sebességgel is haladhatnak, hiszen ez engedélyezett nekik. Mindeközben az út közepén, elkülönített pályán haladó villamos maximális sebessége 50km/h lehet. Ha számszerűsíteni szeretnénk, az autók 1,5x gyorsabban is haladhatnak, mint a villamos (maximális) sebessége. Ha ilyen szabályozási feltételek adóttak a közösségi közlekedés számára, hogyan várhatjuk el, hogy versenyképes alternatívát nyújtsanak az egyéni közlekedéssel szemben?



73. ábra "Ki nyer ma?"



74. ábra TW6000-es magasperonos jármű

Fontos még megemlítenünk a magasperonos járművek problémáját is. Magyarországon ilyen csak a metróban került kialakításra, a közúti vasutak rendszerében nem. Mindez pedig azért lehet érdekes, mert a főváros a 2000-es évek elején jócskán bevásárolt belőlük; jelenleg 76db ilyen jármű található az állományban. Ez komoly probléma lehet, lévén a német hálózaton nem arra tervezték ezeket a villamosokat, hogy a lépcsőt minden megállóban lenyissák, azt csak alkalmanként használták. Mint korábban említettem, az alacsonypadlós járművek hálózat szinten is hatékonyabbak, hiszen az idős, vagy mozgáskorlátozott utasok könnyebben fel és le tudnak szállni, így erre a többi utazónak sem kell várnia. Tehát, amikor arra gondolunk, hogy „milyen nehéz *felmászni* erre a

villamosra”, ne a német mérnököket okoljuk hanyagságukért, hanem arra gondoljunk, hogy egy olyan típus fut a fővárosi hálózaton, melyet nem erre találtak ki, mi pedig megvettük ezeket a járműveket, ellenben az infrastruktúrát nem építettük ki hozzá. A magasperon mindemellett nem „ördögtől való”, ha egy-egy viszonylaton kiépítésre kerülne, rögtön megoldódna ez a probléma és az utasok – természetesen a mozgáskorlátozottak is – gond nélkül, szintben tudnának felszállni a járműre.

Erre példa lehetne az 1-es viszonylat, hiszen a Hungária körúton nem is lenne feltétlen városképi zavaró elem a magasperonnal épített megálló és a már említett TW6000-es villamos is tudna rajta közlekedni. 2db hannoveri csuklós villamos kiváltja a jelenleg közlekedő hármas Tátrát, az egész viszonylat szükséglete kb. 28db szerelvény, ami 56db hannoveri-t jelent, ennyi rendelkezésre is áll. Ha számolunk az 1-es vonal meghosszabbításával, még akkor is elegendő lehet a jelenlegi 76db-os állomány.



75. ábra Magasperonos megállóhely Stuttgartban

Gondoljunk ezenfelül az utasok biztonságára is: az utazóközönség egy ilyen megállóban védve van az autós forgalomtól, oda behajtani nem lehet – vagy legalábbis igen nehéz. Sajnos az elmúlt időszakban több ilyen balesetre is volt példa.

Végezetül engedjük szabadjára képzelőerőnket és gondoljuk el, hogy egy észak-pesti lakótelepen ilyen rendszerű villamos jár, majd csatlakozik egy elővárosi vasútvonalra, ahol is eljut az egyik pályaudvarhoz. Onnan kétáramnemű villamosként kihajt a belváros felé, ahová szinte percek alatt el tudja juttatni utasait. Remek lenne.



76. ábra A Kossuth Lajos utca átalakításának látványterve

16. Irodalomjegyzék

Szedlmajer László - A trolibusz közlekedés múltja, jelene, jövője

Szedlmajer László - Az utastéri fűtés- hűtés energiaköltségei a BKV Zrt-nél

Szedlmajer László - Közúti vasúti motorkocsik energiafogyasztásának időszerű kérdései

Szedlmajer László - Városi villamos vasutak energiaellátása (2002)

Szedlmajer László - Energiafogyasztás a közösségi közlekedésben (2005)

Dr. Péterfalvi József - Infrastruktúra és közlekedés (Oktatási segédlet, 2007)

A BKV Zrt. 2009. évi paraméterkönyve

Budapesti villamos és trolibusz járműfejlesztés (COWI Magyarország – Városkutatás Konzorcium, 2010)

www.bkv.hu

www.bkk.hu

www.veke.hu

www.hampage.hu