



Üzemlátogatás a budapesti metróhálózat energiavezérlő központjában

2016. március 18-án került megrendezésre az Energetikai Szakkollégium tavaszi, Verebélő László emlékfélévének első üzemlátogatása, amely során a budapesti metróhálózat energiavezérlő központját tekintettük meg.

A látogatásra a VIII. kerületi BKK Futár központban került sor. Miután Darai László úr fogadott minket, elvezetett a diszpécsterszobába, ahol előadónk, Sós András várt ránk. Sós úr körülbelül két órás előadása keretében bepillantást engedett a budapesti metróhálózat irányításának működésébe, kiemelve az energetikai vonatkozásokat.

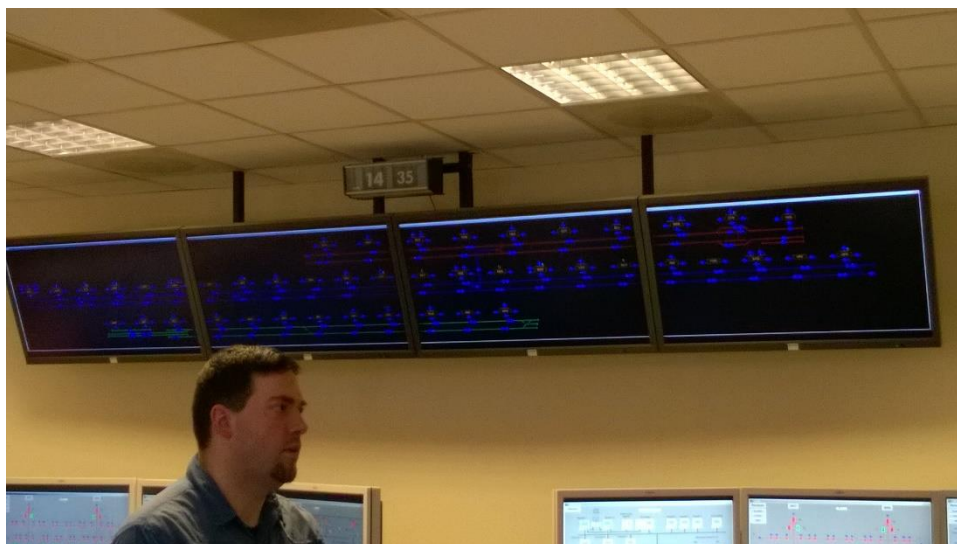
A metróhálózat a BKK által üzemeltetett vonalak hosszának körülbelül 4%-át adja, mégis az utasforgalom 25%-át bonyolítja le, így a főváros legfontosabb közlekedési eszközévé teszi. Jelenleg Budapesten négy metróvonal üzemel, melyek együttes hossza, csaknem 40 km. A VIII. kerületi energiavezérlő központban a 2-es, a 3-as, illetve a 4-es metró energiaellátását irányítják, az 1-es metró villamos energia ellátásáért a Mexikói úti központ felel. A diszpécserház energetikailag egy állomásként szerepel a rendszerben, melynek az energiaellátását ugyanúgy az irányító központból felügyelik.

Mielőtt még részletesebben belemerültünk volna az energiaellátás kérdésébe, előadónk ismertette a BKV Zrt. műszaki struktúráját. Felelősségkör szerint három főmérnökség különül el a vállalatban belül. Az első a karbantartásért, a második az utasforgalomért, a vonatvezetésért és a biztosításért, valamint a harmadik a metró infrastruktúrájáért felelős. Az utóbbi részleg feladata a pálya és az alagút fenntartása, a metró sebességének, illetve a mozgólépcsőknek a vezérlése, továbbá a megfelelő hírközlésnek és a biztonságos közlekedés biztosítása.

A megfelelő működéshez nem engedhető meg a kiesés, ezért ahol lehet, redundáns rendszereket alkalmaznak, azaz több rendszer működik egy időben, így az egyik kiesése esetén is üzemképes marad a rendszer. Ennek következtében

kevés áramellátási hiba lép fel. Alkalmazottak egy egész sora igyekszik a munkájával biztosítani azt, hogy minden megfelelően működjön. A karbantartók a metró karbantartására ügyelnek, az elektrikusok pedig a különböző villamos berendezések időnkénti ellenőrzésével próbálják a hibákat kiszűrni és elhárítani. Az éjjel-nappali felügyeleti üzem igyekszik ellenőrizni az előbbieket megfelelő munkavégzését, illetve üzemzavar esetén az ő feladatuk a hibaelhárítás megkezdése.

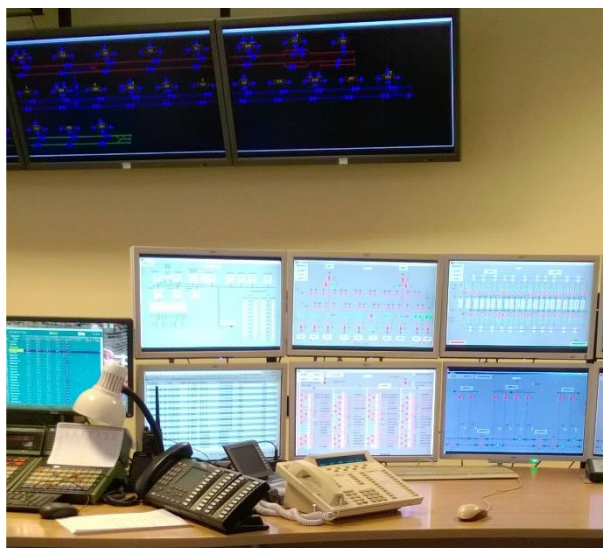
A diszpécserszolgálat is számos feladatkörrel rendelkezik. Az energetikai diszpécser az áramellátásért felelős, ezáltal az elektrikusok felettesének is tekinthető. A központi diszpécser fő feladata az utasforgalom lebonyolítása. A központi forgalmi és menetirányító (KFM) a vonatforgalomért felelős, ő tartja a kapcsolatot a vonatvezetőkkel, illetve ő adja a parancsokat a 4-es metró szerelvényeinek, melyek automatikusan, vezető nélkül működnek. A legnagyobb felelősség a biztonság felügyeletét illeti, ezért a KFM elsőbbséget élvez a többi diszpécserrel szemben. A műszaki diszpécser, aki az állomási gondnokok vezetésével foglalkozik.



Az előadónk bemutatja a budapesti metróhálózatot

A metróhálózat az ELMŰ-től kapja a villamos energia ellátást, melyért nagyságrendileg 100 millió forintot fizet havonta a BKK. Az ELMŰ által szolgáltatott 10 kV-os feszültséget a többnyire az aluljárókban elhelyezett fogadóállomásokban lévő áramátalakítók váltják a megfelelő feszültségszintekre. A metróhálózatban körülbelül 50-60 áramalakító van. A 10 kV mellett a hálózatban megjelenik a 0,8 kV, 0,4 kV, illetve a 48 V is. A pontosabban 825 V-os egyenfeszültséget a vontatásra használják, ahol is a pályán 750 V van jelen. A 0,4 kV-ot a segédüzemek ellátására használják. A segédüzemek közé tartozik például a mozgólépcső, a tűzvédelem, a szellőzés, vagy a biztonsági alapvilágítás. Ezek váltakozófeszültségek és a biztonsági berendezések szünetmentesen kell, hogy működjenek. A 48 V-os feszültséget az utasvédelmi automatika használja. Ha ez kiesik, nem üzemel a közlekedés.

A betápláláshoz redundáns lánckábeleket használnak. A 2-es és a 3-as metrónál két darab, a 4-es metrónál viszont csak egy darab lánckábel van. A vontatást az állomásokon hajtják végre, a 2-es és 3-as metrónál csak minden második megállónál, a végállomáson és a nagy magasságkülönbségek helyén lévő megállóknál. A kijelzőkön megtekinthettük ezeket az állomásokat, illetve a betáplálási irányokat is. Példaként kiemelte Sós úr, hogy a Kossuth téri megálló csak segédüzemű állomás, nem táplál a vontatási rendszerbe. A metró szerelvény mindig arról az állomásról fogyaszt, amelyhez közelebb van. Két fél gyűjtősín van, amely akár dupla betáplálásra is képes.



A diszpécsterszobában található kijelzők

Az esetleges zárlatokat a zárlatvédő automatika figyeli. A 3-as metrónál csak a központban van, a 2-es és 4-es metróknál viszont állomásonként van ilyen rendszer. Két fajta zárlatot lehet megkülönböztetni, melyek során más reakció várható. Mindkét esetben az árammeredekséget vizsgálja. Távoli zárlat esetén egy bizonyos értéknél kapcsol le a rendszer. Közeleli zárlat esetén, viszont gyorsan reagál, több 100 A/ms-os értéknél pár ms alatt megtörténik a lekapcsolás. Zárlat esetén, ha a transzformátor túlmelegedik, illetve dióda hiba lép fel vagy a nagy áram érték tartósan fenn áll, akkor a zárlatvédő automatika működésbe lép, megszünteti a zárlatot. A védelemre leginkább a berendezések megóvása érdekében van szükség. Minden zárlatvédelmi eszköz működése után kötelező a karbantartás. A berendezések mellett az emberi élet a legfontosabb, ezért fektetnek nagy hangsúlyt az érintésvédelemre is. Ezt természetesen mind a személyzet, mind az utasok számára biztosítják. Abban az esetben, ha az utas beesne a pályára, szakaszolókkal azonnal leválasztják a pályaszakaszt, majd földelik. A biztosító berendezések pedig figyelmeztetik a közelgő vonatot is. A hálózatban jelen van a kóboráram, amelyet kóboráram figyelő rendszerrel próbálnak kiszűrni.

Az energia minősége a metróhálózaton is kiemelten fontos. A minőség megtartása érdekében a zavarcsúszás és a teljesítménytényező ($\cos \varphi$) megfelelő értéken tartása kulcsfontosságú. A 4-es metró jellemzően kapacitív, a 2-es és 3-as metró pedig induktív jellegű. Ezek kompenzálása szükséges.

Az energiahatékonyság az egyik legfontosabb szempont egy rendszer energiaellátásánál. A kedvező helyzet eléréséhez a cél az energia megtakarítás. Ehhez a vállalat több megoldást is bevezetett az utóbbi időben. A 4-es metró vezetésének az automatizálásával 7%-ot spóroltak az energiafogyasztáson. Ezt a metróvezetők vezetési stílusának tudható be. A másik hasznos megoldás a fékezési energia rekuperációja. Az ALSTOM által gyártott, újabb típusú szerelvények a fékezési energia egy részét visszatáplálják az egyenáramú hálózatba. Ez csak a 2-es és a 4-es metrónál van jelenleg, de a 3-as metró is ilyen lesz a felújítás után. A rekuperáció hatásfoka 20-25%. A visszatáplálás 900 V-on történik. Ezt az energiát valós időben az éppen induló vonatoknál lehet leginkább hasznosítani. Ha nincs olyan vonat, amely éppen abban a pillanatban indulna, az energia eldisszipálódik. A legjobb rekuperációs hatásfokot a csúcsidőben lehet elérni, ugyanis a hatásfokot a komplex rendszerre kell nézni, nem szerelvényekre. Ebben az időszakban az Észak-déli irányban 29, a Kelet-nyugati irányban 18 vonat közlekedik. A rekuperációval nyert energiát nem kifizetődő az ELMŰ részére visszatáplálni, ugyanis azt csak egy alacsonyabb áron veszi át.



A látogatócsoport

A jövőbeli tervekkel kapcsolatban eddig csak elméleti úton foglalkoztak. Az egyik terv az úgynevezett menetrend tervezés, melyben az érkezés és indulás a rekuperációnak megfelelően össze van hangolva. Ennek kivitelezése nem egyszerű, hiszen a valós menetrendet leginkább az utasforgalom határozza meg. További ötletek az energiatárolást tekintik megoldásnak. Jelenleg ez nincs a magyarországi metróhálózaton, viszont külföldön már találunk rá példát. Ennek a megvalósítását több Farados szuperkondenzátorokkal lehetne megoldani, melyek rövid idő alatt fel tudnák venni az energiát és ezt koncentráltan szintén gyorsan át tudnák adni az induló vonatoknak, melyek indulásához körülbelül 4000 A szükséges.

További érdekességként az előadó megemlítette, hogy a metróhálózatnak óvóhelyi funkciót is el kell látnia a polgári védelem miatt. Ehhez megfelelően kiépített rendszert kellett megvalósítani. Jelen vannak hermetikusan elzáró kapuk, vegyi anyagok ellen védő szűrt szellőzők, illetve a szigetüzemű energiaellátáshoz szükséges diesel aggregátorok. Ezek egyébként sosincsnek bekapcsolva, még üzemzavar esetén se.

Az üzemlátogatás során a látogató csapat közelebbről is megismerhette a budapesti metróhálózat működését, irányítását és az energiaellátásának vezérlését. Az előadás során a publikum számos érdekes információt hallhatott, mely gazdagította mind a közlekedésről, mind az energetikáról való ismereteit.

Kerekes Rudolf

Az Energetikai Szakkollégium tagja