

Városi tömegközlekedés: a budapesti metró villamosenergia-ellátása

Szén István

*Óbudai Egyetem KVK Villamosenergetikai Intézet
szen.istvan@kvk.uni-obuda.hu*

Retro metró

A Budapesten közlekedő emberek egy jelentős része igénybe veszi a BKV Zrt. szolgáltatásait, minden nap utazhatunk a főváros tömegközlekedési járművein, ami évente 1,24 milliárd utast jelent. Az utasok kb. 21%-át a metró szállítja^[1] A reggeli sietség közepette vajon eszünkbe jutott e valaha, hogy milyen energetikai rendszer szükséges ekkora forgalom lebonyolításához? Milyen speciális műszaki megoldások szükségesek az összehangolt működéshez? Mióta áll a nagyközönség rendelkezésére ez a közlekedési forma?

Az első budapesti villamosított vasút a Nyugati pályaudvar és a Király utca között készült el 1887. október 1-jén. A sikeres próbaüzemet követően megalakult a Budapest Városi Vasút (BVV).

A földalatti vasút gondolatát sehol a világon nem követte olyan gyors megvalósítás, mint Budapesten, így az 1894-es terv zsúrit követően megindult a munka, s 1896. május 2-án elindult az európai kontinens első földalatti vasútja.

Az új műszaki alkotás több szempontból is világselő volt. Itt használta a Siemens a villamos vontatást először városi tömegközlekedésben. Villamos motorral egybeépített forgóváz. A villamos energiát gőzgéppel hajtott generátor biztosította. A 350 V-os üzemi feszültséghez szükséges áramot a vasút Akácfa utcai áramfejlesztő telepén termelték. Az alacsony alagút miatt speciális áramszedőt szerkesztettek.

Az 1920-as években, 16-20 LE teljesítményű régi motorokat 60 LE teljesítményű motorokkal váltották fel. A kocsik átalakítása lehetővé tette, hogy áttérjenek az 550 volt üzemi feszültségre.

Az 1960-as években a Ganz-MÁVAG, illetve a Ganz Villamossági Művek 21 db. új csuklós motorkocsit gyártott. A kocsik növekvő teljesítménye szükségessé tette az energetikai fejlesztéseket. Új "alállomás" épült a Mexikói úti végállomáson a felszín alatt.



1. ábra: Az épülő alagút

Mindeközben 1950-ben megkezdődött a 2-es metróvonal építése, amely jelentős ütemben haladt 1954-ig, ekkor egy kormányrendelet értelmében beszüntették a munkálatokat. Ekkora elkészült a 825 V egyenáramot szolgáltató áramátalakító, melyet az Elektromos Művek Vajda Péter utcai 120 kV-os szabadtéri állomása táplált. Az építkezések leállását követően 10 évig gyakorlatilag csak állagmegóvást végeztek az addigra megépített műtárgyakon. 1963-ban újabb törekvések körvonalazódtak a munka folytatását illetően, s 1964-ben újra elindult az építkezés. Talán sugall valamit a kor történelmi helyzetéből a következő idézet " beruházás elsődleges célja Budapest tömegközlekedésének javítása, másodlagos célja pedig tömegóvóhely létesítése a főváros lakossága részére". A Deák tér és az Őrs vezér tér között 1970. április 3-án megindult az üzemszerű forgalom, majd 1972-re a teljes vonalon közlekedett a 2-es metró.

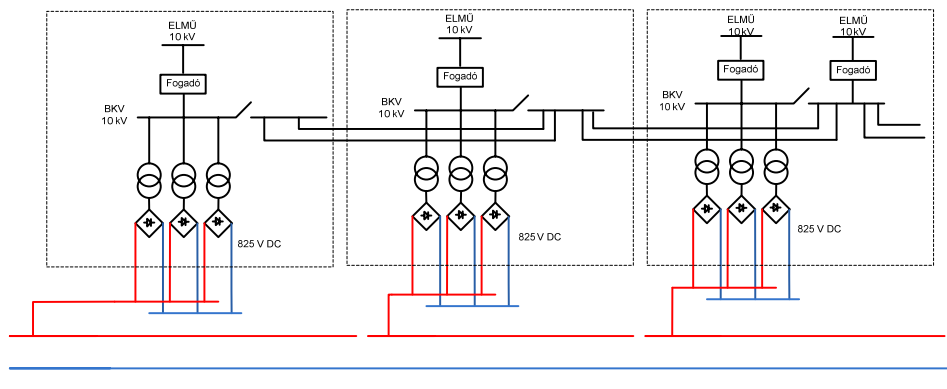
Mindeközben 1970-től megkezdődtek a 3-as metró építési munkái, mely gyakorlatilag 1990-ig eltartott. Az építés ideje alatt bekövetkezett gazdasági - , politikai változások hatással voltak az építkezésre, így nem tudták az északi végállomást kiépíteni Káposztásmegyeren, s maradt a mai helyén Újpest-központban.

A metró biztonságos, az utazási igényeket mindenben kielégítő üzemeltetésének egyik meghatározó tényezője a villamosenergia-ellátás (szellőzés, utas biztonság, közlekedés..stb)

A metró villamosenergia-ellátása:

A metró villamos energia ellátását vontatási (főüzemi) és segédüzemi felhasználás jellemzi. Arányait tekintve a villamos energia kb. 70%-át használja a vontatás. Értelemszerűen a felhasznált vontatási energia nagymértékben függ a közlekedő gépek számától, a járművek egységteljesítményétől és a járatsűrűségtől. A segédüzemi energiát az erőátviteli fogyasztók (mozgólépcsők, szellőztető gépek, vízkiemelők) valamint a világítási fogyasztók használják fel.

A tápellátást biztosító alállomásoknak igazodni kell a földrajzi elhelyezkedéshez, készen kell hogy álljon a dinamikus vasútüzemi táplálásra, továbbá nagy üzembiztonsággal kell rendelkeznie. Az utóbbi kritérium az egyik legfontosabb, így vonalanként több betáplálással rendelkezik a metró, így a helyi áramszünetek nem bénítják meg a forgalmat a metróvonal teljes hosszán.



2. ábra: Villamosenergia-ellátás (részlet)

A 10 kV-os ELMŰ betápok többségében tokozott berendezések találhatók, néhány helyen még találkozhatunk épített cellás berendezésekkel. Itt találjuk a kábelvég-elzárót, a mérőváltókat és a fogyasztásmérőket, továbbá itt foglalnak helyet a középvezettségű csatlakozópontok is. A metró állomásait áramátalakítók látják el. Az áramátalakítók többsége rendelkezik egy 10 kV-os ELMŰ tápponttal és egy tartaléküzemi tápponttal. A tartaléküzemet egy lánckábel látja el, mely a vonal teljes hosszában végigfut az alagutakban. Az alkalmazott kábelek SZAPKMVB (3x185 mm², 3x240 mm²).

Különböző feszültségintű energiára van szükség a vontatáshoz és a segédüzemhez, A vontatási energiát biztosító transzformátorok feszültségintje 10/0,6 kV, teljesítményük 2200 kVA. Megtalálható a hagyományos olaj-papír szigetelésű és száraz transzformátor is, de igazi különlegességekkel is találkozhatunk a föld alatt. A biztonság itt is fontos, így minden transzformátorhoz tartozik egy CO₂ oltóberendezés.

A transzformátorok szekunder oldalán megtalálhatóak a vontatási egyenirányító berendezések, melyek a 825 V-os egyenfeszültséget állítják el, s névleges áramuk 2000-2500 A. Az egyenirányító blokkok által előállított egyenfeszültség a 825 V-os pozitív és negatív kapcsoló berendezéseken keresztül jut a táplálást biztosító áramszedő sinre. A pozitív tápsínek az energetikai körzeteknek megfelelően szakaszoltak, de indokolt esetben ezek a szakaszok össze zárhatók. A negatív polaritás gyakorlatilag az egyik futó sín, mely folyamatos. A negatív egyenáramú berendezés feladata az egyenirányítók negatív pólusairól jövő tápkábelek és a vonali futósínekről a vágány-fójtóttranszformátorokon át érkező negatív visszavezető és szívókábelek szakaszolókon keresztül történő fogadása és elosztása. A pozitív kapcsoló berendezés berendezésben található a védelmek. Itt találkoztam egy érdekes védelmi megoldással, melyet a "hagyományos" villamos energetikában nem használunk, az árammeredekség védelemmel vagy más éven (di/dt) védelemmel.

Feszültségintben és fontossági sorrendben a következő helyen a 0,4 kV-os berendezések foglalnak helyet. Gyakorlatilag ezen a feszültséginten történik a biztonságos utazást lehetővé tevő készülékek energiaellátása (diszpécser központok, szellőztető berendezések, mozgólépcsők, világítás, utas tájékoztató rendszerek). A segédüzem 10/0,4 kV-os 630 kVA, 1MVA teljesítményű transzformátorokról táplálkozik. Általában egy elosztóhoz két transzformátor csatlakozik, melyek egy-egy gyűjtősínfelet látnak el energiával, s szükség esetén az osztott gyűjtősínfelek összekapcsolhatók. Kiemelt fogyasztók mindkét gyűjtősínfélre csatlakoznak (pl.: vasúti biztosító- és hírközlő berendezések elosztói)

Szintén kiemelt fontosságú a metró esetében a szünetmentes energiaellátás. Feszültségintet tekintve a következőkkel találkozhatunk, 3x400V/230V AC, 220V DC, 48V DC, 24V DC.

Biztosítani kell a kapcsolókészülékek működtető tekercsének áramellátását, továbbá a motoros fogyasztók működését, a hírközlő és figyelmeztető berendezések működését, a vasúti biztosítóberendezések szünetmentes táplálását, s természetesen a védelmek és a világítás működését. A szünetmentes áramellátó berendezések üzembiztos működése egyik alapfeltétele az élet- és vagyonbiztonság szavatolhatóságának. Az akkumulátor

telepek töltőjét közvetlenül a segédüzemi főelosztóból táplálják, s üzembiztonsági szempontból redundáns töltőrendszert használnak.

A 48V DC-os feszültséget inverteres tápegységek szolgáltatják. Ezen tápegységeket szintén két oldalról látják el energiával, egyrészt a segédüzemi váltakozó áramú hálózatról, másrészt az akkumulátortelepekről. Áramkimaradás esetén automatikus az akkumulátor telepekről történik a tápegységek energiaellátása. Ezek az inverterek szintén redundáns rendszerben működnek, s terhelhetőségüket tekintve, egyenként 35-40 A-rel terhelhetők.

A szünetmentes váltakozó feszültséget igénylő fogyasztók részére 36 kVA névleges teljesítményű háromfázisú invertereket használnak, s itt is előtérbe helyezték a biztonságot, így mind a betápot tekintve, mind a töltőket és invertereket tekintve itt is duplán találunk minden eszközt.

A metró üzemvitelének vizsgálata során is találkozhatunk a korszerű adatgyűjtő és feldolgozó eszközökkel, melyekből származó információk a diszpécserközpontokban megjeleníthetők.



Felhasznált irodalom:

1. BKV ZRt - Éves jelentés [2009.]
2. Legát Tibor: Közlekedik a Főváros [2008.]
3. <http://www.metros.hu>
4. <http://www.bkv.hu>

Üzemlátogatás:

Energetikai Szakkollégium - üzemlátogatás a BKV DC táppontján, 2008. március 20.