

VEREBÉLY LÁSZLÓ ÉLETE ÉS MUNKÁSSÁGA, A KÖZLEKEDÉSI ÁRAMELLÁTÁS KIHÍVÁSAI

2016.03.10.

Az Energetikai Szakkollégium 2016. évi tavaszi, Verebélly László emlékfélévének harmadik előadására 2016. március 10-én került sor. Az érdeklődők Verebélly életpályájáról, oktatási és ipari szerepvállalásáról, továbbá a vasúthálózat villamosításáról és jelenlegi helyzetéről kaphattak információkat.

Első előadónk, Dr. Horváth Tibor közel 10 évig dolgozott közösen Verebélly Lászlóval, előadásában bemutatta volt kollégája életútját, oktatói, tudományos és ipari tevékenységét, külön kitérve a vasút-villamosításban betöltött meghatározó szerepére. A program második felében a Nemzeti Infrastruktúra Fejlesztő Zrt.-től Pálmai Ödön előadásában hallhattunk a Magyarországon alkalmazott nagyvasúti felsővezetékek táplálási rendszereiről és berendezéseiről, továbbá betekintést kaptunk a jövőbeli fejlődési lehetőségekbe az Európai Unió előírások fényében.

VEREBÉLY LÁSZLÓ ÉLETÚTJA, MUNKÁSSÁGA, A MAGYARORSZÁGI VASÚTHÁLÓZAT VILLAMOSÍTÁSA – DR. HORVÁTH TIBOR ELŐADÁSÁBAN

ÉLETÚT

Verebélly László 1883. augusztus 27-én született Budapesten. Édesapja orvosprofesszor, bátyja híres orvos, Verebélly Tibor. Természettudományos érdeklődése már fiatalon megnyilvánult, szenvedélye volt a csillagászat. Mindössze 16 éves volt, amikor már Holdkrátereket rajzolt, és a Fiastyúk 143 csillagának helyzetét jelölte meg megfigyelési naplójában. Csillagászati távcsöve megtekinthető az Országos Műszaki Múzeumban.

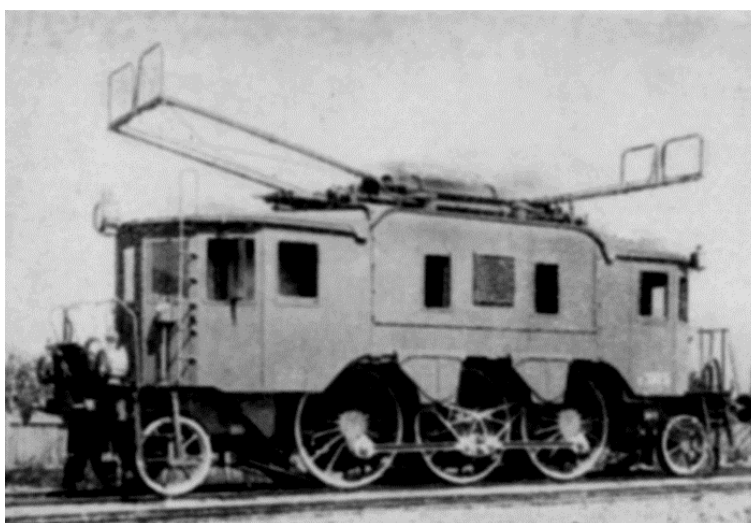
1901-ben a Budapesti Kegyesitanítórendi Gimnáziumban jelesre érettségizett, majd 1906-ban a Királyi József Műegyetemen kitüntetéses gépészmérnöki oklevelet szerzett. 1907-ben tanulmányi gyakorlatra ment a Karlsruhei Műszaki Egyetemre, majd a Westinghouse Electric & Manufacturing Co. pittsburgi gyárába, ahol két évig műhelygyakornokként, majd újabb két évig csoportvezetőként dolgozott. Amerikában villamosmérnöki oklevelet szerzett, amely az elsőnek számított akkor Európában.



1. ábra Az első európai villamosmérnök oklevél

IPARI TEVÉKENYSÉGE

1911-ben hazatért, és a Ganz-féle villamossági gyár próbatermének vezetőjeként szerzett gyakorlati tapasztalatot. Kandó Kálmánnal is kapcsolatba került, aki 1913-ban meghívta Olaszországba, ahol a Societa Italiana Westinghouse által Vado Ligure-ban létesített villamosmozdony-gyárban az általa tervezett villamos mozdonyokat gyártották. Verebélly az üzem számítási és tervezési irodájának vezetése során részt vett a két híres háromfázisú „Kandó-mozdony”, a „Cinquanta” és a gyorsvonati „Trenta” tervezésében. A „Trenta” képes volt akár 100 km/h sebesség elérésére, ami akkoriban kiemelkedő sikernek számított.



2. ábra A „Trenta”, háromfázisú „Kandó mozdony”

Olaszországi munkájának az első világháborúval vége szakadt, mivel az olasz hadbalépéskor behívták frontszolgálatra. Az orosz fronton mint ütegparancsnok tűzértiszt szolgált, majd 1917-ben Bécsbe rendelték, ahol katonai célú vasúti feladatokat látott el, és fogaskerekű villamos motorkocsit is tervezett.

A háború után, 1918-ban a MÁV Villamosítási Osztály vezetőjeként megkezdte a hazai villamosítás szervezését. A bizonytalan politikai helyzet közepette is dolgozott, Budapest román megszállása alatt készült el a Villamosítási Osztály erre vonatkozó első tanulmánya. Az 1919-ben elkészült terv, a vasút villamosítását az országos energiagazdálkodás szemszögéből vizsgálta, mivel az erőművek szénfelhasználása sokkal gazdaságosabb a gőzmozdonyokénál.



3. ábra Baloldalt Kandó, középen a Magyar Elektrotechnika Egyesület akkori elnöke Vilczek Ernő, jobb oldalon Verebély László az Első Energia Világkonferencián

A Budapest-Hegyeshalom vasútvonal villamosítása 1923-ban már eljutott oda, hogy a Kandó által kidolgozott fázisváltó rendszert alkalmazzák és ennek előkészítésére elkészült egy villamos próbamozdony.

A Kandó által tervezett fázisváltós próbamozdonyt 1923. október 31-én Verebély László vezette első útján az alagi kísérleti vonalon. A vasút villamosításának fő szervezőjeként jól kiegészítették egymás munkáját Kandóval, aki zseniális tervezőnek mutatkozott, az 1924-ben Londonban tartott Első Energia Világkonferencián viszont Verebély ismertette a Dunántúl és a vasút villamosítási terveit, illetve harcolt ki hozzá angol támogatást.

Tanulmányt készített a széngazdálkodás problémáinak megoldására, amelynek legfőbb pontjai a következők voltak:

- A hazai kitermelés fokozása a felhasználás csökkentése nélkül. A szűkös készletek még rövidebb idő alatt kimerülnének, mint a korábban becsült 60 év.

- Az ipari termelés visszafejlesztése a szénfelhasználás csökkentése céljából. E mögött az a felfogás bújt meg, hogy Magyarország fejlett mezőgazdasággal, számottevő ipari termelés nélkül is meg tud állni a maga lábán.
- A termelés csökkentése nélkül, sőt reális ütemű fejlesztésével is csökkenteni lehet a tüzelőanyag-felhasználást a hatékonyság növelésével. Ennek megoldása a villamosításban rejlik.

A beruházásból a britek is ki akarták venni a részüket, egy, a brit államkincstár által szavatolt kölcsön keretében. Hosszú tárgyalások után végül 1926-ban olyan pénzügyi ajánlatot tettek, melyet egy év múlva Magyarország el is fogadott.

1930-ra – Verebély vezetésével mindössze 900 nap alatt – elkészült a Bánhidai Erőmű, és az innen kiinduló 110 kV-os távvezetékre csatlakoztak a vasútvonal egyes szakaszait tápláló alállomások. A V40.001 fázisváltós Kandó-mozdonyt Verebély indította el első útjára Bánhidáról Almásfüzitőre 1932-ben. Az eseményt sajnos Kandó már nem élte meg.

AZ ÉLETHOSSZIG TARTÓ OKTATÁSI TEVÉKENYSÉG



4. ábra Verebély egyetemi tanári kinevezésekor

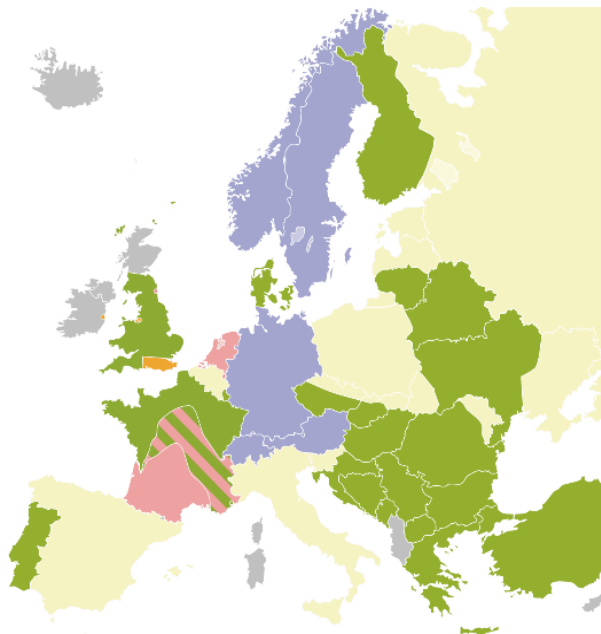
1929-ben nyilvános rendes egyetemi tanárrá nevezték ki és a Műegyetem I. sz. Elektrotechnika Tanszékének (későbbi Villamos Művek tanszék) vezetője lett. Az 1936-37-es tanévben a Gépész- és Vegyész-mérnöki kar dékánja volt. Tanszékén 1936-ban létrehozta a Nagyfeszültségű Laboratóriumot egy 240 kV-os Ganz transzformátorral felszerelve, amit 1943-ban 1000 kV-os lökésgerjesztővel fejlesztett tovább. A front közeledésekor, 1944-őszén megakadályozta a laboratórium készülékeinek „nyugatra mentését”.

1945 márciusától egészen őszig az Egyetem rektorává választották. A világháború befejeződésével a politikai helyzet és az ebből fakadó külső nyomás miatt azonban nem maradhatott tovább pozíciójában. Az 1949-ben alakult Villamosmérnöki Kar egyik első tanszékvezetője is volt. Oktatói tevékenysége során Verebély tankönyvek sorát írta, Villamos erőátvitel I-IV, illetve Villamos Vasutak címmel. A magyarországi villámkutatás elindítója volt, és modellkísérletek alapján kidolgozta a távvezetékek villámhárító rendszerét.

Bár az 1956-os eseményekben nem töltött be aktív szerepet, hamarosan méltánytalanul és megalázó módon nyugdíjazták. Utolsó előadását 1957. július 2-án tartotta, onnantól kezdve soha többé nem tette be a lábát a Műegyetemre, és csak a munkában lévő könyveinek újabb kiadásán dolgozott. 1959. november 21-én hunyt el. Sírja a Farkasréti Temetőben található.

MAGYARORSZÁGON ALKALMAZOTT NAGYVASÚTI FELSŐVEZETÉKEK TÁPLÁLÁSI RENDSZEREI ÉS BERENDEZÉSEI, JÖVŐBELI FEJLESZTÉSEK – PÁLMAI ÖDÖN ELŐADÁSÁBAN

A technika fejlődése tette lehetővé a XIX. század második felében a villamos motor létrejöttét. Alkalmazását, mint vontató motort először az 1879-ben rendezett berlini világkiállításon mutatta be a Siemens. Az első mozdony mindössze 3 LE (kb. 2,2 kW) teljesítménnyel rendelkezett, és három kicsi, a mai pályakocsinak megfelelő kocsi volt. Ennek a villamos vasútnak a feszültsége 150 V volt.



5. ábra Zöld: 25 kV 50 Hz, kék: 15 kV 16 2/3 rendszer, sárga: 3 kV egyen vontatás, rózsaszín: 1.5 kV egyen vontatás, Franciaország egyes részein vegyes üzem

Európa jelenleg igen megosztott a használatos vontatási nemekben. Megkülönböztetünk:

- 750 V-os, 1500 V-os, 3000 V-os DC;
- 16 egész 2/3 Hz-es 15 kV-os AC („német rendszer”);
- 50 Hz-es 25 kV-os egyfázisú AC;
- valamint 50 Hz-es 2x25 kV-os kétfázisú AC

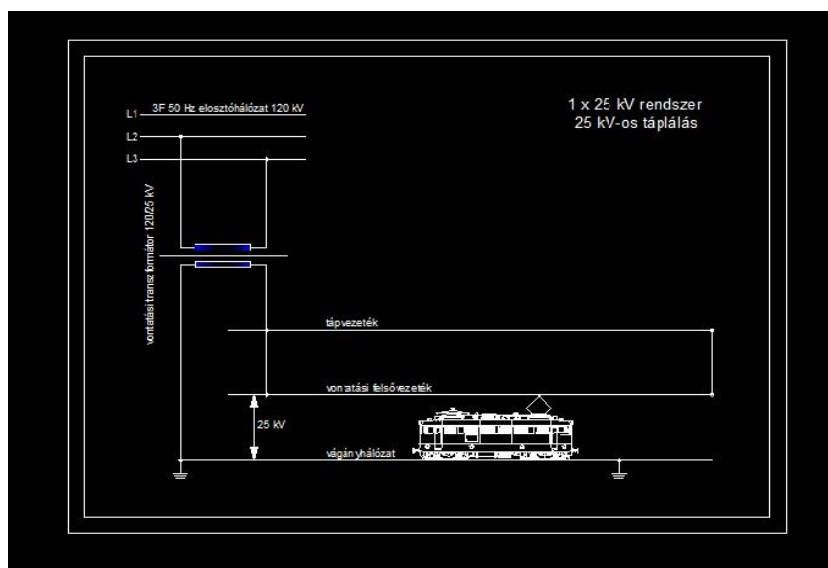
villamos vontatási rendszereket.

Az egyenáramú táplálási rendszer a városi villamos vontatásból fejlődött ki, amely a kor technológiai fejlettsége miatt kisméretű hálózatként alakult ki. Ez a motorok teljesítményének növelésével növekedett egészen 3000 V-ig, ami fölött a szigetelési akadályokat már nem lehetett leküzdeni. Ezt követően terjedtek el a váltakozó áramú rendszerek.

2015-ös adatok szerint a magyarországi 7723 km vasúthálózatból 2993 km van villamosítva, amely kb. 39%-os részarányt jelent.

MAGYARORSZÁGON ALKALMAZOTT VASÚT-VILLAMOSÍTÁSI RENDSZEREK

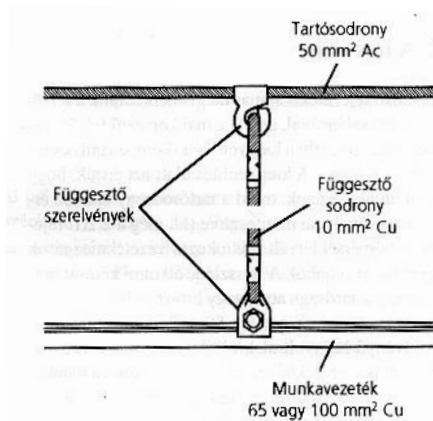
Az alapelvek ma is ugyanazok, ahogyan azokat 100 éve Verebély és Kandó megtervezte. A 25 kV-os, 50 Hz-es vasút-villamosítás alapja a Kandó-Verebély-féle elv, mely a háromfázisú 120 kV-os országos alapelosztó hálózatra csatlakozik aszimmetrikusan 2 fázis közé, és 120/25 kV-os transzformációval valósítja meg egyvágányú pályán, míg a fogyasztó a vágányhálózaton csatlakozik vissza az állomásra.



6. ábra Vasúti felsővezeték táplálása (Forrás: Pálmai Ödön)

Másik megoldás hazánkban a 2x25 kV-os rendszer, mintegy 200 km hosszon. A primer oldalon ugyanúgy a 120 kV-os hálózatra csatlakozik a transzformátor, és a szekunder oldalon, egy autotranszformációval át van emelve 50 kV-os szintre. A tápvezeték és a vonali vezeték között 50 kV feszültségszint van, a vontatási felsővezeték és a föld között pedig 25 kV van. Ezen kialakításnak létezik egy 50 kV-os táplálási szintje is.

FELSŐVEZETÉKEK



7. ábra A tartósodrony és a munkavezeték (Forrás: Rónai Endre)

40 - 50 km/h sebesség fölött minden esetben az úgynevezett hosszláncrendszerű felsővezetékek kerülnek alkalmazásra, ahol a munkavezetékét függesztők tartják, melyek tartósodronyokra vannak felerősítve. Ezzel a módszerrel elkerülhető a munkavezeték – melyről a mozdony az áramot vételezi – nagymértékű hullámossága, és jelentős sebességnövekedést lehet elérni a tartósodrony nélküli megoldással szemben.

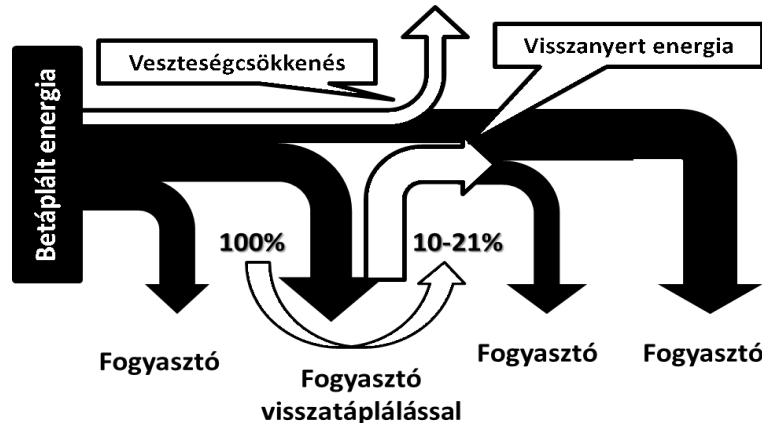
A felsővezetékeket tartó oszlopok a magyar gyakorlatban legfeljebb 75 méterre lehetnek egymástól. Telepítésük során különböző hatásokkal kell számolni annak érdekében, hogy a munkavezeték ne fusson le az áramszedőről, de annyira mégis hullámos legyen oldalirányba, hogy az áramszedő egyenletesen kophasson.

A felsővezetési hosszláncok helyzetét meghatározó tényezők (viszonyítás a vágánytengelyhez):

- lehetséges oldalirányú maximális elmozdulásának mértéke (szélhatás, paletta működési tartománya, kigyózás, oszloptávolság, stb.);
- a felsővezeték vágányjáró sík feletti lehetséges magassági tartománya (minimum, maximum, lejtés, műtárgyak alatti átvezetés, stb.);
- a hosszlánc áramszedő sarunyomás hatására kialakuló megengedhető magasságváltozása;

- a hosszláncra és az áramszedőre ható statikus és dinamikus erőhatások (statikus nyomás, dinamikus tényezők, lejtésváltozások, sebességi hatás, pályatényezők, járműtényezők, áramszedő mozgás, keménypontok, szakaszolások, stb.)

MOZDONYOK ENERGIAFELHASZNÁLÁSA, VISSZATÁPLÁLÁSA ÉS GAZDASÁGOSSÁGA



8. ábra Betáplált, felhasznált és visszatáplált energiák viszonya (Forrás: Csoma András)

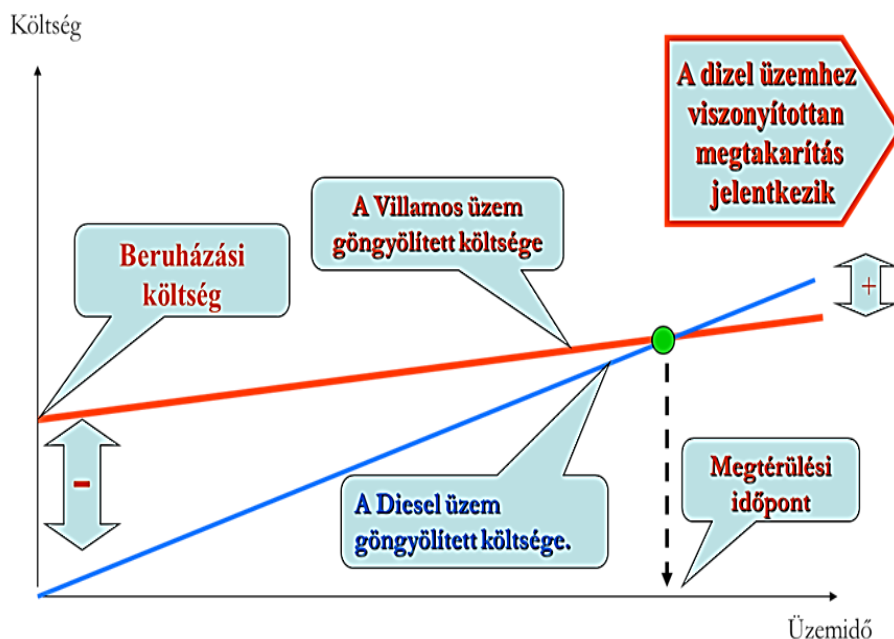
A dízel mozdonyok általában 20-25%-os hatásfokkal üzemelnek, míg egy villamos mozdony belső hatásfoka nagyjából 60%-os, ha a táplálás veszteségeit is beleszámítjuk. A mai korszerű villamos vontatójárművek, motorvonatok a kialakítástól és az üzemviszonytól függően – az elvégzett mérések adatai alapján – a felvett energiának akár 10-21%-át is képesek visszatáplálni. A visszatáplált energia a tápszakazon levő többi fogyasztó energiaigényének ellátására közvetlenül igénybe vehető. Ezen fogyasztók esetében az áttáplált energiahányad nem veszi igénybe a betápláló állomásoktól számítható teljes energiaátviteli utat, nem terheli azt, és így az eredő átviteli veszteségre csökkenő hatást jelent. A képet árnyalja, ha azt vizsgáljuk, hogy a hálózat mekkora energiát tud ténylegesen visszatáplálni: csupán a betáplált energia 2-3%-át.

A beruházások során alapvetően a pénzügyi tényezők a döntőek, mérlegelni kell, hogy érdemes-e villamosítani egy adott vasútvonalat. Egy adott vonal villamosításának gazdaságosságát alapvetően a következő tényezők befolyásolják:

- a beruházási költség nagysága, időbeli eloszlása;
- a beruházás fedezetének forrása, feltételrendszere;
- az új rendszer üzemeltetési költségei;
- a beruházás elmaradása esetén kialakuló üzemeltetési költség nagysága, időbeli változása;
- a szállítási igény nagysága, időbeli változása.

A döntést befolyásolják továbbá a csak bonyolultan számszerűsíthető térségi, makrogazdasági és egyéb szempontok:

- az adott térség fejlesztési célkitűzései, felzárkóztatása;
- környezetvédelmi szempontok;
- nemzetközi kapcsolatok;
- központi alapi, térségi vagy önkormányzati támogatás lehetősége;
- Európai Unió elvárások;
- közlekedéspolitikai határozatok (pl. államközi szerződések alapján létesülő nemzetközi folyosók kialakítása, TSI/AME);
- a szomszéd vasutak fejlesztése;
- az áru fuvarozási, forgalmi áramlatok megváltozása;
- egyes térségekben a „szigetüzemi” rendszer felszámolása az egységes vontatás nem alkalmazásának igénye.



9. ábra Villamosítás beruházásának megtérülése (Forrás: Csoma András)

JÖVŐBELI FEJLŐDÉSI LEHETŐSÉGEK

A Magyarországon alkalmazott villamos vontatási felsővezeték rendszer jelenleg csak 160 km/h-s sebességig alkalmas a villamos üzemre. Hazánkban most nem cél ennél nagyobb sebességet biztosító felsővezeték rendszer kiépítése, mivel a vasúti pálya sajátosságai nem teszik lehetővé ennél nagyobb sebesség elérését. Így jelenleg úgy tűnik, hogy ilyen irányú fejlesztések nem fognak történni a közeljövőben.

Az alább ismertetett fejlesztési lehetőségek azonban már tervben vannak, várhatóan 85%-os EU-s és 15%-os hazai finanszírozással fognak megépülni.

SZABADBATTYÁN – ASZÓFŐ – TAPOLCA – (UKK) - KESZTHELY VILLAMOSÍTÁS, KÖZPONTI FORGALOMIRÁNYÍTÁS MEGVALÓSÍTÁSA

- Az egyvágányú vasúti vonalszakasz teljes hosszában megépül a villamos felsővezetéki rendszer. Ehhez szükséges a meglévő szabadbattyáni alállomás átépítése, teljesítménybővítése, Aszófő és Tapolca vontatási alállomások kiépítése.
- Az állomásokon meglévő D-55 biztosítóberendezések Balatonfüred központi forgalomirányításból (KÖFI) kerülnek felülvezérlésre.
- A felsővezetéki oszlopsoron fényvezetőszálas légkábel, az állomásokon és megállóhelyeken korszerű utastájékoztató berendezések és sk+55 cm magas (sínkorona fölött 55 cm magasságú) peronok létesülnek.
- NATURA 2000 területek közelsége miatt némely szakaszon kialakításra kerül a felsővezetékes madárvédelem.
- Távfelügyelt villamos váltófűtés, térvilágítás, energiaellátás valósul meg.

RÁKOSRENDEZŐ – ESZTERGOM VASÚTVONAL VILLAMOSÍTÁSA, BIZTOSÍTÓBERENDEZÉS KORSZERŰSÍTÉSE

- A Rákosrendező (kizárva) – Esztergom (bezárva) vonalszakaszon feladat a vasútvonal villamosítása, Angyalföld állomás részleges átépítése, Angyalföld és Dorog állomásokon a biztosítóberendezés korszerűsítése, Esztergom állomás megújítása, a felvételi épületek átépítése, a távvezérlés kiépítése, Esztergom állomás mellé a buszpályaudvar áthelyezése, Dorog állomás felvételi épületének átépítése, valamint az autóbuszok részére megközelítő út építése.
- Dorog alállomás megépítése, Istvántelek alállomás bővítése, FET-HETA berendezések kiépítése.
- Térvilágítási munkák, váltófűtések befejezése.

MEZŐZOMBOR – SÁTORALJÁÚJHELY SZŰK KERESZTMETSZET-KIVÁLTÁS ÉS VILLAMOSÍTÁS

- A vasúti vonalszakasz teljes, 42,2 km-es hosszában megépül a villamos felsővezetéki rendszer, melyhez szükséges a meglévő szerencsi alállomás átépítése, teljesítménybővítése. Az állomásokon új biztosítóberendezések kerülnek telepítésre. A felsővezetéki oszlopsoron fényvezetőszálas légkábel, az állomásokon (4) korszerű utas tájékoztató berendezések és 55 cm magas peronok létesülnek.
- A Sárospatak – Sátoraljaújhely állomásközben 4 km-es hosszban, a vágány kb. 1 m-rel történő megemelésével a Bodrog áradása által okozott vonatforgalom szüneteltetés kockázata megszüntetésre kerül. Egyúttal a NATURA 2000 érintettség miatt ezen a szakaszon is kialakításra kerül a felsővezetékes madárvédelem.
- Más projekt keretében a villamosított határátmenet kiépítése rendszerváltó fázishatárral.

PÜSPÖKLADÁNY – BIHARKERESZTES SZŰK KERESZTMETSZET KIVÁLTÁS ÉS VILLAMOSÍTÁS

- A vasúti vonalszakasz teljes, 55,5 km-es hosszában megépül a villamos felsővezetéki rendszer, melyhez szükséges új berettyóújfalui állomás átépítése, MÁV célú bővítése.
- A felsővezetéki oszlopsoron fényvezetőszálas légkábel, az állomásokon (4) korszerű utas tájékoztató berendezések és 55 cm magas peronok létesülnek.
- A vasúti pálya az eddig át nem épített szakaszokon (Püspökladány – Berettyóújfalú és Mezőpeterd – Biharkeresztes) 100 km/h sebességű, 225 kN tengelynyomású hálózattá alakítása a törzshálózati vonalaknak megfelelően.
- Megépül az országhatáron a villamosított határátmenet, rendszerváltó fázishatárral, áttáplálási lehetőséggel.

GYULA – BÉKÉSCSABA – OROSHÁZA – HÓDMEZŐVÁSÁRHELY – SZEGED SZŰK KERESZTMETSZET KIVÁLTÁS ÉS VILLAMOSÍTÁS

- Jelenleg a vasútvonal egyvágányú, dízel vontatású. Engedélyezett sebesség: 80 km/h. Számos mellékvonal csatlakozik hozzá, Orosháza és Hódmezővásárhely fontos csomópontok. Jelenlegi pályasebesség 40/60/80 km/h, a vasúti pálya meglehetősen elavult.
- A tram-train közlekedéssel érintett Hódmezővásárhely - Szeged szakaszon a pálya teljes átépítése szükséges a min. 100 km/h sebesség figyelembevételével. A további szakaszokon a villamosításhoz szükséges feltételek megteremtése a feladat. A teljes szakaszon szükséges a villamosítás kiépítése villamos állomás létesítésével együtt (Orosháza, Szeged).
- Szeged-Rókus pályaudvar részleges átépítése, a tram-train csatlakozás kiépítése, Szeged – Hódmezővásárhely - Népkert között a pálya felújítása, részleges kétvágányúsítás, Hódmezővásárhely belterületén a villamos pálya kiépítése.

ZALASZENTIVÁN – NAGYKANIZSA SZŰK KERESZTMETSZET KIVÁLTÁS ÉS VILLAMOSÍTÁS

- Az előzetes műszaki tartalom összeállítása folyamatban van. A pontos műszaki tartalom meghatározása a készítendő megvalósíthatósági tanulmány alapján lehetséges.
- A vonalvillamosítás 53 km hosszú, egyvágányú pályán valósul meg. Vizsgálandó, hogy az energiaellátáshoz indokolt-e új állomás létesítése, valamint a villamos üzemmódra való áttérés, a sebességkorlátozások megszüntetése és a hibás alépítmény miatt milyen beavatkozások elvégzése szükséges.

MÁV VONTATÁSI ENERGIAELLÁTÁS FEJLESZTÉSE

- A pontos műszaki tartalom meghatározása a készítendő megvalósíthatósági tanulmány (forgalmi, biztosítóberendezési és erősáramú szimuláció) alapján lehetséges. A tanulmány részeként vizsgálni kell a TEN-T vonalak, és Budapest elővárosi vonalszakaszainak energiaellátását energetikai és feszültségesési szempontból, a tervezett vonatforgalomra tekintettel. A megvalósíthatósági



tanulmány készítésekor figyelembe kell venni a párhuzamosan futó projekteket a redundancia elkerülése érdekében.

- A megvalósíthatósági tanulmány alapján, az előkészítés részeként le kell folytatni az engedélyezési tervezést, ami meghatározza majd a kivitelezés pontos tartalmát.

Kelemen Zsolt

Pintér László

Az Energetikai Szakkollégium tagjai