

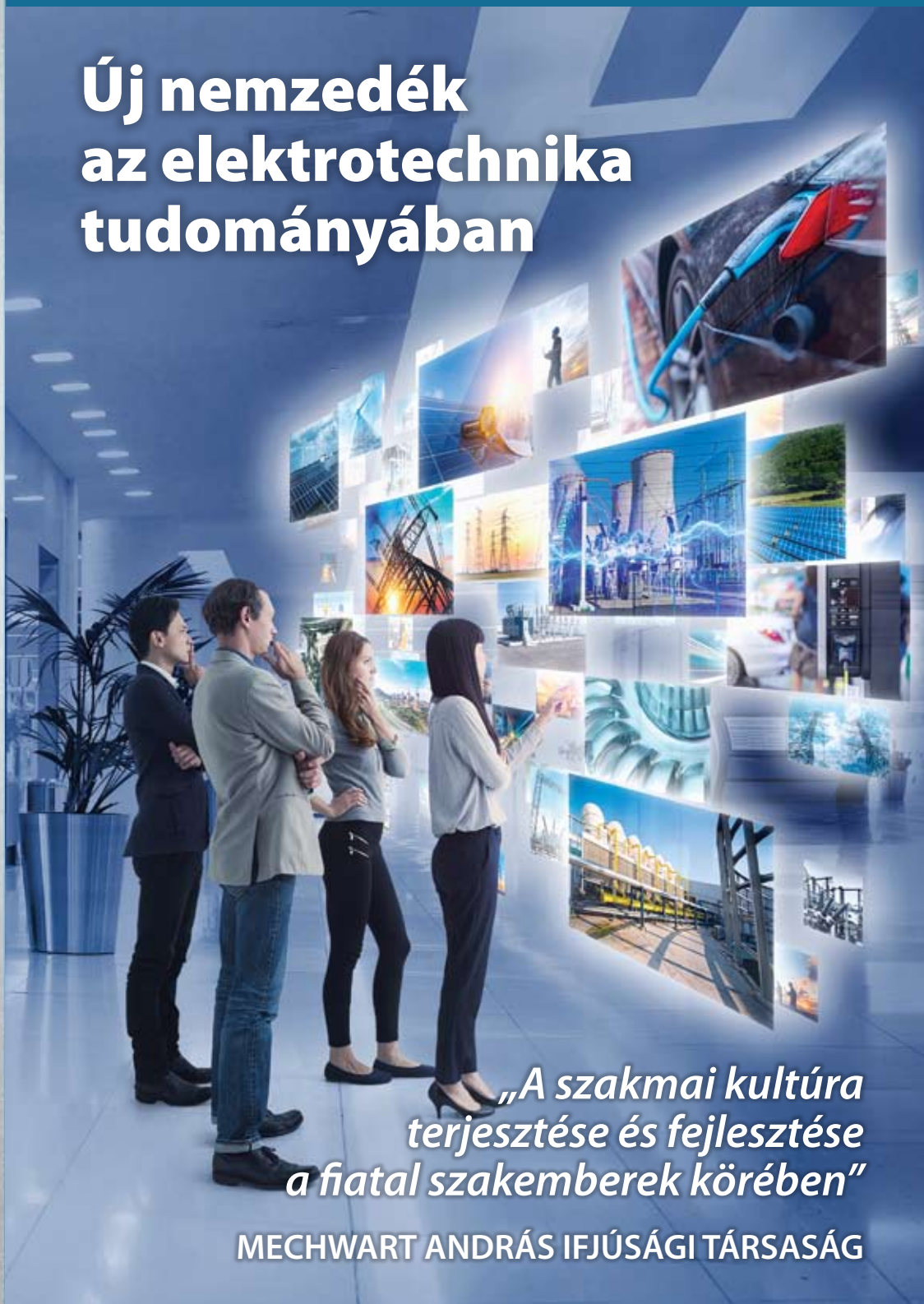
Elektrotechnika

A MAGYAR ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET HIVATALOS LAPJA
JOURNAL OF THE HUNGARIAN ELECTROTECHNICAL ASSOCIATION

■ ALAPÍTVÁ: 1908
■ FOUNDED: 1908



Új nemzedék az elektrotechnika tudományában



*„A szakmai kultúra
terjesztése és fejlesztése
a fiatal szakemberek körében”*

MECHWART ANDRÁS IFJÚSÁGI TÁRSASÁG

Akkumulátoros energiatároló rendszerek alkalmazása kisfeszültségű hálózatok feszültségszabályozására

Egyenáram szerepének újragondolása a váltakozó áramú villamosenergia-ellátásban

Sodronyok felületi impedanciájának meghatározása a 2–150 kHz tartományban

Áramlás alapú és NTC alapú kapacitásaukciók összehasonlító vizsgálata

Elemi polarizációs folyamatok vizsgálata

Portértöltés hatása elektrosztatikus porleválasztó modellben

150 éve született KANDÓ KÁLMÁN a vasút villamosításának úttörője

112. ÉVFOLYAM

2019/11-12

www.mee.hu

Az Ön teljes műhelye –
mostantól akár magával is viheti!



Competence
XXL
Generation II



ÚJ! Az igazi
villanszerelő koffer!

**Wiha szortimens-bőrönd
villanszerelőknék**

- **Növeli hatékonyságát**
Átfogó szerszámválasztékával mindig az éppen szükséges szerszám.
- **Kielégíti igényeit**
Koffer: robusztus, nagy, stabil, biztonságos fedélfékkal.
- **Csökkenti költségeit**
Az optimális nyomaték megvéd az anyag károsodásától és az utólagos javítástól.
- **Kíméli egészségét**
Az ergonomikus markolat kialakítási koncepció könnyebbé teszi a munkát és megelőzi a foglalkozási megbetegedéseket.
- **Fokozza biztonságát**
Nemzetközi díjakkal kitüntetett VDE szigetelt szerszámok, egyenként 10.000 V AC feszültséggel bevizsgálva.



www.wiha.com

wiha 
Tools that work for you

Felelős kiadó: Veisz Imre

Szerkesztőbizottság elnöke:

Hatvani György

Tagok:

Dr. Berta István, Gelencsér Lajos,
Günthner Attila, Veisz Imre,
Dr. Horváth Tibor, Dr. Madarász György,
Orlay Imre, Dr. Vajk István,
Dr. Varjú György, Vinkovits András

Témafelelősök:

Automatizálás és számítástechnika:
Farkas András

Energetika, atomenergia: Hárfás Zsolt
Energetikai informatika:
Haddad Richárd

Energetikai hírek: Dr. Bencze János
Oktatás: Dr. Tóth Judit

Szabványosítás: Somorjai Lajos
Szakmai jog: Arató Csaba

Technikatörténet: Dr. Antal Ildikó
Világítástechnika:

Némethné Dr. Vidovszky Ágnes
Villamos fogyasztóberendezések:
Dési Albert

Villamos gépek: Dr. Marcsa Dániel
Tiszteletbeli rovat szerkesztő:
Jakabfalvy Gyula

Tudósítók:

Kovács Gábor, Lieli György

Szerkesztőségi titkár: Andrassy Katalin

Korrektor: Fejér Petra

Grafika: Kószegi Zsolt

Nyomda:

Innovariant Nyomdaipari Kft. Szeged

Szerkesztőség és kiadó:

1075 Budapest, Madách Imre u. 5. III. e.

Telephely:

1075 Budapest, Madách Imre u. 5. III. e.

Telefon: 788-0520

E-mail: mee@mee.hu

Honlap: www.mee.hu

Kiadja és terjeszti:

Magyar Elektrotechnikai Egyesület
Adóigazgatási szám: 19815754-2-42

Előfizethető:

A Magyar Elektrotechnikai Egyesületnél
Előfizetési díj egész évre: 6000 Ft + áfa

Kéziratokat nem őrzünk meg és nem
küldünk vissza.

A szerkesztőség a hirdetések
és a PR-cikkek tartalmáért felelősséget
nem vállal.

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt.
1900 Budapest, tel.: 06-1-767-8262

Index: 25 205

HU ISSN: 0367-0708



IMEDIA

Hirdetőink / Advertisers

• WIHA WERKZEUGE GMBH

Tartalomjegyzék 2019/11-12

Sörös Péter Márk: Előszó 4

VILLAMOSENERGIA-RENDSZEREK

Bereczki Bence, Dr. Hartmann Bálint:
Akkumulátoros energiátároló rendszerek
alkalmazása kisfeszültségű hálózatok
feszültség szabályozására 5

Dr. Novothny Ferenc: Egyenáram szerepének
újragondolása a váltakozó áramú villamosenergia-
ellátásban 12

**Mohos András, Dr. Ladányi József, Dr. Divényi
Dániel:** Sodronyok felületi impedanciájának
meghatározása a 2–150 kHz tartományban 14

ENERGETIKAI INFORMATIKA

**Sütő Bence, Dr. Divényi Dániel,
Sörös Péter Márk:** Áramlás alapú és NTC alapú
kapacitásaukciók összehasonlító vizsgálata 9

INNOVÁCIÓ

Csányi Gergely Márk, Tamus Zoltán Ádám:
Elemi polarizációs folyamatok vizsgálata 17

Székely László, Dr. Kiss István:
Portértöltés hatása elektrosztatikus
porleválasztó modellben 20

Tóth András, Martina Bálint: Egy új korszak
megjelenése a közepfeszültségű villamosenergia
elosztásban: digitális kapcsolóberendezések,
szenzortechnológia alkalmazása 24

BIZTONSÁGTECHNIKA

Arató Csaba, Kádár Ába, Dr. Novothny Ferenc:
Emlékeztető az Érintésvédelmi Munkabizottság
2019. október 2-i üléséről 27

SZABVÁNYOK

Kosák Gábor: A 2019. III. negyedévében
közzétett, az elektrotechnika területét
érintő magyar nemzeti szabványok 31

OKTATÁS

**Dr. Morva György, Varga Zoltán, Hidvégi Bálint,
Gégényi Róbert:** A villamos-tervezés
az oktatásban 34

TECHNIKATÖRTÉNET

Makai Zoltán: 150 éve született KANDÓ KÁLMÁN a
vasút villamosításának úttörője 37

Tóth Éva: Jeles évfordulókra emlékezett
a Technikatörténeti kiállítás a MEE 66.
Vándorgyűlésén 40

Beszélgetés Makai Zoltánnal, a FEJEZETEK
AZ ELEKTROTECHNIKÁBÓL II. című könyv
megjelenésének alkalmával 43

EGYESÜLETI ÉLET

Kandó Kálmán szakmai nap, Győr 44

VILÁGÍTÁSTECHNIKA

Dr. Szabó Ferenc: Beszámoló Lux et Color
Vesprimiensis „In memoriam prof János Schanda”
2019 konferenciáról 45

NEKROLÓG 46

HÍREK

Beszámoló a 21. International Symposium on
High Voltage Engineering (ISH) konferenciáról.. 11

Tóth Éva: A Magyar Tudomány Ünnepe
az Óbudai Egyetemen 41

Tóth Éva:
XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 42

CONTENTS 11-12/2019

Péter Márk Sörös: Preface

ELECTRIC ENERGY SYSTEMS

Bence Bereczki, Dr. Bálint Hartmann:
Application of battery energy storage systems for
voltage control in low-voltage networks

Dr. Ferenc Novothny: Rethinking the role of
direct current in alternating-current electric
energy supply

**András Mohos, Dr. József Ladányi,
Dr. Dániel Divényi:** Determination of surface
impedance of wire cables in the range 2–150 kHz

ENERGETICAL INFORMATICS

**Bence Sütő, Dr. Dániel Divényi,
Péter Sörös Mark:** Comparative study of
flow-based and NTC-based capacity auctions

INNOVATION

Gergely Csányi Márk, Zoltán Ádám Tamus:
Examination of elementary polarization processes

László Székely, Dr. István Kiss: The effect of dust
space charge in an electrostatic dust separator
model

András Tóth, Bálint Martina:
Emergence of a new age in medium-voltage
distribution: digital switchgear,
sensor technology

SECURITY TECHNOLOGY

Csaba Arató, Ába Kádár, Dr. Ferenc Novothny:
Reminder of the Electrical Shock-Hazard Protection
Work Committee's meeting on 2 October 2019

STANDARDS

Gábor Kosák:
Hungarian national standards for electrical
engineering published in Q3 of 2019

EDUCATION

**Dr. György Morva, Zoltán Varga, Bálint
Hidvégi, Róbert Gégényi:** Electrical design in
education

HISTORY OF TECHNOLOGY

Zoltán Makai: KÁLMÁN KANDÓ was born 150 years
ago, a pioneer in the electrification of the railway

Éva Tóth: The Technology History Exhibition
at the 66th Summit of MEE commemorated
significant anniversaries

Conversation with Zoltán Makai on occasion
of publishing the book FEJEZETEK AZ
ELEKTROTECHNIKÁBÓL II.

ASSOCIATION LIFE

Kálmán Kandó Trade Day in Győr

LIGHTING TECHNOLOGY

Dr. Ferenc Szabó: Report on the Lux et Color
Vesprimiensis „In memoriam prof János Schanda”
2019 conference

OBITUARY

NEWS

Report on the 21st International Symposium on
High Voltage Engineering (ISH)

Éva Tóth: Celebration of Hungarian Science at
Óbuda University

Éva Tóth:
XXXV. Jubilee Kandó Conference 2019

Kedves Olvasó!

Köszöntöm a jelen Elektrotechnika megjelenés szakmai koordinálására felkért Mechwart András Ifjúsági Társaság teljes csapata nevében. A kitüntetett feladatnak megfelelően a lapszám tudományos cikkeit főként a Magyar Elektrotechnikai Egyesület fiatal tagjai, a szakmaterületi pályafutásukat kezdő hallgatók, kutatók, gyakorlati szakemberek jegyzik.

Az MEE ifjúsági társaságaként célnk az elektrotechnika elméleti és gyakorlati tudományának ápolása és fejlesztése, a fiatal szakemberek körében történő terjesztése, valamint a MEE fiatalítási törekvéseinek támogatása. Céljainkkal összhangban a Vándorgyűléshez kapcsolódóan minden évben megrendezzük a Mechwart András Ifjúsági Találkozót. A hallgatók és a fiatal kutatók az idei évben már 9. alkalommal adtak számot a folyamatban lévő kutatásaik eredményeiről.

A fejlesztő-újító munkára szükség van, hiszen a hazai villamosenergia-ipar ismét korszakos változások előtt áll. Az elmúlt évtizedet meghatározó kihívások mellett egyre világosabban látható, hogy újszerű módon kell az energiaellátásunkat kialakítani. Elkerülhetetlen a tiszta energiaforrásokra történő átállás, ahol is a megújuló alapú és a karbonsemleges atomerőművi energiatermelésünket a rugalmas erőművek, energiatárolók egészítik ki a forrásoldalon. Modernizálnunk kell a hálózatos infrastruktúránkat is, melyben katalizáló szerepet tud vállalni a MEE tagsága és működése. Az ellátási lánc végén pedig a fogyasztók, felhasználók, az ügyfelek állnak, akik minőségi és a mindenkori igényeknek megfelelő ellátása végső soron a teljes villamosenergia-ipar egyedüli meghatározója. Mindeközben nemcsak az elérhető technológiák köre változik folyamatosan, hanem számos energiapolitikai, piaci elvárásnak, célkitűzésnek is meg kell felelni, úgy, hogy az ipar legnagyobb munkaadóira a következő években jelentős szervezeti és tulajdonosi átalakítás vár.

Az energiarendszer felvázolt jövőképe tehát mindenki számára ismert, az odavezető úton azonban nemcsak az akadályokat kell legyűrni, hanem még a



pontos útvonalat is folyamatosan keresni szükséges. Erőforrásaink azonban egyre korlátozottabban állnak rendelkezésre. Nem a technológiai vagy a finanszírozási korlátok válnak meghatározóvá, hanem a szakma művelőinek száma fogyatkozik. Nemcsak a MEE fiatalítása tehát a feladatunk, hanem a teljes iparágnak szembe kell néznie a ténnyel, hogy még legalább egy generáció erejéig az újonnan munkavállalóvá váló korosztályok létszáma folyamatosan csökkenni fog.

A MEE már helyesen felismerte, hogy a diák korosztályok bevonásával, erős jelenléttel, aktív és korszerű

kommunikációval reális célként tűzhető ki a műszaki és különösen az elektrotechnikához kötődő fiatalok körének bővítése. Közös felelősségünk, hogy az Egyesület évszázados értékeit, hagyományát méltó módon gondozva az új generációk felé megfelelően tudjuk közvetíteni. Ezúton kérem minden tagtársamat, hogy ennek tudatában egyesületi, ipari, oktatói, tudományos, vezetői munkája során biztassa fiatal munkatársait, kollégáit, barátait, hogy a szakmai munkájuk fejlesztése, széles körben való megismerése érdekében egyfajta mérföldkőként valósuljon meg az eredmények publikálása az Elektrotechnikában, mely színvonalas, hazai megjelenési lehetőséget biztosít ehhez.

Bízom benne, hogy jelen lapszám is, a bemutatott kutatási területek széles palettájával, kellő inspirációként tud szolgálni ahhoz, hogy számos újító gondolat, diskurzus, ötlet kiindulópontjaként szolgálhasson és így vigye előre a hazai elektrotechnikát!

Sörös Péter Márk

MEE Mechwart András Ifjúsági Társaság – elnök

A Magyar
Elektrotechnikai
Egyesület
kiemelt támogatói:



Bereczki Bence, Dr. Hartmann Bálint

Akkumulátoros energiatároló rendszerek alkalmazása kiefeszültségű hálózatok feszültségszabályozására

Kutatásunk célja egy megvalósult hazai akkumulátoros energiatároló rendszer működésének hálózatmodellezéssel való validációja volt. A kutatás során vizsgált transzformátorkörzet DlgSILENT Power Factory szoftverkörnyezetben felépített hálózati modelljét valós mérési adatok alapján aktualizáltuk, majd sztochasztikus szimuláció segítségével vizsgáltuk az egyes csomópontok feszültségviszonyait az energiatároló beépítése előtt, illetve után. Utóbbi esetben az akkumulátoros rendszer kihasználtságának vizsgálata, valamint egy optimális szabályozási holtáv beállítása is cél volt.

The purpose of this study was to validate the operation of one of the first battery energy storage systems in Hungary with the use of network simulations. The model of the examined transformer district was actualized with measurement data, then stochastic simulations were executed to determine voltage values and power flow during operation. Our goal was to examine the utilization of the storage and the voltage values with and without the storage system and to set an optimal regulation deadband.

1. BEVEZETÉS

A termelt és fogyasztott energia mennyisége és eloszlása alapvetően határozza meg a villamosenergia-rendszerek tervezését és üzemeltetését. Ezekben a folyamatosan változó rendszerekben kapnak egyre nagyobb szerepet a fotovillamos erőművek, melyek beépített kapacitása a különböző nemzetközi és állami célkitűzéseknek, támogatásoknak köszönhetően exponenciális növekedést mutat. A napelemes termelők jelentős része a kis- és közepesfeszültségű elosztóhálózatra csatlakozik, ezzel olyan problémákat okozva, mint a betáplált felharmonikusok magas aránya, az ellentétes irányú teljesítményáramlás, a csatlakozási pont feszültségének megemelkedése, a villamosenergia-rendszer inerciájának csökkenése, ezáltal frekvenciaváltozásokra való érzékenységének növekedése, valamint a volatilitás miatti pontatlan menetrendezés.

A magyar elosztói engedélyesek évről évre egyre több pénzt fektetnek olyan innovatív megoldások tesztelésébe, melyek elősegítik az időjárásfüggő megújuló erőművek rendszerbe integrálását. Egy lehetséges módszer az akkumulátoros energiatárolók alkalmazása, melyek gyors válaszidejüknek, valamint csökkenő egységköltségüknek köszönhetően flexibilis és rentábilis megoldást jelenthetnek a közeljövőben. Az elmúlt években több, különböző céllal telepített akkumulátoros pilot projekt is kivitelezésre került Magyarországon.

2. FESZÜLTÉGSZABÁLYOZÁS AKKUMULÁTOROS ENERGIATÁROLÓVAL

Az elosztóhálózatok kiépítésekor a nagy erőművekből az átviteli hálózaton keresztül érkező energia fogyasztókhoz való eljuttatása volt a cél. Ebben a hagyományos struktúrában a kiefeszültségű hálózatok teljesítményáramlásának iránya egyértelműen a betáplálási ponttól, vagyis a KÖF/KIF

transzformátortól a fogyasztó irányába mutatott. A különböző elosztott energiatermelők, jellemzően háztartási méretű naperőművek térnyerésével azonban ezek a konvencionális rendszerek nagy változás előtt állnak.

Az elosztóhálózatokon megjelenő termelők hatására sok esetben megfordul a teljesítményáramlás iránya, ami feszültségemelkedést idéz elő a napelem csatlakozási pontján, valamint a vezetékeken. Mivel a nagymértékű napelemes termelés a déli órákra jellemző – amikor a lakossági fogyasztók teljesítményigénye alacsony –, az okozott feszültségemelkedés a PV rendszerek csatlakozási pontján a szabványos értékek felé emelheti a feszültséget, ezért a PV inverterek túlfeszültségvédelme lekapcsol. Ez a jelenség leggyakrabban a vidéki KIF körzetekben figyelhető meg, melyeket hosszú, kis keresztmetszetű vezetékek jellemeznek. Ezekben a körzetekben – a vonalak végén található fogyasztók feszültségének szabványos értékek felett tartása érdekében – sok esetben a tápláló transzformátor csapolása úgy van állítva, hogy már az induló feszültség is a névleges érték felett legyen. Különös problémát jelent, ha a napelem csatlakozási pontja közel van a transzformátorhoz, mivel ilyenkor a már megemelt feszültségű csatlakozási pontra termel a napelem, így nagyobb az esély a szabványos értékek túllépésére.[1],[2]

Viszonylag kiforratlan – legalábbis hazai viszonylatban – módszer az elosztott energiatároló egységek (ESS) feszültségszabályozásra való alkalmazása. Ilyen célokra leggyakrabban akkumulátoros energiatárolási technológiákat használnak, hiszen ezek a rendszerek rendkívül flexibilis és gyors megoldást biztosítanak mind a túl magas, mind a túl alacsony feszültségértékek szabályozására. Az akkumulátoros energiatároló rendszerek segítségével lehetőség nyílik a déli órák túltermelését eltárolni, majd ezt az esti csúcsidőszakban kisütetni. Mivel a KIF hálózatokat magas R/X arány jellemzi, a feszültségviszonyokat a fogyasztó- és termelőegységek hatásos teljesítményei határozzák meg, ezért célszerűen a KIF hálózatra csatlakozó akkumulátoros energiatárolók is hatásos teljesítményfelvétellel, illetve betáplálással szabályoznak.

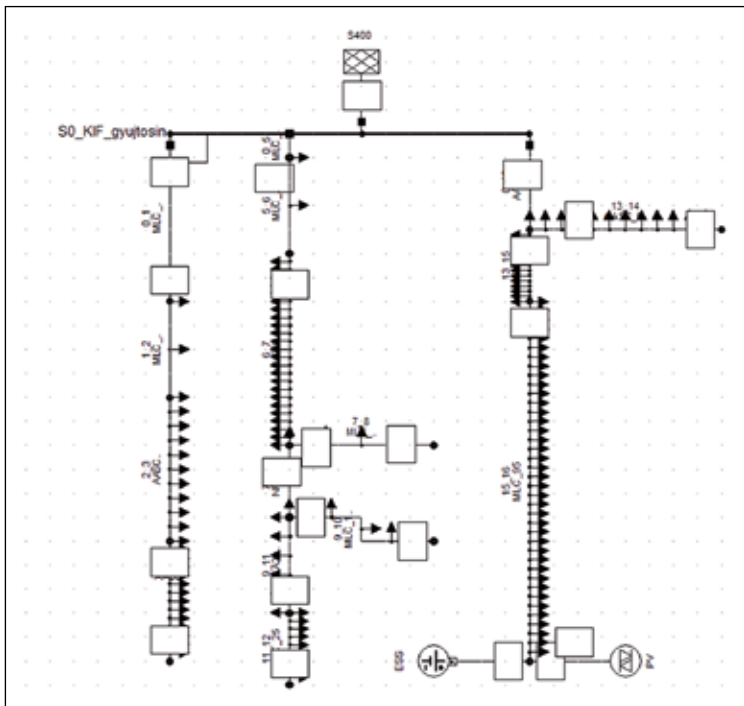
Az akkumulátoros technológia legnagyobb hátránya a magas beruházási költség, de különböző tanulmányok és előrejelzések az akkumulátorárak további exponenciális csökkenését prognosztizálják, így a jövőben Magyarországon is nagyobb teret kaphat ez a megoldás.[2]

3. A VIZSGÁLT KÖRZET BEMUTATÁSA

2018 novemberében adták át Magyarország második, feszültségszabályozási célra telepített akkumulátoros energiatároló rendszerét. A tanulmány további részében ez a rendszer kerül bemutatásra a 0,4 kV-os transzformátorkörzet DlgSILENT Power Factory szoftverkörnyezetben felépített modelljének segítségével.

Ahogy az 1. ábrán is látszik, a körzetet három áramkör alkotja, összesen 140 fogyasztóval. A hálózati végpontok az ábrán balról jobbra haladva rendre az N4, N12 és N16 nevet kapták. A hálózat szabadvezetékes kialakítású. A körzetben található egy 10 kWp teljesítményű napelem is, ami az N16-os csomópontra csatlakozik. Elmondható továbbá, hogy nagymértékű aszimmetria figyelhető meg a rendszerben.

A körzetben jelentkező feszültségpanaszok kiértékelése, valamint egy megvalósíthatósági tanulmány megrendelése után a DSO úgy döntött, hogy pilot projektként akkumulátoros energiatárolót telepít a hálózat feszültségének megfelelő határokon belül tartásához. A DSO által választott rendszer egy 20 kW névleges teljesítményű, 114 kWh hasznos kapacitású akkumulátortelep, amely Li-ion akkumulátormodulokat



1. ábra A vizsgált körzet hálózati topológiája a DigSILENT Power Factory-ban felépített modellben

tartalmaz. Ahogy arról a későbbi fejezetekben részletesen is szó lesz, a BESS kihasználtsága még szűk megengedett feszültségsáv mellett is viszonylag alacsony, így a továbbiakban akár további napelemes rendszerek telepítését is lehetővé teszi, mely beruházások a rendszer megtérülésére is pozitív hatással lehetnek.

4. SZIMULÁCIÓ

A rendszer működésének bemutatásához DigSILENT scriptek segítségével létrehozott sztochasztikus szimulációt végeztünk. A szimuláció során 24 órás periódusokat vizsgáltuk negyedóránként futtatott load-flow számítások segítségével. A modell felépítését, valamint a szimulációs módszertant az alábbi fejezet tartalmazza.

4.1. Modellalkotás

A modellalkotás során a DSO által szolgáltatott adatok kerültek feldolgozásra. A hálózati topológia kialakításához érintésvédelmi rajzok szolgálták kiindulásként, a vezetékek impedanciái pedig kifestésű szabadvezeték- és kábeltárológus adatok alapján lettek meghatározva. A modell felépítésekor egy olyan munkapont létrehozása volt a cél, amely a megadott áramterhelések mellett jó közelítéssel visszaadta a hálózaton mért értékeket. A fogyasztók a vezetékek mentén egyenletesen elosztott terhelésként lettek felvéve az áramterheléseknek és az érintésvédelmi rajzoknak megfelelően, így lehetőséget biztosítva a feszültségesés modellezésére. A hálózati modell minden eleme szimmetrikus és háromfázisú, így az az aszimmetria problémák vizsgálatára, illetve potenciális megoldására nem ad lehetőséget. A szimmetrikus modell használatára az aszimmetrikus fogyasztói modellek, valamint a BESS „balancing” (kiegyenlítő) funkciójának bonyolultsága miatt esett a választás. A transzformátor KIF oldalát a modellben mögöttes hálózat helyettesíti, mivel a szimuláció során az akkumulátortelep monitoring rendszerével is összekötött KIF oldali transzformátormérés adatai kerültek felhasználásra.

4.2. Szimulációs módszertan

A felépített modellen sztochasztikus szimulációk sorozatát futtattuk le. A sztochasztikus szimuláció célja egy projekció létrehozása véletlenszerű változók segítségével, melyeket bizonyos valószínűségi eloszlások jellemeznek. A szimuláció nagyszámú megismételt futtatásával olyan projekció-halmaz áll rendelkezésünkre, melynek eloszlása jól mutatja, hogy bizonyos események milyen valószínűséggel következnek be.[3]

A szimuláció során determinisztikus (hálózati impedanciák, hálózati topológia, induló feszültség, a fogyasztók száma és névleges teljesítménye, valamint az akkumulátor paramétere), és sztochasztikus (idősoros fogyasztási és napelemes termelési adatsorok) változók is felhasználásra kerültek.

4.3. Bemeneti adatok

A modellben szereplő mögöttes hálózat feszültségét a transzformátor KIF oldali feszültségmérése alapján határoztuk meg; a mérés egyhetes, negyedórás felbontású fázisfeszültségeit átlagoltuk.

A fogyasztók névleges teljesítménye az áramkörök jellemző áramterhelései, a rájuk csatlakozó fogyasztók száma, valamint a transzformátor átlagos kihasználtsága alapján lettek meghatározva. A fogyasztók idősoros adataihoz 500 db negyedórás bontású, 24 órás normált fogyasztói profil áll rendelkezésre. A profilok valós magyarországi mérések eredményei alapján készültek, és vegyesen tartalmaznak adatokat hétköznapokról, hétvégékről, valamint különböző évszakokból. A fogyasztók maximális teljesítménye a jellemző áramterhelések segítségével került meghatározásra. A script ezek után véletlenszerűen egy-egy fogyasztói profilt, illetve egy 0,95 és 1 közötti teljesítménytényezőt rendelt minden fogyasztóhoz.

A napelemes termelési profil meghatározása hasonló elvek mentén, szintén sztochasztikus változók segítségével zajlott: előbb kiválasztásra került az adott nap típusa (tisza, felhős vagy borús), majd az egy-egy típushoz tartozó, típusonként több mint 1500 profil közül a végleg felhasznált adatsor.

4.4. BESS vezérlés

Az akkumulátormodell a megvalósított BESS vezérlőegység egyik funkciója alapján készült, ám jelentős egyszerűsítésekre volt szükség a negyedórás felbontású szimuláció miatt. Az akkumulátor szabályozásának input paramétere a saját csatlakozási pontján, az inverter által mért feszültség. Az előre beállított felső és alsó limitfeszültség által határolt holtosztól való eltérés hatására az akkumulátor teljesítménye az alábbi képlet szerint meghatározott:

$$P_{BESS} = \Delta U \cdot D \quad (1)$$

ahol

ΔU a mért feszültség és a hozzá közelebb eső limitfeszültség közti előjeles különbség [V];

D a hálózat empirikus úton meghatározott jellemzője, amely a hálózat akkumulátoros táplálás vagy fogyasztás hatására történő feszültségváltozását írja le [kW/V]. A szimuláció során a rendszer telepítésekor mért értéket használtuk fel.

4.5. SOC szerinti optimalás

Az akkumulátor működésének hosszútávon való fenntarthatósága érdekében a töltésnek és a kisütésnek egyensúlyban kell lennie. Amennyiben egy-egy vizsgált nap első és utolsó negyedójában a rendszer töltöttségi állapota (SOC) közel megegyezik, feltételezhető, hogy a rendszer hosszabb időtartamok alatt is üzemképes. A töltési-kisütési egyensúly megvalósításához a feszültségszabályozás limitfeszültségeinek ideális megválasztása szükséges. Ehhez 1000 db 24 órás

ciklus futtatásával meghatároztuk N16 átlagos feszültségét, melynek értéke 1,02 viszonylagos egység, ha a tároló nem üzemel. Amennyiben e körül az érték körül szimmetrikus sugárral határozzuk meg a szabályozás limitfeszültségeit, az egyensúly feltehetőleg fennáll. Ennek a sugárnak a nagyságát 2%-ra választottuk meg a szimuláció során, vagyis a limitfeszültségek 1 és 1,04 viszonylagos egység értéket vettek fel.

Az akkumulátoros rendszer töltöttségi állapota segédváltó bevezetésével lett figyelembe véve. Az *i*-edik negyedóra SOC értékét az alábbi képlet írja le:

$$SOC_i = SOC_{i-1} - \frac{P_{BESS,i}}{4 \cdot E_{BESS,i}} \quad (2)$$

ahol

SOC_i a rendszer töltöttségi állapota az *i*-edik negyedórában [-];

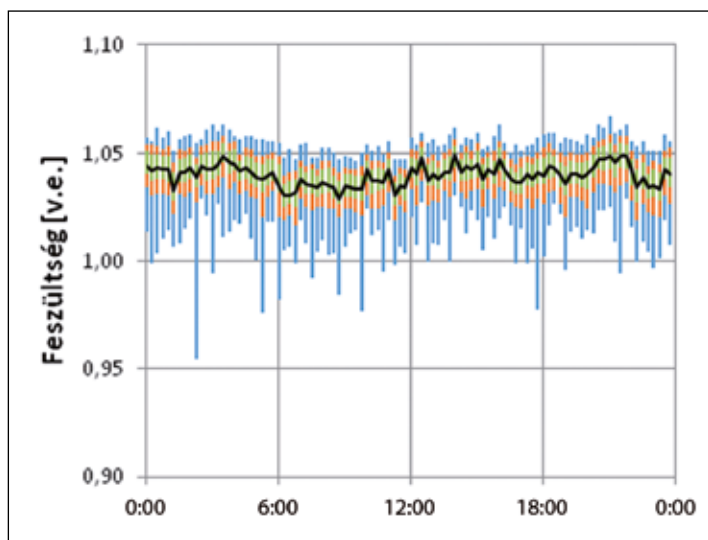
$P_{BESS,i}$ az inverter AC oldali teljesítménye az *i*-edik negyedórában [kW];

$E_{BESS,i}$ az akkumulátoros rendszer tárolási kapacitása az *i*-edik negyedórában [kWh].

A szimuláció előtt meghatároztunk egy minimum és egy maximum SOC értéket, melyek átlépése esetén az akkumulátor invertere visszaszabályoz, és csak akkora teljesítményt ad ki a hálózatra, vagy vesz fel belőle, amennyivel a feszültség-szint a megadott határok között marad. SOC megengedett minimum értékének 20%-ot, maximumának pedig 90%-ot adtunk meg, kezdeti SOC értéknek pedig minden nap esetén 55%-ot határoztunk meg.

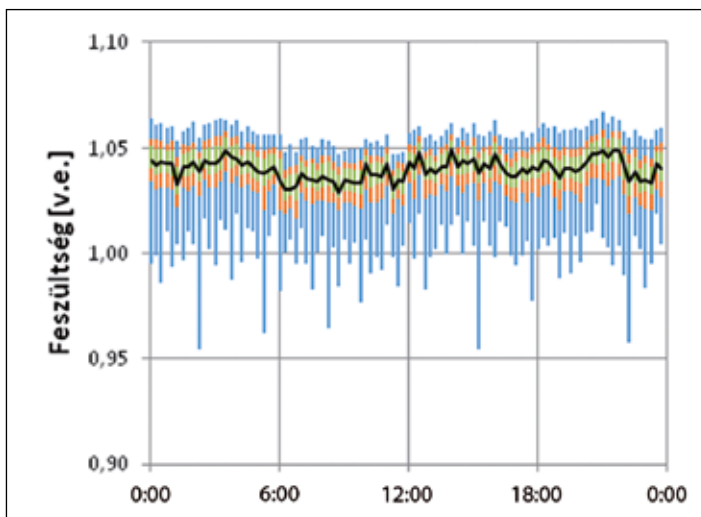
5. A SZIMULÁCIÓ KIÉRTÉKELÉSE

A szimuláció során egy-egy 24 órás ciklus összesen ötszáz alkalommal került futtatásra. A hálózat N4 és N16 végpontjainak feszültségeit a 2-5. ábrák mutatják. (N12 végpont feszültségének eloszlása jellegre megegyezik N4 feszültségének eloszlásával, ezért külön nem kerül bemutatásra.) Feketével a feszültségek átlaga van ábrázolva, a zöld sáv az esetek 50%-át, a narancssárga sáv az esetek 90%-át, a kék sáv pedig az esetek 100%-át fedi le. Megfigyelhető, hogy a BESS csatlakozási pontján (N16) jelentős mértékben javítható a hálózati feszültség, míg a többi csomóponton nem figyelhető meg javító hatás, sőt, romlanak a feszültségviszonyok.

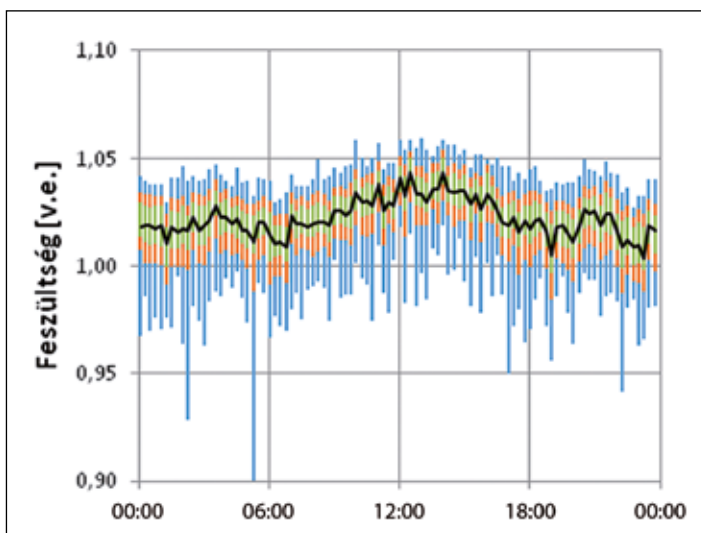


2. ábra N4 csomópont feszültsége energiatároló nélkül

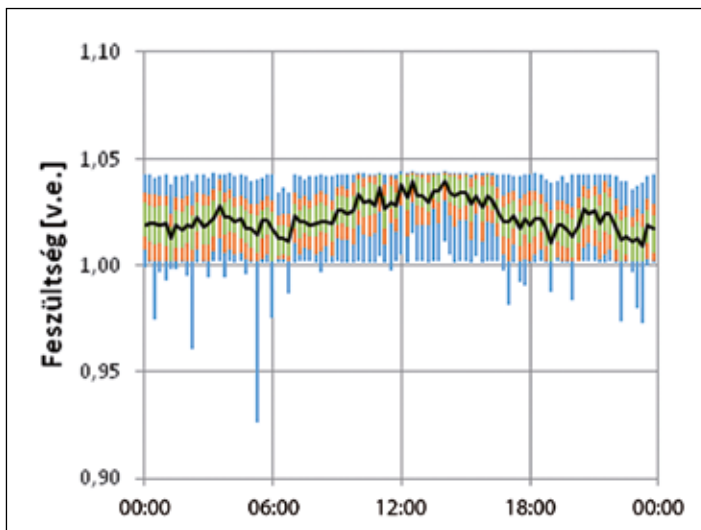
A szabályozás limitfeszültségeinek megválasztása sikeresnek bizonyult, a rendszer kihasználtsága még a szűk, összesen 4% széles holtzóna mellett is alacsony, az SOC értékek



3. ábra N4 csomópont feszültsége energiatárolóval

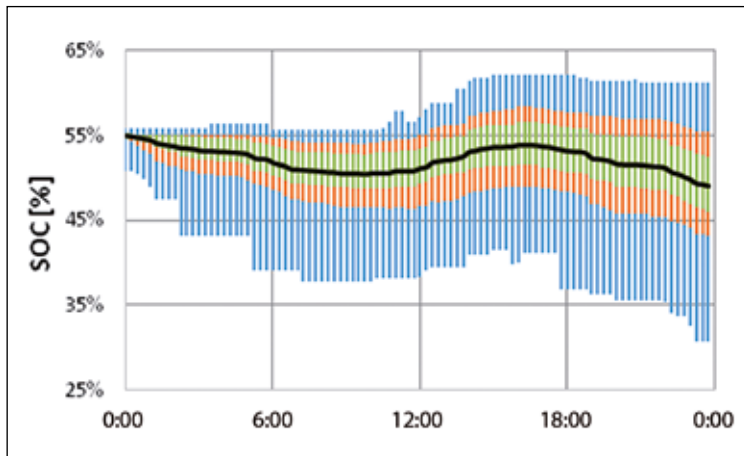


4. ábra N16 csomópont feszültsége energiatároló nélkül



5. ábra N16 csomópont feszültsége energiatárolóval

ritkán lépnek ki a 35% és 60% által határolt sávból. A 6. ábra mutatja az SOC értékek időbeli eloszlását, hasonló színekkel, mint a feszültségek esetén. Látható, hogy az SOC értékek a nap végére az esetek túlnyomó részében csak pár százalékos eltérést mutatnak a nap elejére megválasztott 55%-os értékhez képest.



6. ábra SOC értékek eloszlása

6. KONKLÚZIÓ

A szimuláció eredményeit összehasonlítva a megvalósított rendszer közel féléves üzemeltetési tapasztalataival elmondható, hogy a modell jellegre jól adja vissza a szabályozás hatását. A feszültségeltérések jelentősen csökkenthetők a telepített akkumulátoros energiatároló segítségével. A rendszer kihasználtsága viszonylag alacsony, ugyanakkor időnként előfordul, hogy a teljes inverterteljesítmény felhasználásra kerül.

A kutatás egy lehetséges továbbfejlesztési iránya a kvázisztatikus, szimmetrikus modell átalakítása dinamikus modellé.

A dinamikus modell segítségével pontosabban reprodukálható lenne az akkumulátoros rendszer működése, valamint sokkal összetettebb, a valósághoz közeli vezérléseket is ki lehetne próbálni.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Kovács K. T.:** Elosztott napelemes termelés hálózati visszahatásaival kapcsolatos inverteres feszültség szabályzó eljárások vizsgálata, Diplomatervezés, 2016
- [2] **Kertész S.:** Akkumulátoros Energiatároló Rendszerek (BESS) alkalmazása, ELEKTROTECHNIKA 111:(10) pp. 6-8. (2018)
- [3] **Hartmann B., Vokonyi I., Sörös P., Hajdú-Benkő Z.:** Energiatárolás szolgáltatás szempontú vizsgálata, ELEKTROTECHNIKA 111:(6-8) pp. 12-14. (2018)



Bereczki Bence

MSc hallgató
BME Villamos Energetika Tanszék
MEE-tag
berezki.bence@gmail.com



Dr. Hartmann Bálint

Egyetemi docens
BME Villamos Energetika Tanszék
BME FASTER Kiválósági Kutatócsoport tagja
MEE-tag
hartmann.balint@vet.bme.hu

Hírek

Kétezer gyorstöltőt telepít a Volkswagen az USA-ba

A Volkswagen és az Electrify America jelentette a hírt: 500 különböző állomáson összesen 2000 gyorstöltőt telepítenek az USA-ban 2019 végéig. A bejelentés kitért a töltő teljesítményére is, eszerint nagyjából 20 mérföldnyi hatótávot (32 kilométer) lesznek képesek betáplálni az akkumulátorokba a VW töltői egy perc alatt, ami a ma elterjedt gyorstöltőknél is izmosabb töltést ígér.

A VW amerikai töltőhálózat-építésében fontos szerepe lesz az ország népszerű bevásárlóközpont-láncának, a Walmartnak is. A vállalat száz üzleténél lehet hamarosan VW-féle villanytöltő, míg a többi állomást autópályák mellé, városokba szeretnék a németek. A Porsche is készül Amerikába: a VW sportos márkája 500 töltőről beszél az USA-ban, melyek nagy részét saját kereskedéseikhez telepíti majd. Hogy ezek mennyire lesznek átjárhatók a VW-csoport más autóival még nem tudni, de az biztos, hogy nem lesznek ingyen. *Forrás: elektromosautok.com*



Ez az óriási guruló ridikül lehet a pizzaszállítás jövője

Először a texasi Houstonban, az USA-ban népszerű Domino's étteremlánc körzetében kezdik el kiszállítani a pizzákat, kísérleti jelleggel. A parányi járműben nem is férne el egy tartalékos sofőr, nincs semmiféle kormánykerék vagy gázpedál benne, szóval csak robotsofőr tudja irányítani, ezért eleinte egy kísérőautóval követik majd, hogy lássák, minden rendben van-e.



Ha beválik a módszer, és látják, hogy a vevők is kezelni tudják a pizzásdobozokat tartó tálcákat, akkor növelik a flotta méretét, és teljesen a robotokra bízják a szállítást. *Forrás: index.hu*

Sütő Bence, Dr. Divényi Dániel, Sörös Péter Márk

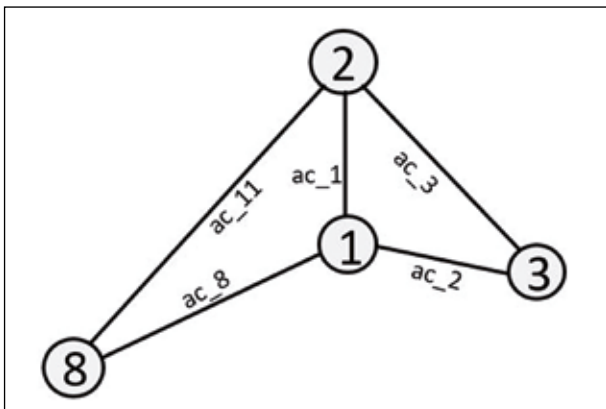
Áramlás alapú és NTC alapú kapacitásaukciók összehasonlító vizsgálata

Jelen cikk a hálózati átviteli kapacitások kiosztásához kapcsolódó NTC és áramlás alapú explicit kapacitászámítási módszereket mutatja be két részben. Az első részben az elemzési módszertan matematikai megfogalmazását ismertettük, melyben a hálózati teljesítményáramlások mellett az energiaárak is szerepet játszanak. Később teszhálózatot, illetve teszteseteket definiáltunk, amelyek segítségével a kapacitászámítási módszereket vizsgáltuk. A második részben a MATLAB és AMPL CPLEX programokkal végzett kapacitásaukciós szimulációkat ismertetjük, majd az eredményül adódó társadalmi többlet értékeket és az árakat vizsgáljuk.

This two-part paper describes the use of NTC-based and flow-based methodologies for the explicit power transmission capacity allocation. In the first part a detailed mathematical formulation was presented along with a proof (based on primal-dual framework of the two methodologies) to get an interpretation of the price signals. Then, a test network is defined in which the process of the two capacity calculation methodologies can be examined. As closure, test cases are determined for the investigation of the two methodologies. In the current, second part of the paper simulations are carried out using MATLAB and AMPL CPLEX software. A comparative study is presented with regard to the welfare increase while the analysis of the price signals is also included.

1. BEVEZETÉS

Az olvasó a cikk Elektrotechnika 2019. évi 1-2. számában megjelent első részében megismerhette az NTC és áramlás alapú kapacitászámítási módszertanok matematikai meg-alapozását. Egy teszhálózat definiálása után (1. ábra) vizsgálati eseteket állítottunk fel, amelyekkel a két kalkulációs



1. ábra A definiált teszhálózat [1]

módszer közötti különbségek elemezhetők. A 2. fejezetben röviden összefoglaljuk a vizsgálni kívánt forgatókönyveket, majd a 3. fejezetben bemutatjuk az elvégzett szimulációk eredményeit.

2. TESZTESETEK ISMERTETÉSE

Tekintsük meg az 1. ábrán látható teszhálózat zónái (csomópontjai) között, a lefedett terület maximalizálásával meghatározott rendelkezésre álló átviteli kapacitás (ATC) értékeket (1. táblázat).

1. táblázat A cikk első részében számított ATC-k egyszeres hiányállapotok („n-1”) esetében

| Metszék | ATC (MW) | ATC ⁺ (MW) |
|-------------------|----------|-----------------------|
| 1. zóna – 2. zóna | -37,0 | 37,0 |
| 1. zóna – 3. zóna | -73,6 | 73,6 |
| 1. zóna – 8. zóna | -83,6 | 83,6 |
| 2. zóna – 3. zóna | -83,6 | 69,3 |
| 2. zóna – 8. zóna | -59,3 | 59,3 |
| 3. zóna – 8. zóna | -56,9 | 56,9 |

Az 1. táblázat értékei képezik a vizsgálati alapesetet, amire a következőkben „Max. area ATC”-ként hivatkozunk. Emellett két további ATC érték szcenáriót különítettünk el: a „Prop. ATC” esetekben az alapeseti értékeket bizonyos százalékokkal arányosan növeltük vagy csökkentettük, míg az „Optimal ATC” esetben az áramlás alapú módszerben kiszámolt maximális vezetéki áramlásokat választottuk ATC-nek.

3. SZIMULÁCIÓ ÉS EREDMÉNYEK

A következőkben ismertetett szimulációkban azonosan, 200 MW kapacitásigényű és az ajánlati ár szerint ún. lineáris, 200 EUR/MW-ról zérusra csökkenő árú ajánlatokat feltételezünk [2]. Ezen kapacitásigények minden vezetéken mindkét irányban külön-külön vannak beadva, és a későbbiekben, az energiaszállítástól függetlenül kerülnek kiosztásra (azaz explicit kapacitásaukciót feltételezünk). Ezáltal a társadalmi jólét (SW) elméleti maximuma 240.000 EUR, ha az összes ajánlat elfogadható. Fontos megjegyezni, hogy az árak csak az elméleti vizsgálat célját szolgálják.

Az ajánlatokat és a cikk első részében található (1)-(7) összefüggéseket AMPL CPLEX programban implementáltuk, ami kiszámítja a társadalmi jólét mértékét és a kiosztott kapacitásokat (mennyiség és torlódási ár). Az ATC-k alacsony értékéből adódóan minden vezetéken torlódás alakult ki.

3.1. „Statikus” szimulációk

A statikus jelző azt a tényt takarja, hogy a szimulációk során csak a 2. fejezetben említett, különböző eseteknek megfelelő ATC-k változtak, míg az ajánlatok nem. Hat esetet vizsgáltunk, amit a 2. táblázat mutat.

2. táblázat A statikus szimulációból kiadódó átlagos árak és jólét (a maximális jólét százalékában kifejezve)

| Eset | SW ATC (%) | SW FB (%) | Arány | Átlagár (EUR) |
|-------------|------------|-----------|--------|---------------|
| Max. area | 52,76 | 53,17 | 0,9924 | 136,7 |
| Prop. – 10% | 48,44 | 53,17 | 0,9110 | 143,0 |
| Prop. – 20% | 43,09 | 53,17 | 0,8257 | 149,3 |
| Prop. + 10% | 56,88 | 53,17 | 1,0698 | 130,3 |
| Prop. + 20% | 60,78 | 53,17 | 1,1432 | 124,0 |
| Optimal ATC | 53,17 | 53,17 | 1 | 134,8 |

Az ATC esetekben az optimalizáció célértékének, a jólétnek az érzékenysége nem mutatkozik sem lineárisnak, sem pedig szimmetrikusnak. Például 10% ATC csökkentés esetén az SW érték 9%-ot csökkent. Ezzel szemben a 10%-os ATC növelés a jólétben csak 7%-os növekményt eredményez. Ennek oka, hogy az egyes metszégeken az átviteli kapacitás eltérő „értéket” képviselhet. Így egy kritikus úton megnövelt kapacitás nagyobb hatással lehet a társadalmi többletre, míg más változtatások kisebb mértékben enyhítenek csak a villamosenergia-kereskedés korlátjain. Ez utóbbi következménye, hogy az ATC-k növelése nem minden esetben eredményez minden vezetéken torlódást.

Kijelenthető ezek mellett, hogy a „Max. area” eset a legszigorúbb feltételeket jelenti a metszégekre, mivel a kiszámítási logikából adódóan egy „n-1”-es esetben sem jöhet létre túlterhelődés. Azonban bizonyos esetekben előfordulhat, hogy ezek az ATC korlátok túl szigorúak. Például, ha egy kevésbé „értékes” (esetünkben az „ac_1” jelű) vezeték kiesésére kerülne sor, akkor a többi vezetéken létrejövő áramlásokat még a 20%-kal növelt ATC értékek sem korlátoznák. Tehát lényegesen nagyobb teljesítményátvitel lenne megengedhető, ami nagyobb jólétet eredményezne. Ez a jövőben további vizsgálat tárgyát képezheti. Lehetséges megoldásként a vezetékekhez a kiesésükre vonatkozó valószínűségek rendelkezhetők, amellyel potenciálisan egy új ATC kalkuláció alakítható ki.

Az árak tekintetében egy visszacsatolt folyamat figyelhető meg, amiben a jólét növekedése mellett az átlagárak csökkenése jelenik meg. Ez nagyobb elfogadási arányt eredményez, ami tovább növeli a jólétet. (Ahogy azt már említettük, jólét az árak és kapacitás mennyiségek szorzatösszegeként adódik az első rész (7)-es összefüggés szerint.)

A 2. táblázat alapján az is látható, hogy az „Optimal ATC” eset szolgáltatja a legjobb ATC korlátokat. (Ez evidensnek tűnik, hiszen az általánosan jobb megoldást adó FB kalkuláció eredményeiből származtattuk.)

3.2. Sztochasztikus szimulációk

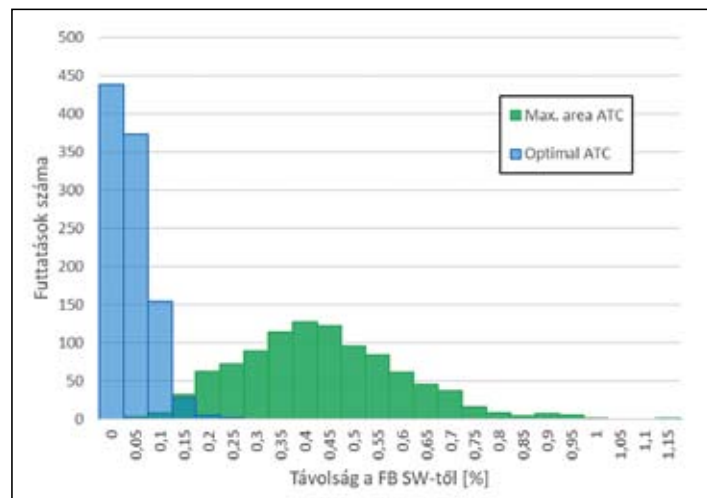
Ezekben a szimulációkban a fentiekhez képest az alap ajánlatok is mind az árban, mind az igényelt kapacitás mennyiségben változtatásra kerültek a 200 környezetében lévő $\pm 10\%$ -os intervallumban. Minden, a 2. fejezetben definiált esetre 1000 szimuláció futott, amelyek átlagolt végeredményeit a 3. táblázat foglalja össze.

3. táblázat A sztochasztikus szimulációból kiadódó átlagos árak és a jólét (a maximális jólét százalékában kifejezve)

| Eset | ATC SW (%) | FB SW (%) | Átlagárak (EUR) |
|-----------------|------------|-----------|-----------------|
| 1 - Max. area | 52,77 | 53,23 | 136,39 |
| 2 - Prop. + 10% | 56,88 | 53,23 | 130,03 |
| 3 - Optimal ATC | 53,17 | 53,23 | 134,49 |

Az ajánlatok bizonytalansága az 1. és a 3. esetben megnöveli az ATC és FB módszertanokkal kiadódó jólét értékek közötti távolságot. Ez azt jelenti, hogy az „Optimal ATC” választása kevésbé mutatkozik eredményesnek, mint statikus esetben, de így is 0,4%-os jólétnövekedés érhető el a „Max. area” stratégiához képest. Ehhez képest további 3,71%-nyi növekményt érhetünk el a 10%-os arányos növelés esetében. Ugyan a százalékos értékek nem tűnnek kiugróan magasnak, a maximális jólét értékével számolva 1% emelkedés 2400 EUR-nak felel meg. Eszerint, a maximális biztonság megtartása mellett ebben a kis példarendszerben is 900 EUR többletet érhetünk el, ha a „Max. area” módszer helyett az „Optimal ATC”-t választjuk.

A 3. táblázatban listázott átlagárak a 2. táblázatban mutatott árak alá kerültek. Ez a különböző metszégekre beadott ajánlatok különbözőségével magyarázható. (Például egy kisebb keresleti mennyiséggel beadott ajánlat egy „értékesebb” metszégekre a torlódási ár csökkenéséhez vezet.)



2. ábra A Flow-based esethez viszonyított jólét-eltérések hisztogramja a „Max. area” és az „Optimal” módszerrel meghatározott ATC-k esetében

A 2. ábra az eredmények részletes tárgyalását teszi lehetővé. A „Prop. + 10%” eset nem került ábrázolásra, mivel hasonló hisztogramot eredményez, mint a „Max. area” eset. Az összes eset (a konvolúciók eredményeképpen) Gauss-eloszlást követ, amelyben a várható érték az előzőekben ismertetett átlagos eltérés. A különböző esetekben azonban eltérő szórás tapasztalunk. Ennek jelentősége, hogy az átlagosnál is rosszabb eset nagyobb valószínűséggel fordul elő a „Max. area” megközelítést alkalmazva.

Összességében az 5. fejezet azt mutatja, hogy az „Optimal ATC” és az áramlás alapú metódusok közel egyező jólétet eredményeznek. Azonban az „Optimal ATC”-k meghatározása az FB kalkuláció segítségével történt. Ahhoz, hogy egy valóban egyszerű, új kapacitászámítási módszertant kapjunk a [3][4] irodalmakban ismertetett rendszer továbbfejlesztésére, nem támaszkodhatunk az áramlás alapú módszer eredményeire. Ezt kiváltó, közelítő megoldást kaphatunk a múltbéli adatok elemzésével, és az általuk nyújtható teljesítmény-áramlás-előrejelzéssel.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen kétrészes cikk keretében bemutattuk az Európában alkalmazott hálózati kapacitászámítás matematikai hátterét, melyek alapján új, optimalizált határkeresztető kapacitás meghatározási módszertant javasoltunk és értékeltünk. Teszthálózat definiálását követően vizsgáltuk mind az ATC és FB korlátok szerinti kapacitás meghatározást.

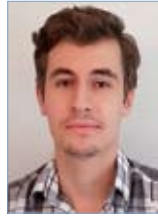
Forgatókönyveket különítettünk el, amelyekben a számított ATC értékeket két módszer (arányos változtatás, illetve optimális metszéki áramlás választása) szerint határoztuk meg. A kiadódó kényszereket és a bemenetként létrehozott ajánlatok által definiált lineáris optimalizálási feladatot az AMPL CPLEX szoftverben implementáltuk, melynek segítségével statikus és sztochasztikus szimulációkat végeztünk. A különböző esetekben végeredményként adódó relatív jólét értékeket (az elméleti maximumhoz viszonyítva) és az átlagárakat hasonlítottuk össze.

Az 5. fejezetben előrevetített, ATC meghatározására irányuló módszertan várhatóan sokkal pontosabban képezi le

a valós hálózati korlátokat a villamosenergia-piaci kereskedési rendszerekbe. Ennek megfelelően, a cikkben bemutatott elemzésünk segítheti a hosszútávú kapacitásallokációra továbbra is alkalmazandó ATC módszertan fejlesztését, illetve a jövőben bevezetendő új kapacitászámítási eljárás hazai implementációját [5][6]. Továbbá, támogathatja a fizikai infrastruktúra nagyobb mértékű kihasználását.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Dourbois G. A., Biskas P. N.:** "A novel method for the clearing of a day-ahead electricity market with mixed pricing rules", in proc, IEEE Manchester PowerTech Conference, pp. 1-6., 2017.
- [2] **Divényi D., Raisz D., Sleich Á., Dán A.:** „Szervezett villamosenergia-piac algoritmus fejlesztése és alkalmazása”, *Elektrotechnika*, 2012. 105. évfolyam 7-8. szám, 5-7. old.
- [3] **Göllöncsér P., Sulyok Z.:** „A magyar villamosenergia-rendszer átviteli kapacitásának számítása. 1. rész”, *Elektrotechnika* 2004. 97. évfolyam 3. szám, 66-69. old.
- [4] **Göllöncsér P., Sulyok Z.:** „A magyar villamosenergia-rendszer átviteli kapacitásának számítása. 2. rész”, *Elektrotechnika* 2004. 97. évfolyam 5. szám, 136-140. old.
- [5] **Commission Regulation (EU) 2015/1222.** Establishing a guideline on capacity allocation and congestion management [Online], Elérhető: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/wholesale-market/electricity-network-codes>
- [6] **Commission Regulation (EU) 2016/1719.** Establishing a guideline on forward capacity allocation [Online], Elérhető: <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/wholesale-market/electricity-network-codes>



Sütő Bence

Doktorandusz
BME Villamos Energetika Tanszék
MEE-tag
suto.bence@vet.bme.hu



Dr. Divényi Dániel

Egyetemi adjunktus
BME Villamos Energetika Tanszék
MEE-tag
divenyi.daniel@vet.bme.hu



Sörös Péter Márk

Egyetemi tanársegéd
BME Villamos Energetika Tanszék
MEE-tag
sores.peter@vet.bme.hu

Hírek

Beszámoló a 21. International Symposium on High Voltage Engineering (ISH) konferenciáról

A 21. International Symposium on High Voltage Engineering konferenciát (ISH 2019) a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Nagyfeszültségű Laboratóriumának munkatársai szervezték a CIGRE nemzetközi szervezet támogatásával. A világkonferenciát 2019. augusztus 25. és 29. között rendezték a Budapesti Kongresszusi Központ épületében. A két évente (felváltva Európában és a tengerentúl) rendszeresen megszervezett szimpózium 1972 óta van jelen a tudományos életben, mint a nagyfeszültségű technika és villamos szigetelések témakörének legfőbb nemzetközi rendezvénye. Az idei konferenci-



Az ISH 2019 résztvevői



Az ISH 2019 megnyitó ünnepsége

ára 328 tudományos cikket fogadtak el. 38 országból 423 szakember utazott Budapestre, hogy meghallgassa a 155 előadást és megtekintse a 173 posztert. A szimpóziummal párhuzamosan egy különálló szekció is helyet kapott a Kongresszusi Központban: az érdeklődők betekintést nyerhettek az Európai Unió által támogatott FLEXITRANSTORE Horizon 2020 projekt jelenlegi állapotába is.

A rendezvény főtámogatója a MAVIR Zrt., és Bronz fokozatú támogatója az NKM volt.

Az idei konferencián az ISH konferencia szervezőbizottsága hagyományteremtő céllal megalapította a „Hans Prinz Award and Memorial Lecture” díjat. Dr. Michael Muhr, a díj első kitüntetettje a megnyitó ünnepségén Prinz professzor emlékére tartott előadást.



Az ISH szervezőbizottsága átadta a Hans Prinz-díjat Dr. Michael Muhrnak



A fenntarthatóságot javító papírmentes szekciók

A 22. ISH Konferenciát a kínai Xi'an városában rendezik meg 2021 augusztusában, mellyel kapcsolatban további információk a CIGRE weboldalán lesznek elérhetőek.

Dr. Németh Bálint
ISH 2019 – helyi szervezőbizottság elnöke

Dr. Novothny Ferenc

Egyenáram szerepének újragondolása a váltakozó áramú villamosenergia-ellátásban

A villamosenergia-termelés, ill. villamosenergia-átvitel történetében a váltakozó áram mára egyértelműen meghódította a világot és világszerte elterjedt. Az egész világot behálózzák az ipari frekvenciájú kis-, közép- és nagyfeszültségű váltakozó áramú hálózatok. Azonban mind nagyfeszültségen, mind kisfeszültségen az egyenáram alkalmazása ma újra aktuális téma.

Az az ellentét, ami egyszer annak idején, az 1880-as években kitért Edison és Tesla/Westinghouse között, és úgy hangzott, hogy az „áramok háborúja” (War of the Currents) (1. ábra), az ma újra a viták aktuális tárgya. Igen, azért lesz az egyenáramú átvitel a jövőbeni villamosenergia-átvitel, villamos hálózat kulcsfontosságú technológiája, mert mind az átvitt villamos energia nagysága, mind annak gyors időbeli változása egyre nagyobb, és ez egyre nagyobb mértékű, és gyors szabályozási igényt von maga után.

- A többlet energia időszakosan jelentős teljesítményáramlásokat okoz a csatlakozó hálózati rendszerben csökkentve ezzel a rendszer stabilitását;
- A szűk átviteli kapacitás miatt új határkeresztesző létesítmények építése válik szükségessé;
- Folyamatosan növekszik a villamosenergia-rendszerben a biztonságos üzem biztosításához szükséges szabályozási energia, és a tartalék kapacitás iránti igény a villamos energia árának növekedéséhez vezet.

Ennek az a következménye, hogy egyre gyakrabban kell a hagyományos erőművi kapacitásokat visszazabályozni, átprogramozni, és végül nincs más hátra, mint vagy a megújuló energiaforrások lekapcsolása a hálózatról, vagy tározók építése, hogy a távvezetékek túlterhelését elkerüljük.

Kézenfekvő megoldás a tárolókapacitás bővítése. Jelenleg az EU villamosenergia-rendszerében (az összes beépített kapacitás mintegy 5%-a) szinte kizárólag a szivattyúzott, főleg hegyvidéki területen (Alpok, Pireneusok, Skót Felföldek, Ardennek, Kárpátok) megépített szivattyús tározós erőművekből áll. A tárolás egyéb formái – akkumulátorok, e-autók, hidrogén, egyéb kémiai tárolás – vagy minimálisak, vagy a fejlesztés korai szakaszában vannak.



1. ábra A váltakozó áramú és az egyenáramú villamosenergia-átvitel harca

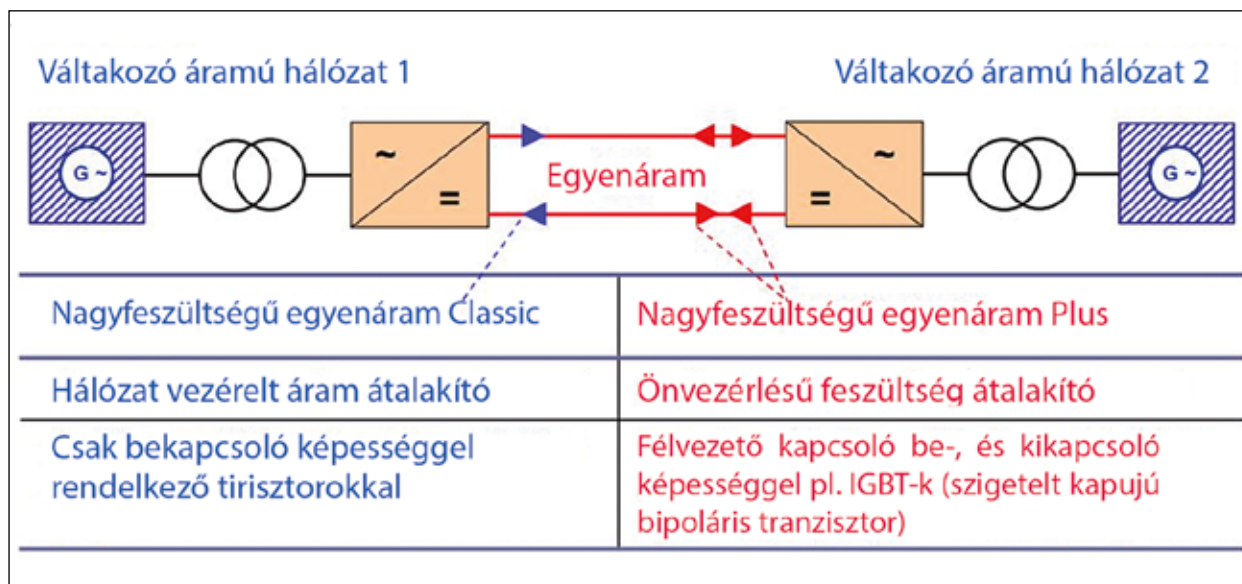
A korszerű, decentralis villamosenergia-termelő berendezések, mint pl. a naperőművek, szélérőművek, egyre nagyobb mértékben telepednek rá a klasszikus központi szabályozású centrális váltakozó áramú hálózatra.

A megújuló energia egyre növekvő arányú hasznosítása miatt már hazánkban is a következő hatásokkal kell számolni:



2. ábra Azonos keresztmetszetű vezetékcsere (ACSS) sodronyra

Éljenjár az ELMŰ-ÉMÁSZ soroksári akkumulátor alapú villamosenergia-tárolója (4. ábra), a maga 8 MW-nyi kapacitásával, amely a jelenlegi magyar primer szabályozási teljesítményigény (29 MW) mintegy 30%-a.



3. ábra Korszerű nagyfeszültségű egyenáramú átvitel integrálása a váltakozó áramú hálózatba



4. ábra ELMŰ-ÉMÁSZ akkumulátoros villamosenergia-tároló

E mellett a váltakozó áramú teljesítményáramlás igen lényeges befolyásoló tényezője az átviteli hálózat csomópontjai közötti fázisszög eltérés. A váltakozó áramú villamosenergia-szolgáltatás csak akkor üzemel, ha a termelő berendezések 50 Hz-en abszolút szinkron üzemelnek. Miben rejlik az egyenáramú hálózat döntő előnye?

Abban, hogy a frekvenciával, a szinkronitással és a fázishelyzettel szembeni követelmények egyenáramú átvitel esetében egyáltalán nem is léteznek! Az egyenáram rugalmasabb módszert kínál az elosztóhálózatok és a decentralizált termelők összekapcsolására, így az átviteli hálózat jobban kihasználható, és a váltakozó áramú hálózat bővítésének igénye csökkenthető. Mindkét irányban gőzerővel folynak a hálózatfejlesztési munkák, a váltakozó áramú szabadvezetékek átviteli képességének növelése sodronycserével (2. ábra), és nagyfeszültségű egyenáramú távvezetékszakaszok váltakozó áramú átvitelbe integrálásával (3. ábra).

A kisfeszültségű fogyasztói hálózatban az egyenáram szélesebb körű alkalmazása további előnyökkel járhat, miután a fogyasztók készülékeikben gyakran egyenáramú áramköröket alkalmaznak. Ilyen esetekben elkerülhető az AC-DC energiaátalakítás vesztesége, ha ezeket a fogyasztókat az olyan decentralizált energiaforrásokból, mint a napelem vagy tüzelőanyag-cella, közvetlenül tápláljuk. Ráadásul – miután a felesleges energia egyenáramú – közvetlenül tárolható is. Azaz célszerűnek, és gazdaságosnak látszik kisfeszültségű egyenáramú fogyasztói hálózat kiépítése.

A probléma azonban jóval bonyolultabb annál, mint hogy a klasszikus építőelemek egyenáramról működjenek.

A csatlakozók, kábelek, kapcsolók és megszakítók, sőt még a teljesítményelektronikai elemek is egészen máshogy viselkednek DC, mint AC környezetben, gondoljunk csak az ívöltés, az ívhossz vagy a túlterhelés kérdéseire.

De ahogy számos tanulmány eredményeit tanulmányozzuk, a következő megállapításokat tehetjük:

- A váltakozó áramú hálózatok meglévő megoldásai elvben DC alkalmazásokhoz is használhatók;
- A villamos energia kisebb veszteségű használatához kedvező lehetőség a kisfeszültségű egyenáramú ellátás alkalmazása;
- A kapcsolókészülékek, kábelek (szigetelőanyagok) egyenáramú alkalmazására meg kell vizsgálni a jelentősen eltérő követelmények kielégíthetőségét.

Különösen a kapcsolóberendezések igénybevétele más egyenáram, illetve váltakozó áram esetében. Ez azért van, mert a váltakozó áramnak peridusonként két természetes nulla átmenete van, amikor az ív egyébként is kialszik.

Más a helyzet az elektronikus kapcsolóknál. A különbség a mechanikus és az elektronikus kapcsolók között, hogy az

utóbbiak ív nélkül szakítanak meg. Megjelentek hibrid kapcsolók is, amelyek mindkét kapcsolás előnyös tulajdonságait igyekeznek egyesíteni.

Az is fontos azonban, hogy a meglévő és jövőbeli védelmi célokat és védelmi koncepciókat fenntartsuk, és hogy az alapelemek használata a biztonságra és a működésre vonatkozóan biztosítsa a meglévő alap-, hiba- és kiegészítő védelmet.

A jelenleg műszaki alkalmazásban lévő DC feszültségszintek 5 V és 3000 V között találhatók. Leggyakrabban a 24 V-os; 48 V-os és 380 V-os egyenáramú rendszereket, valamint hibrid rendszereket vizsgáltak. Elsősorban gazdaságossági szempontból, miután számtalan variáció

valósítható meg mind a feszültségeket, mind a kialakítást, mind a terhelés összetételét tekintve.

A számos elméleti vizsgálat és gyakorlati példa alapján a következő megállapításokat tehetjük:

- Az „Energiatárolás a számítógépes adatközpontban” rávilágít arra, hogy 4...13% energiát lehet – a DC feszültségszinttől függően – megtakarítani az IT rendszerben;
- Jelentős energia megtakarítható a pékségekben, a kereskedelem személyforgalmú és szállítási járműveinél, vendéglátó rendezvényeken stb.;
- Nagy lehetőség rejlik a privát energiarendszerekben (elektromos autók) tárolt energia közcélú vezérlési és szabályozási rendszereibe bevonásában;
- Irodai környezetben az egyenáram részarányának növelésével 2%...4% megtakarítás érhető el;
- Bevásárlóközpontokban 10%...12%-os eredmény várható;
- Az ipari hálózatok esetében további előnyt lehet realizálni, ilyen például, ha kihasználjuk a villamos energia visszatáplálását (pl. ellenáramú fékezés);
- Családi házaknál is egyértelműek a gazdasági előnyök.

Hogy hogyan kell kinéznie egy DCC+G (Direct Current Components and Grid), azaz „egyenáram a váltakozó áramú hálózatban” rendszernek, ezt egy olyan irodaépület modell és egy olyan ipari épület modell létrehozása után lehet megmondani, amely alkalmas az AC, illetve a DC installáció hatékonyságának összevetésére, erre irányuló projektek már készülnek.

Egyes országok már a szabványosítási feladataik közé is felvették a témát. A DIN és a VDE (Electrical and Electronics Information Technology) német szabványosítási szervezetek szakbizottsága elkészítette a szabványosítási ütemtervet (www.dke.de/Gleichstrom-Roadmap).

Az egyenáram és az egyenáramú hálózatok kulcsfontosságúak a megújuló energia minél nagyobb arányú felhasználásában és nélkülözhetetlenek a jövő rugalmas villamos hálózatának kialakítása szempontjából.



Dr. Novothny Ferenc (PhD)

Okl. villamosmérnök-tanár,
címzetes egyetemi tanár
Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán
Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet
MEE-tag

novothny.ferenc@kvk.uni-obuda.hu

Sodronyok felületi impedanciájának meghatározása a 2–150 kHz tartományban

Az utóbbi évtizedben a kis- és középfeszültségű hálózatokon tapasztalt, 2–150 kHz frekvenciatartományban fellépő vezetett elektromágneses interferencia jelenségek miatt szükségessé vált az átviteli út vizsgálata. Cikkünk ennek kapcsán a kis- és középfeszültségen leggyakrabban alkalmazott sodronyok frekvenciafüggő felületi impedanciájának számítási lehetőségeit foglalja össze. Ez kiterjed az általunk elvégzett laboratóriumi mérésekre, számítógépes szimulációra, továbbá a szakirodalomban elérhető közelítő számítási módszerek alkalmazására.

In the last decade a lot of conducted electromagnetic interference occurred in the 2–150 kHz frequency range, which made it necessary to investigate the transfer characteristics of the coupling path. This paper summarizes a few methods to ascertain the frequency dependent surface impedance of stranded conductors typically used on low voltage networks. It includes our laboratory measurements, numerical calculations, furthermore some approximated formulas found in the literature.

1. BEVEZETÉS

A 2–150 kHz tartományba eső felharmonikus áramok és feszültségek jelenléte a villamosenergia-hálózaton már évtizedek óta létező jelenség. Egészen az utóbbi évtizedig a felmerülő elektromágneses összeférhetőségi problémákat – kis számosságuk miatt – eseti szinten kezelték [1]. Az utóbbi évtizedben azonban a frekvenciatartomány a zavar kibocsátók és zavar áldozatok számának jelentős növekedése miatt nagyobb figyelmet kapott a kutatóktól. A nagy nemzetközi szabványosítási szervezetek (pl. IEC, IEEE, CENELEC) jelenleg is aktívan dolgoznak, hogy az elektromágneses összeférhetőséget biztosító szabványok elkészüljenek, meghatározva az összeférhetőségi, zavar kibocsátási, zavartűrési szinteket, valamint a vizsgálati módszereket.

A szabványosítás folyamata azonban nem végezhető el csupán a zavarforrások és zavartűrő berendezések természetének vizsgálatával, fontos a köztük lévő csatolási út ismerete is. Jelenlegi kutatásaink a kis- és középfeszültségű sodronyok átviteli jellemzőinek vizsgálatára fókuszálnak. Cikkünk ezen sodronyok – amelyek a kompatibilitási problémák csatolási útját képezik – felületi impedanciájának meghatározására mutat be néhány lehetséges módszert. Cikkünkben az egyes módszereket terjedelmi korlátok miatt csupán említés szintjén ismertetjük, azonban minden esetben megadjuk korábbi publikációink hivatkozásait, amelyben részletesen követhetők.

2. LABORATÓRIUMI MÉRÉS

2.1. Felületi impedancia definíciója

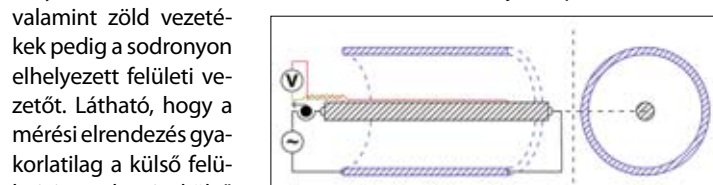
Egy csőszerű vezető esetén négy felületi impedancia értelmezhető az áram-visszavezetés, valamint a feszültségmérés helyének függvényében: külső vagy belső felületi impedancia külső vagy belső áram-visszavezetéssel. A sodronyok

azonban olyan speciális csőszerű vezetők, amelyek közepe nem üreges, így sem a belső áram-visszavezetés, sem a belső felületen mért feszültségesés nem értelmezhető, csak a külső felületi impedancia külső áram-visszavezetéssel. Utóbbit *belső impedanciának* is szokás nevezni, ezzel utalva rá, hogy ez a vezetőn belüli feszültségesés, valamint az átfolyó áram hanyadosaként van definiálva.

2.2. Mérési elrendezés

A mérési elrendezést a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Villamos Energetika Tanszékén valósítottuk meg. A mérési elrendezés sematikus vázolata az 1. ábrán látható.

Az 1. ábrán a fekete sraffozott téglalap jelöli a vizsgált sodronyt, kék az áram-visszavezetés (koaxiális cső) útját, a piros, valamint zöld vezeték pedig a sodronyon elhelyezett felületi vezetőt. Látható, hogy a mérési elrendezés gyakorlatilag a külső felületi impedancia külső



1. ábra Felületi impedancia mérésének – bal oldalon keresztmetszeti, jobb oldalon hosszanti – vázolata

áramkörön 5 A nagyságú áramot hajtunk át, valamint mérjük az ennek hatására kialakuló feszültséget. A felületi impedancia ezekből az (1) összefüggés segítségével számítható.

$$Z_b = \frac{U}{I} \quad (1)$$

Mivel az (1) egyenletben lévő mennyiségek fázorok, így a feszültség és áram közti szög mérésével lehetőség nyílik az impedancia valós és képzetes részének meghatározására a (2)-(4) összefüggésekkel.

$$R_b = |Z_b| \cdot \cos\varphi \quad (2)$$

$$X_b = |Z_b| \cdot \sin\varphi \quad (3)$$

$$L_b = \frac{X_b}{\omega} = \frac{X_b}{2\pi f} \quad (4)$$

A fentiek alapján a mérés egyszerűnek tűnhet, azonban jó néhány olyan tényező nehezíti a felületi impedancia pontos meghatározását, amelyek figyelembevétele nehezen lehetséges. Ilyen például az áram nagyságát mérő fej szöghibája, amely – különösen nagyobb frekvenciákon – az ellenállás mérést jelentősen torzítja. A mérést nehezíti továbbá az is, hogy a sodrony felületén elhelyezett felületi vezető és a sodrony felülete között nem nulla távolság van, így a mérés során a felületi impedanciához hozzáadódik egy látszólagos külső induktivitás. A mérésről, valamint a felsorolt nehezítő körülmények hatásainak kompenzálásáról a [2]-[4] irodalomban tájékozódhatnak bővebben.

3. NUMERIKUS SZÁMÍTÁS

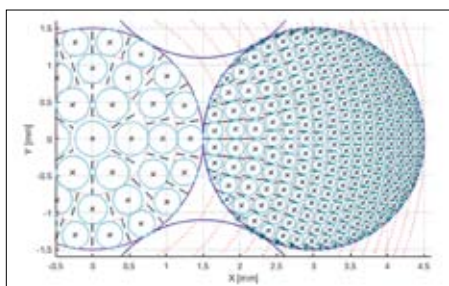
A sodronyok frekvenciafüggő felületi impedanciája meghatározható szimuláció segítségével is. Itt lehetőség van valamilyen végelem módszer, vagy az elemi vezetők módszerének [5] használatára. Mi az utóbbi mellett döntöttünk, mivel jobban illeszkedik az általunk vizsgált jelenségek fizikai képehez, mint a végelem módszerek. A módszert eredetileg teljesítményátviteli kábelek termikus szimulációjára fejlesztették az 1970-es években, azonban kiválóan alkalmazható a mi céljainkra is. A módszer részletesebb bemutatása az [5] irodalomban található, amely függelék része egy egyszerű számítási példát is ismertet az elemi vezetők használatával kapcsolatosan.

3.1. Felbontás menete

A módszer alkalmazása során elsőként a vizsgált fizikai vezető szükséges keresztmetszete mentén elemi vezetőkre, ún. filamentekre felbontani. Ezen filamenteken belül az áramsűrűséget állandónak tekintjük, azaz a skin hatás nem érvényesül. A felbontásra vonatkozóan nincsen konkrét előírás, a filamenteket olyan méretűre szükséges megválasztani, hogy rajtuk az áramsűrűség jó közelítéssel állandónak tekinthető legyen. Az adott frekvencián érvényes behatolási mélység az (5) összefüggés segítségével számítható.

$$\delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu f}} \quad (5)$$

A saját felbontási eljárásunk a következő volt: először kiszámítottuk az adott frekvencián érvényes behatolási mélységet, majd ennek megfelelően megvizsgáltuk, milyen mélységben folyik a felületi áramsűrűség 96%, 92%, 88%, ..., 4%-a. Az így kapott távolságok mentén a sodronyt legfeljebb 24 koncentrikus kör segítségével daraboltuk fel. Megjegyzendő, hogy kisebb frekvenciákon kevesebb kör is elegendő lehet. A felosztást sugárirányban folytattuk: itt egyrészt arra törekedtünk, hogy a felosztás középpontosan szimmetrikus legyen, másrészt, hogy olyan alakzatok alakuljanak ki, amelyek megközelítőleg trapéz alakúak. Példaként a 2. ábrán megadtuk a 25 mm² keresztmetszetű AASC sodrony felbontását 1080 Hz frekvencián.



2. ábra 25 mm² sodrony felbontása elemi vezetőkre (1080 Hz frekvencián) [2]

A 2. ábrán a középpontosan szimmetrikus felbontás miatt a sodrony egy részletét ábráztuk. A sodrony középpontja az x, y = 0 koordinátáknál látható, körvonalát sötétkék színnel jelöltük. A felbontás során első lépésben létrehozott koncentrikus köröket piros szaggatott vonallal, míg a sugárirányú felbontást fekete szaggatott vonallal jelöltük. Így gyakorlatilag olyan elemi vezetők alakultak ki, amelyeket körvonalak és sugarak határolnak.

A felbontás utolsó lépése ezen filamentek redukált sugarának (angolul GMR, azaz *geometric mean radius*) meghatározása, amelyet itt nem ismertetünk.

3.2. Impedancia számítása

A felbontás eredményeképp kapott vezetőrendszerből a sodrony impedanciája a következő lépések segítségével kapható meg: először meg kell határozni az elemi vezetők közti ön- és kölcsönös impedanciák mátrixát. Ez esetünkben a Carson-Clem formulák segítségével történt. Ezután az impedancia mátrix invertálásával előállítható az elemi vezetők admittancia mátrixa. A megfelelő peremfeltételek felírásával ezen mátrix mérete két lépésben egy eleműre redukálható, amely megadja a keresett impedancia reciprokát. A numerikus számítás megvalósítása, így például az említett mátrixok alakja, valamint a peremfeltételek felírása részletesen a [2] és [6] irodalomban olvasható.

4. ANALITIKUS SZÁMÍTÁSI MÓDSZEREK

Az analitikus számítási módszerek kipróbálásának ötletét alapvetően az a tény adta, hogy az eddig ismertetett módszerek (laboratóriumi mérés, számítógépes szimuláció) alkalmazása – bonyolultságuk és eszközigényük révén – elképzelhetetlen egy ipari szereplő (pl. hálózatgazda) számára, akinek ugyanak-

kor fel kell készülnie a kompatibilitási problémák megoldására. Erre nyújtanak kiváló lehetőséget a szakirodalomban található analitikus összefüggések, amelyekkel alapvetően tömör, kör keresztmetszetű vezetők felületi impedanciája számítható. A sodronyok ugyan nem kör keresztmetszetűek, azonban egy egyszerű eljárás segítségével – amelyet a 3. ábrán szemléltetünk – lehetséges olyan ún. ekvivalens tömör vezető készítése, amelyen az analitikus eljárások alkalmazhatók.

A vizsgált öt analitikus módszer közül az egyetlen pontos eljárás a tömör vezetők impedanciáját megadó, Bessel függvényeket tartalmazó definíciós összefüggés használata, azonban ez szintén csak speciális célszoftver segítségével oldható meg. A további négy módszer a definíciós összefüggésben található Bessel függvények egy bizonyos tartományon való közelítésén alapul. Ezek a következők:

- Bessel függvények sorfejtett alakját használó módszer
- Hankel-féle félkonvergens sorokat használó módszer
- Skin tényező számításán alapuló módszer
- Simonyi Károly közelítő módszere

Ezen eljárások nem adnak tökéletesen pontos eredményt, továbbá csak egy adott frekvenciatartományban alkalmazhatók. Ugyanakkor ezen hátrányokért cserébe alkalmazhatósági kritériumukon belül kielégítő pontossággal rendelkeznek, valamint egyszerűen megvalósíthatók, akár egy táblázatkezelő program segítségével is. A négy módszer közül kettő kis, még kettő nagy frekvenciákon alkalmazható. Megjegyzendő, hogy a módszerek adott frekvencián történő alkalmazhatóságára vonatkozó feltételek különböző alakúak, azonban néhány matematikai átalakítás segítségével közös alakra hozhatók.

Az egyes módszerekkel kapott eredmények, továbbá az alkalmazhatósági kritériumok azonos alakra hozása után látható volt, hogy egy kis-, valamint egy nagyfrekvenciás módszer alkalmazhatósági kritériuma között csupán egy szűk tartomány van. A kisfrekvenciás módszer azonban alkalmazhatósági kritériumán kívül is kielégítő pontosságú eredményeket adott. Így a két módszer kombinációjaként egy olyan ötvözött módszert hoztunk létre, amely a teljes frekvenciatartományban alkalmazható. Az analitikus számítási módszerek összefüggéseiről, valamint a módszerek kombinációjáról részletesen a [2] és [7] forrásokban olvashatnak.

5. EREDMÉNYEK

Az előző fejezetekben bemutatott módszereket három különböző keresztmetszetű (25 mm², 50 mm², 95 mm²) AASC típusú sodronyon is végrehajtottuk. Az eredményeket a 4–6. ábrák tartalmazzák.

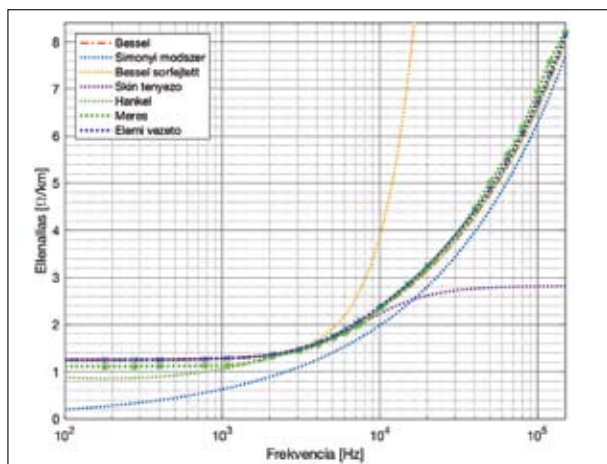
Vizsgálataink során az elemi vezetők számítás (szimuláció) eredményeit tekintettük referenciának, a többi módszer pontosságát így ehhez hasonlítottuk.

A mérések átlagos pontossága 10%, még legnagyobb hibája 20% volt. Nem mondható azonban rossz eredménynek ez, tekintettel a 2. fejezetben említett bizonytalanságokra.

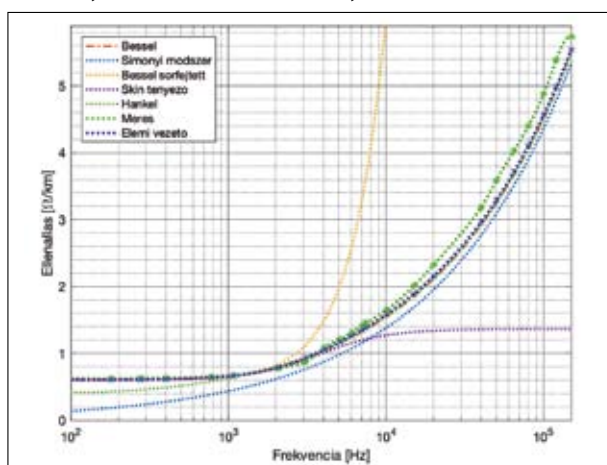
A közelítő módszerek közül a legpontosabb eredmények a Bessel függvények használatával kaphatók. A vizsgált frekvenciákon az átlagos pontosság 2%-nak, még a legnagyobb hiba 4%-nak adódott. A számítások elvégzéséhez a sodrony anyagának fajlagos ellenállására, valamint keresztmetszetére van szükség. Egyetlen hátránya, hogy a Bessel függvényeket kezelő program szükséges hozzá (pl. MATLAB).

A skin tényező módszer alapvetően kis frekvenciákon alkalmazható, azonban vizsgálataink alapján elmondható, hogy az alkalmazhatósági feltétel nem teljesülése esetén pontossága nem romlik számottevően gyorsan. Ezen tulajdonsága miatt választottuk a 4. fejezetben említett kombinált módszer kis frekvenciás tagjaként.

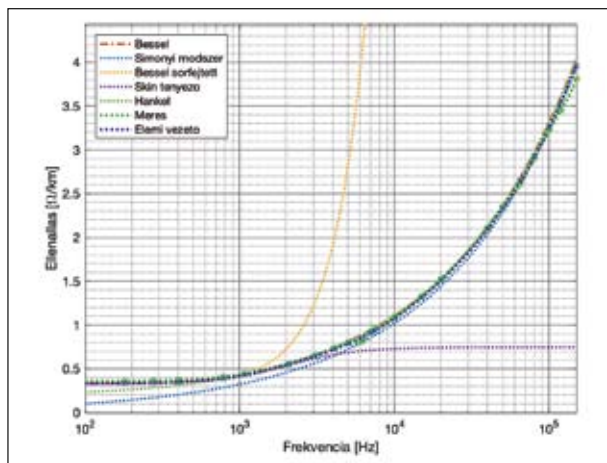
Simonyi a skin hatást értelmezve egy rendkívül szemléletes módszert mutatott be, azonban tapasztalataink alapján még 150 kHz-en sem éri el az elvárt pontosságot.



4. ábra Mérés, elemi vezetős számítás, analitikus módszerek, eredmények a 25 mm² AASC sodronyra [2]



5. ábra Mérés, elemi vezetős számítás, analitikus módszerek, eredmények az 50 mm² AASC sodronyra [2]



6. ábra Mérés, elemi vezetős számítás, analitikus módszerek, eredmények a 95 mm² AASC sodronyra [2]

A Hankel-féle félkonvergens sorok alkalmazásával nagy frekvenciákon egy egyszerű és megfelelő pontosságú módszer érhető el.

6. MÓDSZEREK ÉRTÉKELÉSE

Az 5. fejezetet követően jogosan merül fel a kérdés: melyik módszert érdemes használni a sodronyok felületi impedanciájának meghatározásához? Alapvetően az általunk javasolt kombinált közelítő módszer javaslatát használt olyan esetben, amikor gyorsan, viszonylag jó értékekre van szükség. Ha ennél is nagyobb – legfeljebb 4% hibájú – pontosságra van szükség, a Bessel függvények alkalmazásához kell nyúlni, míg a legnagyobb pontosság az elemi vezetők módszerének implementálásával érhető el. Ez azonban már jelentős idő- és erőforrásbeli ugrást jelent az előző módszerekhez képest. Abban az esetben, ha a vizsgálandó sodrony ferromágneses anyagot is tartalmaz – ilyen például az ACSR típusú sodrony –, az egyetlen lehetőség a mérés. Ilyenkor a közelítő formulák nem használhatók, továbbá a szimuláció is iterációt igényelne, amely jelentős futási idő növekedéssel járna.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Rönnerberg, S.K., Bollen, M.H.J., Amaris, H., Chang, G.W., Irene, Y.H.G., Kocewiak, L.H., Meyer, J., Olofsson, M., Ribeiro, P.F., Desmet, J.: On waveform distortion in the frequency range of 2 kHz–150 kHz – Review and research challenges, *Electric Power Systems Research* 150, 2017
- [2] Mohos A., Ladányi J., Divényi D.: Methods to ascertain the resistance of stranded conductors in the frequency range of 40 Hz–150 kHz. *Electric Power Systems Research* 174, 2019
- [3] Mohos A., Ladányi J.: Impedance characteristics of Aluminum Alloy Stranded Conductors in the frequency range 40 Hz to 150 kHz. *International Symposium on Electromagnetic Compatibility (EMC Europe)*, 2017
- [4] Mohos A.: Sodronyok frekvenciafüggő átviteli jellemzőinek vizsgálata a 2–150 kHz tartományban. *Mechwart András Ifjúsági Találkozó*, 2017
- [5] Török B., Varjú Gy.: Tetszőleges alakú vezetőrendszer impedanciájának meghatározása az elemi vezetők módszerével. *Elektrotechnika*, 72. évf. 1. sz., 1979
- [6] Mohos A., Ladányi J., Divényi D.: Sodronyok impedanciájának meghatározása az elemi vezetők módszerével. *Mechwart András Ifjúsági Találkozó*, 2018
- [7] Mohos A., Ladányi J.: Analitikus módszerek a sodronyok felületi impedanciájának meghatározására a 2–150 kHz tartományban. *Mechwart András Ifjúsági Találkozó*, 2019



Mohos András

Doktorandusz
BME Villamos Energetika Tanszék,
MEE-tag
mohos.andras@vet.bme.hu



Dr. Ladányi József

Egyetemi docens
BME Villamos Energetika Tanszék,
MEE-tag
ladanyi.jozsef@vet.bme.hu



Dr. Divényi Dániel

Egyetemi adjunktus
BME Villamos Energetika Tanszék
MEE-tag
divenyi.daniel@vet.bme.hu

Elemi polarizációs folyamatok vizsgálata

A szigeteléstechnika fejlődésének köszönhetően számos szigetelésdiagnosztikai módszer látott napvilágot, amelyek segítségével következtethetünk a villamos szigetelések állapotára. A teljes feszültségválasz módszer segítségével a polarizációs és vezetési folyamatok külön vizsgálhatók, a módszer továbbfejlesztett változatával pedig a többféle időállandóval rendelkező polarizációs folyamatokat is vizsgálhatjuk. Egy iterációs módszer segítségével a továbbfejlesztett teljes feszültségválasz módszer eredményeiből becsülhetők a szigetelés helyettesítő kapcsolásában található elemi polarizációk időállandói és intenzitásai is. Az iterációs módszer módosításával a nagyobb időállandós (103-104 s) folyamatok pontosabb becslése lehetséges.

Due to the development in the field of insulation diagnostics various diagnostic methods have been revealed for insulation diagnostics. By means of the voltage response method the conductive and polarization processes can be investigated separately, moreover, various time constant polarization processes can be investigated by the extended version of this method. By means of an iterative method the intensities and time constants of the elementary polarizations can be calculated. This paper introduces a modification in this iteration method to estimate the slower polarizations (103-104 s) more precisely.

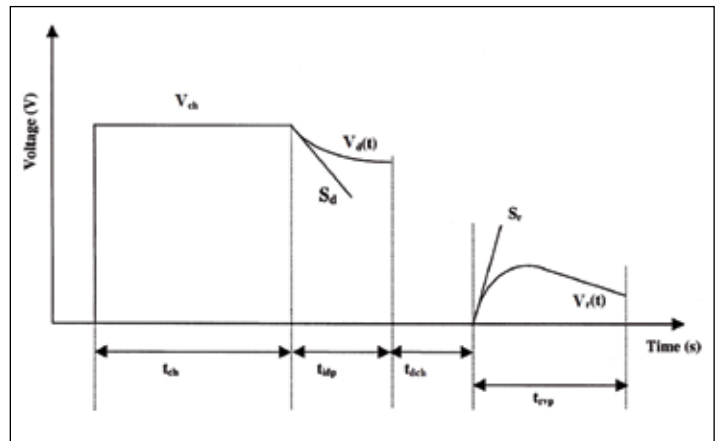
1. BEVEZETÉS

A villamos szigetelőanyagok állapota fontos szerepet játszik a villamosenergia-hálózat biztonságos üzemeltetésében, ezért fontos a szigetelés állapotáról minél pontosabb képet adó diagnosztikai módszerek fejlesztése. A teljes feszültségválasz módszer segítségével a szigetelés vezetőképessége és polarizációs folyamatai külön vizsgálhatók [1-3]. A módszer azonban csak egy számmal jellemzi a szigetelőanyagban levő polarizációs folyamatok sokaságát. A továbbfejlesztett teljes feszültségválasz módszer (EVR) segítségével a szigetelésben előforduló polarizációs spektrum vizsgálható [4]. Az EVR mérési eredményekből egy iterációs módszer segítségével a szigetelés helyettesítő kapcsolásában található elemi polarizációs folyamatok időállandója és intenzitása kiszámítható [4-6]. Az így kapott elemi polarizációk felhasználásával előállítható elfogadható hibával az RVM mérés során mért görbe jelentősen kevesebb mérési idő alatt [7], vagy segítségével következtethetők a polarizációs folyamatok változásai öregítés hatására [6]. Ez a cikk a nagyobb időállandós (10^3 - 10^4 s) polarizációs folyamatok pontosabb becslését lehetővé tevő változtatásokat mutatja be.

2. MÉRÉSI MÓD

A teljes feszültségválasz mérési módszer időbeli lefutását az 1. ábra tartalmazza.

A mérés során DC feszültséggel töltjük t_{ch} ideig a szigetelést, majd a feszültségforrást lecsatlakoztatva a vizsgált



1. ábra Teljes feszültségválasz mérés menete [5]

mintáról mérhető a kisülési feszültség kezdeti meredeksége (S_d), amely egyenesen arányos a szigetelés vezetőképességével [1-3, 8]. Ezután az eddig töltésre használt elektródokat rövidre zárva t_{dch} ideig, majd a rövidre zárást megszüntetve mérhető a visszatérő feszültség kezdeti meredeksége (S_r), amely egyenesen arányos a szigetelés polarizációs vezetőképességével [1-3, 8]. A rövidzárási időket változtatva eltérő rövidzárási idők után mérve a visszatérő feszültség kezdeti meredekségét a szigetelés különféle időállandós polarizációi vizsgálhatók [4-7].

3. ELEMI POLARIZÁCIÓK MEGHATÁROZÁSA

Az egyes elemi polarizációk jellemezhetők az időállandójukkal $\tau_i = R_{pi}C_{pi}$, valamint az intenzitásukkal, más néven a polarizálhatóságukkal ($\alpha_i = C_{pi}/C_0$) [5].

A különböző rövidzárási idők után mért visszatérő feszültségek kezdeti meredekségei megegyeznek az elemi polarizációs folyamatok által keltett visszatérő feszültségek kezdeti meredekségeinek összegével [4-5], így:

$$S_{ri} = \sum_{i=1}^n \frac{U_{cpi}}{\tau_{pi}} \quad (1)$$

ahol S_{ri} az adott rövidzárási idő után mért visszatérő feszültség kezdeti meredeksége, U_{cpi} a C_{pi} kondenzátorban maradó feszültség, valamint $\tau_{pi} = R_{pi}C_0$.

Az egyes elemi polarizációs tagban maradó feszültség a töltést és rövidre zárást követően [4]:

$$U_{cpi} = U_{ch} \left(1 - e^{-\frac{t_{ch}}{\tau_{pi}}} \right) e^{-\frac{t_{dchi}}{\tau_{pi}}} \quad (2)$$

ahol t_{ch} a töltési időt, t_{dchi} a rövidzárási időt jelöli.

Az (1-2) egyenletekből, valamint felhasználva, hogy $\tau_{ri} = R_{pi}C_0$ és $\alpha_i = C_{pi}/C_0$ adódik:

$$S_r(t_{ch}, t_{dch}) = U_{ch} \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \left(1 - e^{-\frac{t_{ch}}{\tau_{pi}}} \right) e^{-\frac{t_{dchi}}{\tau_{pi}}}}{\tau_{pi}} \quad (3)$$

Mivel minden rövidzárási idő után rendelkezésre áll mért adatként a visszatérő feszültség kezdeti meredeksége, így lehetségessé válik a helyettesítő kép elemi polarizációinak kiszámítása. A vizsgálat során szükséges az elemi polarizációs folyamatok időállandóinak a meghatározása. Ebben a munkában a 0.1-10000 s-os időállandó tartományban dekadonként 20 darab elemi polarizációval modelleztem a szigetelést, kezdeti értéknek egységessé, $\alpha_i = 10^{-7}$ intenzitással, majd a (3)

egyenlet segítségével minden rövidzárási idő után kiszámolva az egyes rövidzárási időkhöz tartozó visszatérő feszültség kezdeti meredekségét adódott egy számolt feszültségválasz. A számolt és a mért értékek eltéréseinek négyzetösszegét minimalizálva lehetséges a szigetelés helyettesítő kapcsolatában levő Debye elemek intenzitásának és időállandójának becslése [4-7]. A számításokat az Excel program Solver funkciójának segítségével végeztem.

4. VIZSGÁLAT

4.1. Dielektrikum modell

A számítások során egy kitalált dielektrikum modellt vizsgáltam a következő paraméterekkel, amelyet az 1. táblázat tartalmaz:

1. táblázat Dielektrikum modell paraméterei ($C_0=5nF$)

| τ_i [s] | R_{pi} [G Ω] | C_{pi} [nF] | α_i [-] |
|--------------|------------------------|---------------|----------------|
| 5 | 5 | 1 | 0.2 |
| 30 | 10 | 3 | 0.6 |
| 400 | 100 | 4 | 0.8 |
| 3200 | 320 | 10 | 2 |

A használt időállandók és egyéb paraméterek hasonlóan lettek választva, mint a [5] cikkben, ahol valóban megépített dielektrikum modell volt, azzal az eltéréssel, hogy ott két Debye tagja volt a dielektrikum modellnek, illetve megmutatta, hogy a gyakorlati szempontból olyan bonyolult szigetelőanyagok, mint az EPR, jellemezhetők mindössze 3-4 elemi polarizációs folyamattal.

A számítások a rövidzárási időknél a következőket választottam: 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 s. A töltési időt 4000 s, a töltőfeszültséget pedig 1000 V értékkel vettem figyelembe.

4.2. Hibafüggvény

Az iterációs számítások során a számolt modell jóságát egy hibafüggvény segítségével lehet meghatározni, amely összehasonlítja a számolt értékeket (továbbiakban szimulált értékek) az iterációs módszerrel számoltakkal, és a cél a különbség minimalizálása. Az iterációs módszer bemutatásakor a hibafüggvény az eltérések négyzetösszegeként lett definiálva [4, 5]. Ez a hibafüggvény jól alkalmazható azokban az esetekben, amikor a leghosszabb rövidzárási idő után mért értékek 1 V/s körüli értékkel bírnak. Ennek oka az, hogy a nagyobb időállandós (10^3 s- 10^4 s) polarizációk ha nagy intenzitással is bírnak, az általuk keltett visszatérő feszültség kezdeti meredeksége sokszor elhanyagolható a kisebb időállandós, de kisebb intenzitású polarizációkhoz képest, pl.: a 3200 s-os polarizáció bár a legintenzívebb, de az általa keltett $S_{r1} = 0,45$ V/s, míg az 5 s-os által keltett 32,75 V/s, az összes polarizáció által keltett pedig 54,53 V/s. Ennek köszönhetően, mivel ezek relatíve kicsik négyzetes hibát okoznak, így az optimalizáló algoritmus kevésbé találja meg a nagyobb időállandós polarizációkat.

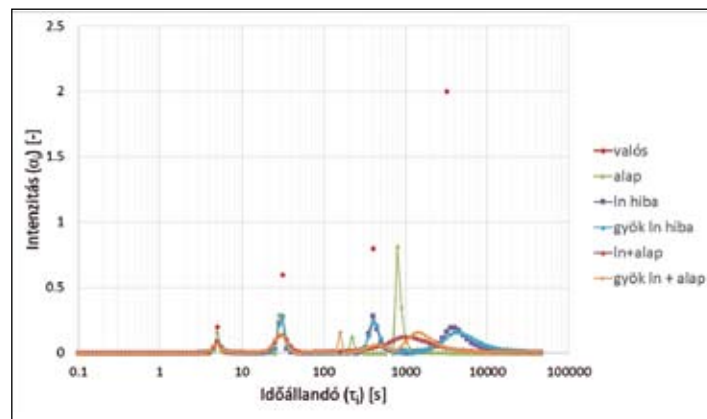
Ezen probléma kiküszöbölésére a következő hibafüggvényekkel végeztem el az iterációs számításokat, majd hasonlítottam össze a kapott polarizációs spektrumokat a valós értékkel:

- a szimulált és számolt értékek különbségeinek négyzetösszege (továbbiakban „alap” hiba)
- a szimulált és számolt értékek természetes alapú logaritmusainak különbségeinek négyzetösszege (továbbiakban „ln hiba”)
- az „ln hiba” gyökét (továbbiakban „gyök ln hiba”)

- az „ln hiba” és az eredetileg számolt különbségek négyzetösszegének összegét („ln+alap hiba”)
- a „gyök ln hiba” és az eredetileg számolt különbségek négyzetösszegének összegét („gyök ln+alap hiba”)

5. EREDMÉNYEK

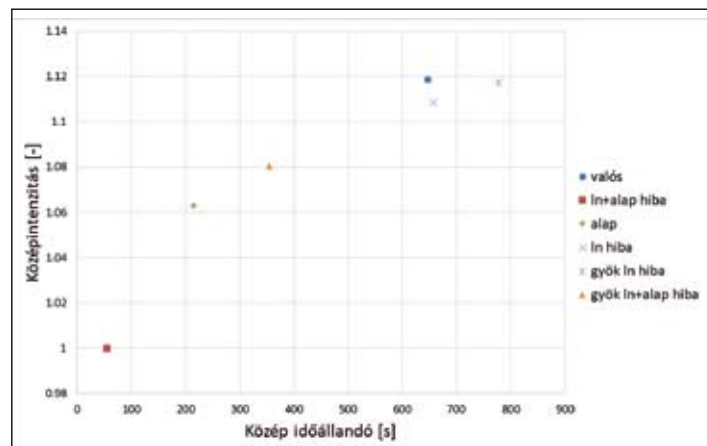
A számolt spektrumok az egyes esetekben a 2. ábrán találhatóak, a négyzetes hiba minden esetben 0,15-nél kisebbnek adódott, amely nagyon jó közelítést jelent.



2. ábra Különböző hibafüggvénnyel számolt spektrumok

Az összes típusú hibafüggvény esetében elmondható, hogy az 5 s és 30 s időállandóval rendelkező polarizációkat sikeresen megtalálta az algoritmus, míg ez a nagyobb időállandós polarizációk esetén csak az „ln” és „gyök ln” hibákra igaz. Az algoritmus által talált intenzitások jellemzően sokkal elmaradnak a valóstól. Ennek oka, hogy az algoritmus az összes elemi polarizációhoz rendel egy alap intenzitás értéket, és a keresett polarizációkhoz időállandóban közel eső polarizációk intenzitását is növeli, így a valós intenzitás széteszlik az időállandóban közel eső polarizációk között.

A különböző módszerek összehasonlítására kiszámoltam az intenzitásokból, illetve a hozzájuk tartozó időállandókból súlyozott átlagszámítással logaritmikus skálán a közép időállandót, valamint a közép intenzitást is. Az összehasonlítások a valós eloszlástól való távolság egyben jelenti az adott módszer jóságát is. A kapott eredményeket a 3. ábra tartalmazza, a kiértékelésnél zárójelben az ábrán látható pontok „valós” ponttól számított euklideszi távolsága található. Jól látható, hogy a legközelebbi pont a valóshoz az „ln hiba” (9,8) alkalmazása, míg a második legközelebbi pont a „gyök ln hiba” (130,2), amely sorrend megegyezik a 2. ábrán tapasztaltakkal. A többi számítási mód alapján számolt eredmény



3. ábra Számolt polarizációs spektrumok összehasonlítása

az előbbiektől jelentősebb távolságra helyezkedik el, „gyök ln+alap hiba” (292,6), „alap” (433,1) és „ln+alap hiba” (592,1) sorrendben követve egymást.

Összességében kijelenthető, hogy az „ln hiba” esetében működött a legpontosabban a polarizációk meghatározása.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A továbbfejlesztett teljes feszültségválasz módszer mérési eredményeiből egy iterációs módszer segítségével az elemi polarizációk meghatározhatók, és segítségével a polarizációs folyamatokban történő változások követhetők a különféle öregítő körülmények hatására. A korábban alkalmazott négyzetes eltérésen alapuló hibafüggvényt újabb hibafüggvényekkel összehasonlítva a legpontosabb eredményt a mért és számolt értékek természetes alapú logaritmusai különbségeinek négyzetösszege adta, amely segítségével a nagyobb időállandós (>1000 s) polarizációk is pontosan megtalálhatók.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Németh E.:** *Measuring voltage response: a non-destructive diagnostic test method of HV insulation*, IEE Proceedings - Science, Measurement and Technology 146 (5) (Sept. 1999) 249-252.
- [2] **Németh E.:** *"Some newest results of diagnostics testing of impregnated paper insulated cable"*, Proceedings 10th Int. Symp. HV Eng., ISH'97, Montreal, Canada Vol. 4., pp. 191-194, 1997
- [3] **Tamus Z. Á., Berta I.:** *"Application of Voltage Response Measurement on Low Voltage Cables"*, Proc. IEEE 29th El.Ins. Conf. 2009, Montreal, Canada, pp. 444-447.
- [4] **Tamus Z. Á. and Csányi G. M.:** *"Modeling of insulations by the results of voltage response measurement"*, in International Symposium on High Voltage Engineering, ISH 2015, August 2015.

- [5] **Tamus Z. Á., Csábi D., Csányi G. M.:** *"Characterization of dielectric materials by the extension of voltage response method"*, Journal of Physics: Conference Series, Vol. 646 pp. 012043 2015
- [6] **Csányi G. M., Tamus Z. Á.:** *"Investigation of dielectric properties of mixed PILC and XLPE cable insulation by the extended Voltage Response Method"*, 2017 6th International Youth Conference on Energy (IYCE), Budapest, 2017, pp. 1-4.
- [7] **Szirmai Á., Tamus Z. Á.:** *"Modelling of dielectric processes in oil-paper insulation for replacement of Return Voltage Measurement"*, 2016 Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostika), Pilsen, 2016, pp. 1-4.
- [8] **Németh E.:** *"Proposed fundamental characteristics describing dielectric processes in dielectrics"*, Periodica Polytechnica Electrical Engineering, 15(4):305-322.



Csányi Gergely Márk

PhD hallgató
BME Villamos Energetika Tanszék
csanyi.gergely@vet.bme.hu



Tamus Zoltán Ádám

Egyetemi docens
BME Villamos Energetika Tanszék
tamus.adam@vet.bme.hu

Hírek

Így is lehet!

Ezzel a címmel – minden kommentár nélkül – találtam ezt a képet a neten, úgy éreztem, hogy a kép önmagáért beszél, és az „Elektrotechnika”-ban közlésre érdemes.



Egy műszaki remekmű 1881-ből
Az első – a közösség számára elektromos energiát szolgáltató – vízerőmű 1881 őszén egy dél-angliai városban, Godalmingban épült fel. A település világításához használták az áramot. **Csodálatos műszaki alkotás!!!**

Hangot kapnak az elektromos autók

Július 1-jétől az új típusú hibrid és elektromos autókat kizárólag hanggenerátorral felszerelve lehet forgalomba hozni az Európai Unió tagállamaiban, hogy a szinte zajtalan járművek észlelése könnyebb legyen a gyalogosoknak és a kéreppárral közlekedőknek.

Az Európai Parlament még 2014 tavaszán fogadta el és adta ki az erről szóló rendeletet. A júliusi határidő az új típusnak számító, azaz új EK típusjövahagyási számmal rendelkező hibrid és tisztán elektromos járműveket érinti.

Forrás: elektromosautok.com



Portértöltés hatása elektrosztatikus porleválasztó modellben

Elektrosztatikus porleválasztók működése közben megjelenhet számos befolyásoló jelenség, amely ronthatja a berendezés működési hatásosságát. Közülük az egyik jelenség a corona-quenching, amelynek oka egy tértöltés tartomány az átáramló közegben, amely nehezíti a koronakisülés kialakulását. A tértöltés megjelenése megváltoztatja a térerősség eloszlásokat, befolyásolva a kialakuló koronakisülés mértékét és az abból származó feszültség-áram karakterisztikát. Cikkünk célja ezt a hatást bemutatni és összevetni a kapott eredményeket a gyűjtőelektrodokra tapadt porréteg által megváltoztatott feszültség-áram karakterisztikával.

During operation of electrostatic precipitators, a number of influencing phenomena may occur, which may decrease the operational efficiency of the equipment. One of these phenomenon is corona-quenching, which is caused by a space charge region in the flowing gases that makes it difficult to develop corona discharge. The appearance of space charge changes the field strength distributions, affecting the intensity of the corona discharge and the resulting voltage-current characteristic. The aim of the paper is to present this effect and to compare the obtained results with the change of the voltage current characteristic of the powder layer stuck to the collecting electrodes.

1. BEVEZETÉS

Az elektrosztatikus porleválasztók feladata a porszemcsék leválasztása a berendezésen keresztül áramló gázokból, amelyben a szűrés villamos térerősség és Coulomb erő segítségével történik. A téma időszerezését az egyre szigorodó környezetvédelmi előírások adják, elsősorban az egyre kisebb szemcseméretre vonatkozó előírások, amelyek szerint a kilépő por koncentrációja nem haladhatja meg az előírt nagyságot.

Gyakori problémát vet fel, hogy az évtizedekkel ezelőtt legyártott elektrosztatikus porleválasztók nagyobb szemcseméretre lettek tervezve és az eredeti működési feltételekkel vagy az időközben megváltozó tüzelési technológia miatt nem tudnak megfelelni az előírásoknak. Figyelembe véve, hogy egy új berendezés ára a 40 millió dollárt is meghaladhatja, a meglévő berendezések korszerűsítése egy gyakori megoldás a leválasztási fok javítására [1].

A felújítások következtében a berendezésen belül előfordulhatnak olyan nem várt jelenségek, nehezen magyarázható tapasztalatok, amelyek a berendezésekben lejátszódó folyamatok alaposabb megismerését igénylik. A különböző jelenségek – mint például az ellenkorona, corona-quenching vagy az elektrodokra tapadó porréteg megléte – ismertek, azonban a legtöbb numerikus modell a különböző hatásokat nem képes egyben kezelni.

Összességében elmondható, hogy a téma kutatásában nagy lehetőségek rejlenek, hiszen napjaink fontos ipari problémájával állunk szemben.

2. TIPIKUS JELENSÉGEK

2.1. Korrózió

Természetesen, mint a legtöbb eszköznél, a porleválasztók esetében is számolni kell a korróziós folyamatok kialakulásával, esetünkben a rozsdásodást lehet figyelembe venni. A folyamat a koronázó elektrodokra lehet a legnagyobb hatással, azonban villamos szempontból elegendő az elektrodok végét vizsgálni, hiszen ott keletkeznek a koronakisülések.

2.2. Porréteg meglepedése

Nem megfelelő kopogtatás esetén a gyűjtő – de akár a korona – elektrodokra tapadó porréteg túlságosan megvastagodhat.

Ha a gyűjtőelektrodára kis fajlagos ellenállású ($10^5 \Omega\text{m}$) porréteg tapad, a töltések rövid idő alatt áthatolnak a porrétegen, nem gyűlik össze a felszínen jelentős töltésmennyiség. A feszültség-áram karakterisztika megszokott.

A helyzet változik, amikor a porréteg fajlagos ellenállása nagyobb lesz ($10^8 \Omega\text{m}$). A töltés felhalmozódás számottevő, de a porrétegen belüli térerősség nem elég nagy ahhoz, hogy ellenkorona kisülést indítson el. Ilyen helyzetben megfigyelhető a koronaáram elnyomás. Ez az eset akkor fordul elő, ha a por viszonylag nagy vastagságú.

Nagyon nagy fajlagos ellenállás esetén ($10^{11} \Omega\text{m}$) a porrétegen képes nagyon nagy töltés felhalmozódni a vékony porréteg ellenére is, így a porrétegen belüli térerősség eléri azt az értéket, ami ellenkoronát hoz létre [2].

2.3. Ellenkorona kisülés

Nagy szigetelőképeségű poroknál a töltések lassan tudnak eltávozni a szemcsék felületéről, így helyenként a felhalmozódó töltések akkora térerősséget hoznak létre, amely átütö a porréteget.

Az átütési pontok helyén koronakisülés jön létre, amelynek töltése ellentétes a koronázó elektrod kisülésének előjelével. A leválasztási fokot amiatt rontja, mert a kisülések megjelenésével porréteg „robban” vissza a gázáramba, illetve létrejöhet pamatos kisülés, majd teljes átütés is. Ha az átütési pontok száma megnövekszik, olyan mennyiségű pozitív töltést képes az áramlási térbe juttatni, amely erősen csökkenti a leválasztásban kulcsfontosságú negatív tértöltést [1].

2.4. Corona-quenching

Az elektrosztatikus porleválasztóba beáramló porszemcsék az ionfelhőbe érkeve elkezdnek töltődni. A töltött por villamos erőteret hoz létre. A corona-quenching jelenség ennek a jelenségnek köszönhető. A tértöltés miatt a porleválasztó berendezésekben megváltoznak az eredeti potenciálviszonyok, csökken a felületi térerősség értéke a koronaelektrodok végén, aminek következménye a koronaáram csökkenése. A portértöltés előjele megegyezik a koronaelektrod feszültségének előjelével. A corona-quenching rontja a porleválasztás hatásosságát.

A jelenséget ismerjük, azonban rendkívül nehéz modellezni laboratóriumi körülmények között, illetve a pontos mérése sem egyszerű. Gyakori eset, hogy az áram-feszültség karakterisztikából próbálunk következtetni a tértöltés értékére.

3. LABORATÓRIUMI MÉRÉSEK

3.1. Koronakisülés vizsgálatok

A koronakisülésekből származó feszültség-áram karakterisztika jellemzőinek mérése széles körben alkalmazott gyakorlat az elektrosztatikus porleválasztók működésének ellenőrzésére. Az U-I karakterisztikák diagnosztikai célokra használhatók [3]

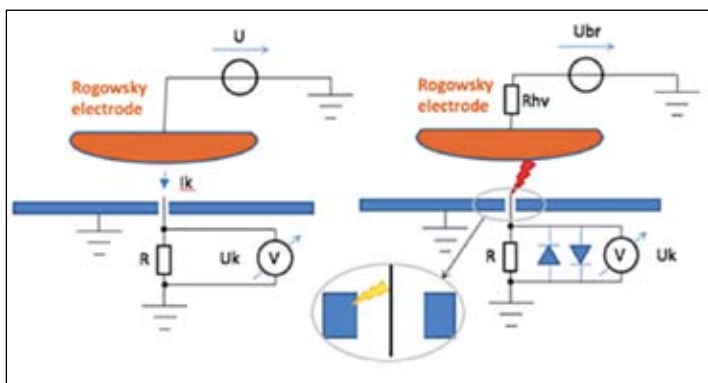
[4], mivel a működési paraméterek változtatása vagy egy bizonyos hiba jelenléte módosítja ezeket a görbéket. Másból is alkalmazzák a feszültség-áram karakterisztikákat nagyfeszültségű méréseknél, mint például a villám kialakulásakor a földfelszín közelében létrejövő koronakisülés vizsgálata vagy éppen szigetelés diagnosztikai fejlesztések [5][6]. Laboratóriumi mérések segítségével előre látható a különböző hibák hatása, mert ezek alapján már tudjuk, hogyan módosulnak az U-I görbék.

Habár számos ilyen cikket publikáltak, még mindig vannak olyan speciális esetek, amelyekben az U-I görbék mérése új információkat szolgáltathat. Az ilyen mérések nagyon hasznosak a fent említett célokra kifejlesztett numerikus modellek ellenőrzésére is [2].

3.2. Tű-sík elrendezés

A mérések célja DC koronakisülésből származó koronaáram vizsgálata, amelyben a koronakisülés egy homogén villamos erőteret torzító tű hegyén jön létre, a torzítás mértéke pedig a tű magasságától függ.

A tű körül egy földelt fémlemez található. A mérési elrendezés nagyfeszültségű elektródja egy Rogowsky elektród. A földelt sík elektród közepén elhelyezett lyukon keresztül van bevezetve az állítható magasságú tű, ahogy ez az 1. ábrán is látszik.



1. ábra Alkalmazott tesztelrendezés átütés nélkül és átütés következtében a védelemmel

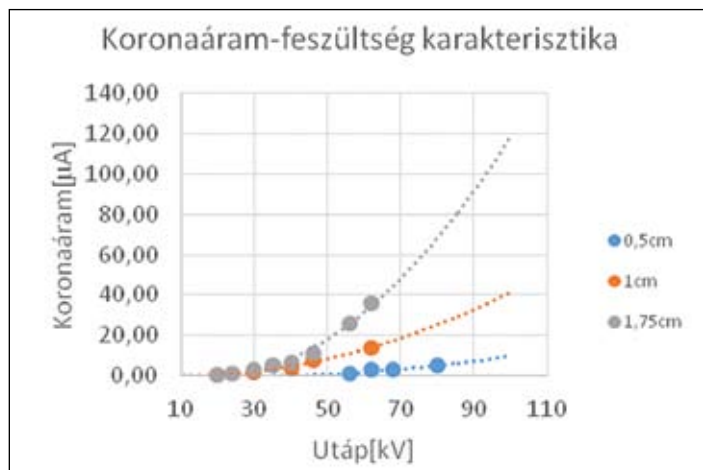
Mivel a villamos erők elméletéből jól ismert, a tű torzítja a körülötte lévő homogén villamos teret, így koronakisülés eredményez, amikor a tér intenzitása meghaladja a kritikus határértéket. A fém tűvel sorban egy ellenállás csatlakozik, amelyen a mért feszültségesés arányos a koronaárammal.

Az ellenállás kapcsaihoz digitális oszcilloszkópot csatlakoztattunk, amelyet a lehetséges meghibásodások és túlfeszültségek ellen az ellenállással párhuzamosan kapcsolt diódák segítségével védünk.

Az ellenállás értékét oly módon választottuk ki, hogy sokkal kisebb legyen, mint az oszcilloszkóp bemeneti ellenállása, de elég nagy ahhoz, hogy a koronaáram pár mV-nyi feszültségesést hozzon létre. Megállapítottuk, hogy a 100-1500 Ω közötti értékek megfelelőek.

A mérések során a Rogowsky elektród egyenfeszültségét folyamatosan növeltük, amíg a koronakisülés meg nem indult. Ezt követően a kisülési árammal arányos feszültség értékeket rögzítettük az egyenfeszültség minden 3-5 kV-os növekedésénél. A vizsgálati feszültséget az átütésig növeltük, így a koronakisülés teljes működési tartományára jellemző mérési görbét lehetett létrehozni a mért értékekből. Ezeket a méréseket több tűmagasság esetében is elvégeztük.

A 2. ábra 3 különböző tűmagasságra vonatkozó görbét mutat pozitív koronaáram esetén. Jól látható a görbék exponenciális jellege, valamint a gyújtási feszültségek változása a tűmagasság függvényében.



2. ábra Koronaáram-feszültség karakterisztika különböző magasságú tű belógás esetén

A kutatás következő szakaszában egy elektrosztatikus porleválasztó utca szegmensét modelleztük.

3.3. Korrózió hatása

Korróziós folyamatoknak köszönhetően az elektródok végén lévő tüskék vége letörhet, görbületi sugaruk megnöhet. Esetünkben amiatt fontos, mert kis távolságok esetén a koronakisülés intenzitása függ a görbületi sugarak nagyságától is [7].

A hatást vizsgálva egy elektród darabot intenzív korróziós folyamatnak tettünk ki két héten keresztül. A tapasztalat azt mutatta, hogy a korróziós folyamat elsősorban az elektród testét érte, a tüskék szinte érintetlenek maradtak. Ebből arra következtethetünk, hogy a rozsdásodás villamos szempontból nem okozhat nem várt működést. Mechanikai szempontból viszont fontos lehet a működés során.

3.3. Felszínen lévő por hatása

Általában a laboratóriumban az elektrosztatikus porleválasztó feszültség-áram jellemzőinek a mérését olyan tesztelrendezés segítségével végzik, amely a nagyfeszültségű korona-elektrodok és földelt gyűjtőelektrodok egy részét tartalmazza. A nagyfeszültségű elektrodokra csatlakoztatott vizsgálati feszültségek esetén jegyezzük fel a koronaáramok értékét.

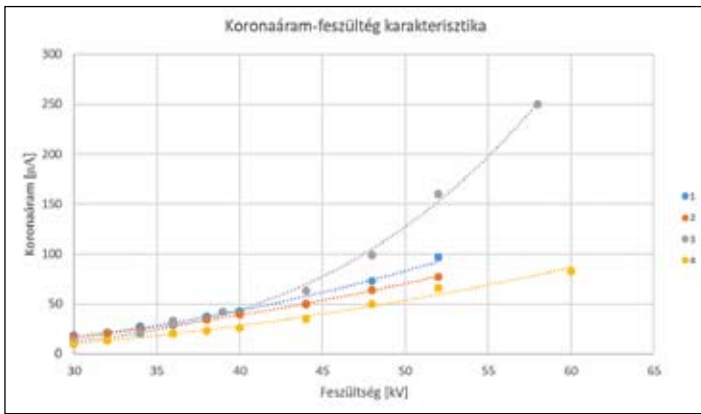
Esetünkben két 1 m*1 m méretű földelt, párhuzamos lemez között a nagyfeszültségű elektrodok 1 m hosszú szakaszát használtuk. A lemezek közötti távolság 30 cm, így a koronaelektrod és gyűjtő elektród távolsága 15 cm volt (mint az iparban). A nagyfeszültségű elektród egy meglévő ipari porleválasztóból származott.

Ez az elrendezés alkalmas az összegyűjtött porrétteg modellezésére a gyűjtőelektrod felületén. Néhány ilyen mérési eredmény látható a 3. ábrán. Az üres modell görbéi összhangban voltak egy általunk mért helyszíni mérés során regisztrált adatokkal. Ezt tekinthetjük referencia görbének vagy kezdeti görbének.

Ha a gyűjtőelektrodra (2. eset) kis fajlagos ellenállású ($10^5 \Omega$) porrétteget helyeztünk, akkor az U-I görbékben nincs jelentős változás a kezdeti értékhez képest.

Ha a porrétteg fajlagos ellenállása nagyobb ($10^8 \Omega$), akkor megfigyelhető a koronaáram elnyomása (4. eset).

Nagyon nagy fajlagos ellenállás esetén ($10^{11} \Omega$) a porrétteg képes nagyon nagy töltést felhalmozni a vékony porrétteg ellenére is, így a porréttegen belüli télerősség eléri azt az értéket, ami ellenkoronát hoz létre, megnövelve a koronaáram értékét.



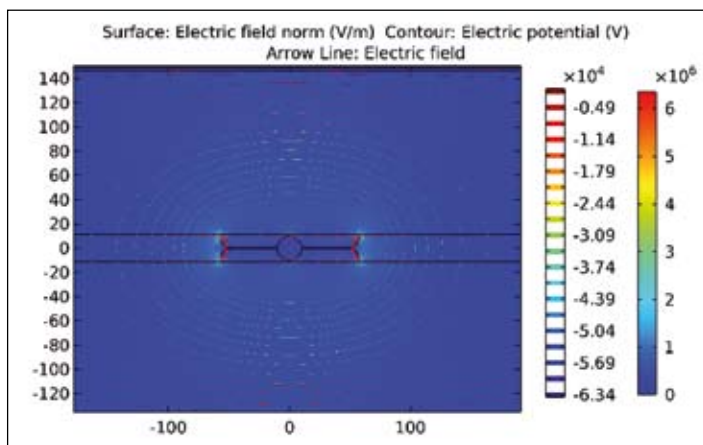
3. ábra Koronaáram-feszültség karakterisztika különböző fajlagos ellenállású por esetén

4. SZIMULÁCIÓK

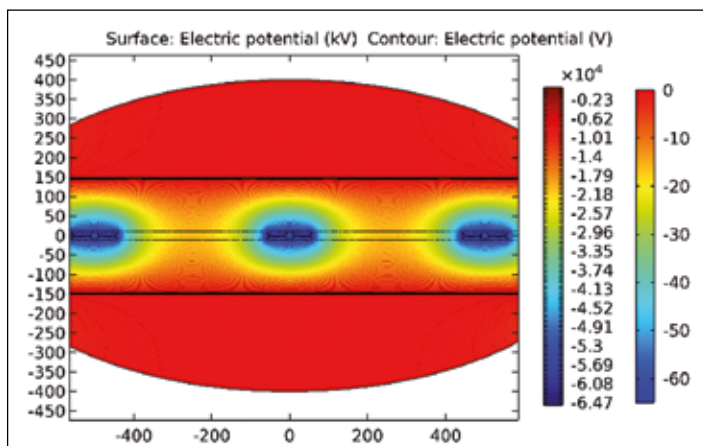
A számítógépes programok évtizedeken keresztül robbanás-szerű fejlődése rendkívül hasznos a mérések mellett szimulációk megalkotásához. A modellek és a mérési eredmények összevethetők a modell ellenőrzésére, és így létrehozhatók olyan modellek, amelyek a mindennapokban körülményesen mérhető helyzeteket modelleznek. Szimulációm során COMSOL szoftvert használtam.

4.1. Villamos erőtér eloszlások

Számításaim során a koronaelektrodokon -65 kV feszültséget számoltam, míg a gyűjtőelektrodok 0 V potenciált vettek



4. ábra Villamos erőtér eloszlás az elektród körül

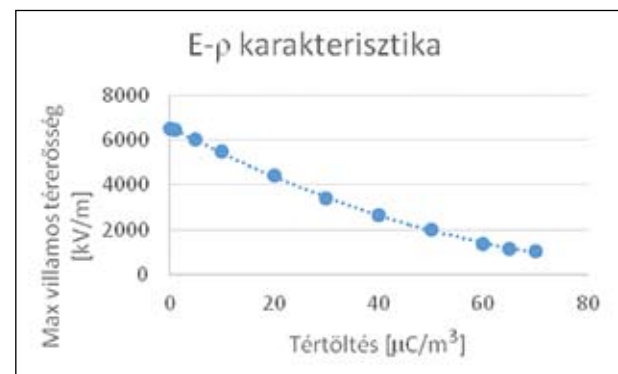


5. ábra Feszültség viszonyok az elektródok körül

fel. A koronázó és gyűjtőelektrodok közötti tartományban téglalap keresztmetszetű tértöltés tartományt definiáltunk, 2-2 mm-re az elektródoktól.

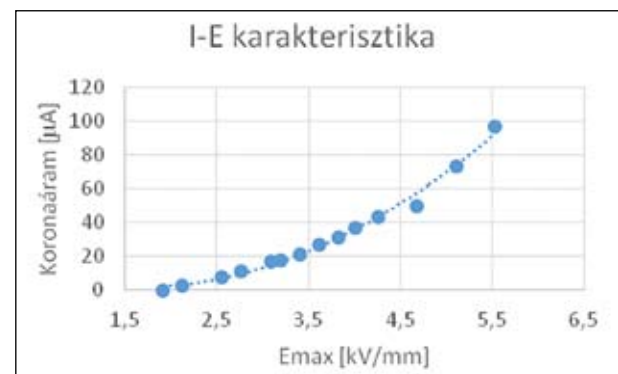
Vizsgálataim során a villamos erőtér, illetve feszültség viszonyokat hasonlítottam össze a tértöltés köbméterre vonatkozó értékének változtatásával.

A maximális térerősség a koronaelektrodok végén jön létre, hiszen a kezdetben homogén térerősségbe az elektródvég lóg bele legnagyobb mértékben, torzítva az erőteret, sűrítve az erővonalakat a felszíne környékén. A tértöltés tartomány töltésének növelésével a maximális villamos térerősség elkezd csökkenni. A térerősség csökkenése együtt jár a koronakisülések intenzitásának és a koronaáram értékének csökkenésével. A 7. diagram mutatja a szimulált eredményeket, tértöltés függvényében a maximális térerősség értékét.

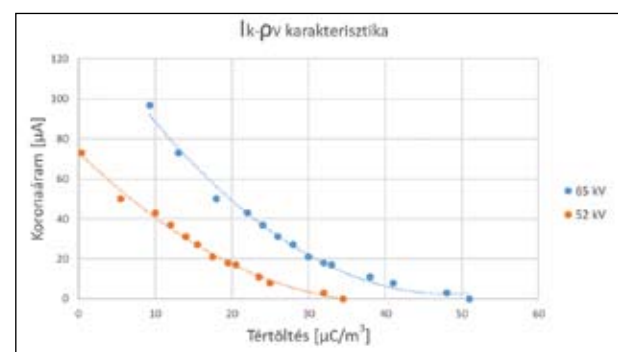


6. ábra Villamos térerősség értéke a tértöltés függvényében

Következő lépésként a térerősség-áram karakterisztikát határoztuk meg. A szoftverben a koronaelektrodokra a laboratóriumban mért feszültségértékeket állítottuk be tértöltés tartomány nélkül, így meghatároztuk, hogy a feljegyzett áramértékek esetén mekkora térerősség jött létre az elektródcsúcs végénél.



7. ábra Koronaáram a térerősség függvényében



8. ábra Koronaáram a tértöltés függvényében

Ha összevetjük az E-I, illetve E-p karakterisztikát, meghatározható az I-p karakterisztika, azaz a tértöltés függvényében a koronaáram értéke.

A porleválasztó üzemi feszültsége 58–62 kV közti érték (általában), a 8. ábra két görbéje ezt a két szélső értéket modellezi. Jól látható, hogy 30–40 $\mu\text{C}/\text{m}^3$ -es tértöltés érték esetén a koronaáram drasztikusan lecsökken, akár meg is szűnhet.

5. KONKLÚZIÓ

A cikkben bemutatásra került számos tényező, amely hatással lehet a leválasztási fokra. A mérési eredmények alapján belátható, hogy laboratóriumi körülmények között is modellezhető egy elektrosztatikus porleválasztó berendezés, azonban üzem közbeni állapota nehezen modellezhető. Erre alkalmasak a numerikus számítógépes szimulációk, amelyek segítségével tértöltéses számításokat is el lehet végezni. A szoftver segítségével villamos erőtereket vizsgáltunk, valós ESP geometria esetén, amely összefüggésben van a koronaárammal.

A cikkben két fő tényezőt emeltünk ki, a felületre tapadó por hatását, valamint a corona-quenching jelenséget. Az előbbivel az a tapasztalat, hogy a feszültség-áram karakterisztika függ a por fajlagos ellenállásától. Ellenkorona kialakítása nélkül a koronaáram értéke kisebb, mint a por nélküli állapotban, azonban nem csökken olyan mértékben, hogy ez a jelenség legyen felelős a drasztikus áramcsökkenésért.

Corona-quenching esetén tapasztalható, hogy a tértöltés értékét növelve a koronaáram csökken, egy bizonyos határt túllépve pedig akár meg is szüntetheti azt.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **Kiss I.:** Elektrosztatikus porleválasztó berendezések újszerű modellezése, Doktori értekezés, Budapest, 2004

- [2] **István K., László Sz., Richárd Cs., István B.:** Current-voltage Characteristic of Corona Discharge in a Needle Penetrating a Rogowski-Plate Arrangement, IAS Annual Meeting 2019 – megjelenés alatt
- [3] **Aronell, V., Bacchiega, G. Hamil, M., Gauthier, N., Renard, A.:** The crystal ball gazing with electrostatic precipitator: V-I curves analysis. Proc. of International Conference on Electrostatic Precipitators (ICESP XI.) Hanzhou, China, 2008. pp. 289-297.
- [4] **M.D. Sharath Kumar, A.D Srinivasan,** Studies on the electrical characteristics of a thermal power plant Electrostatic Precipitator. India, 2015
- [5] **Saba, M.M.F., Pavia, A. A., Schumann, C., Oliviera e Silva, J.C., Naccarato, K.P.:** Lightning Attachment process to common buildings. Proc. of 24th International Conference on Lightning Detection and 6th International Conference on Lightning Meteorology, San Diego, USA 2016
- [6] **Fernando Á, Fernando G, Javier O, Miguel Á.:** Application of HFCT and UHF Sensors in On-Line Partial Discharge Measurements for Insulation Diagnosis of High Voltage Equipment. Madrid, 2015
- [7] **Tibor Horváth:** Villámcsapások valószínűségének meghatározása elméleti úton, Budapest, 1972



Székely László

BSc hallgató
BME Villamos Energetika Tanszék
ladislaus03@gmail.com



Dr. Kiss István

Egyetemi docens
BME Villamos Energetika Tanszék
kiss.istvan@vet.bme.hu



XVIII. LeCV – 2020. október 8-9.

... a sorozat folytatódik 2020-ban is!



A XVIII. Lux et Color Vesprimiensis 2020. október 8-án startol az utóbbi két évben megszokott helyszínen, a veszprémi Völgykút Házban. Ez alkalommal is a fény- és színtan legújabb tudományos eredményeit igyekezünk elhozni Önöknek olyan neves előadók meghívásával, mint például **Armin Sperling**, a németországi PTB fotometria és spektrometria osztály vezetője

Szeretettel várjuk résztvevőként 2020-ban is, Veszprémben a LeCV konferencián. A legfrissebb információkért kísérjék figyelemmel a rendezvény honlapját:

<http://lecv.hu>

SZERVEZŐK



SZPONSORAINK



Egy új korszak megjelenése a közép-feszültségű villamosenergia-elosztásban: digitális kapcsolóberendezések, szenzortechnológia alkalmazása

A közép-feszültségű elosztóhálózat sokat változott az elmúlt években és napjainkban is egyre komplexebb rendszerré válik a decentralizált energiatermelés és a megújuló energiaforrások fokozott hálózatra integrálásának köszönhetően. Az energiaigények növekedése következtében fontos biztosítani az elosztóhálózat még flexibilisebb és biztonságosabb üzemét, szem előtt tartva az előírt szabványokat. A napjainkban jellemző nagymértékű digitális innováció lehetőséget nyújt mindezek megvalósítására kapcsolóberendezéseinkben.

The medium voltage distribution grid have changed a lot in the last years and it will become a more complex system, due to the integration of the distributed and renewable energy sources. Because of the energy demand increase it is more important to provide a flexible and safer operation of the distribution grid fitting to the actual standards. The widely spread innovation trends of digitalization give us an opportunity to provide a solution for these new challenges.

1. BEVEZETÉS

A közép-feszültségű kapcsolóberendezések lényeges szerepet töltenek be a villamosenergia-elosztás zavartalan biztosításában. Az energiaigények emelkedése megköveteli, hogy a közép-feszültségű kapcsolóberendezések még hatékonyabbak, okosabbak, megbízhatóbbak legyenek, elősegítve a hálózat folyamatos rendelkezésre állását. A hatékony munkavégzés szempontjából további fontos szempont, hogy a kapcsolóberendezések könnyen szerelhetők, telepíthetők és működtethetők legyenek.

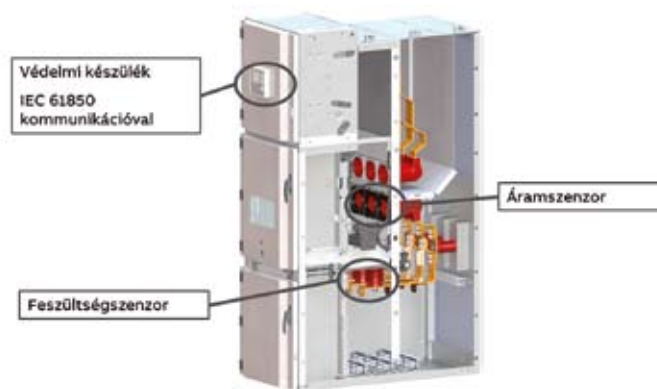
2. ABB UNIGEAR DIGITAL

Az Unigear Digital egy olyan új innovatív megoldás az ABB közép-feszültségű kapcsolóberendezések portfóliójában, amely a digitális technológia alkalmazásával próbál megoldást találni a jelenkori kihívásokra.

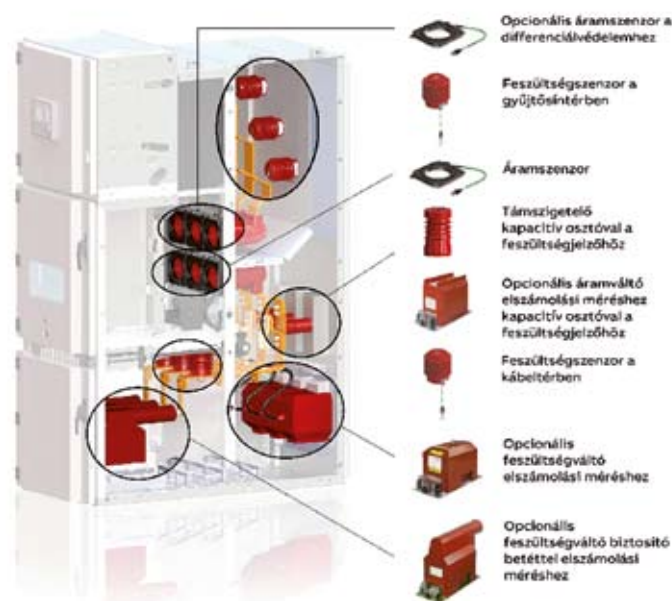
2.1. Az ABB Unigear Digital közép-feszültségű primer kapcsolóberendezés felépítése

Az ABB Unigear Digital kapcsolóberendezésnek három fő innovatív alkotóeleme van (1. ábra):

- áram szenzorok az áram méréséhez
 - feszültség szenzorok a feszültség méréséhez
 - védelmi készülékek az ABB Relion termékcsaládból, amelyek biztosítják az IEC 61850 szabvány által előírt minden funkciót
- Az áram szenzorok a megszakító térben a megszakító pólusainak alsó csatlakozási pontjainál helyezkednek el. Igény esetén második készlet áram szenzor is alkalmazható a felső csatlakozási pontokon. A feszültség szenzorok a kábeltérben a sínek felfüggesztésére szolgáló támszigetelőkön belül lettek kialakítva, ezzel hasznosítva az eddig is rendelkezésre álló egyik alkotóelemét a kapcsolóberendezésnek. A szenzoroknak köszönhetően jelentős mennyiségű helyet spórolhatunk meg a tokon belül.



1. ábra UniGear Digital három fő innovatív alkotóeleme



2. ábra UniGear Digital szenzorokkal és hagyományos mérőváltókkal

A szenzorok alkalmazása mellett hagyományos támszigetelő típusú műgyanta szigetelésű feszültség- és áramváltók is telepíthetők a kapcsolóberendezésben. (2. ábra) Ilyen speciális felhasználás lehet például, ha hitelesített elszámolási mérést szükséges megvalósítani a berendezésben.

3. UNIGEAR DIGITAL ALKALMAZÁSÁNAK ELŐNYEI

Az UniGear Digital kapcsolóberendezés előnyei három fő kategóriába sorolhatók:

- flexibilitás
- felhasználóbarát és biztonságos működtetés
- az egyszerűbb beszerzés, tesztelés, üzemeltetés és karbantartás révén összességében csökkenti a végfelhasználói költségeket

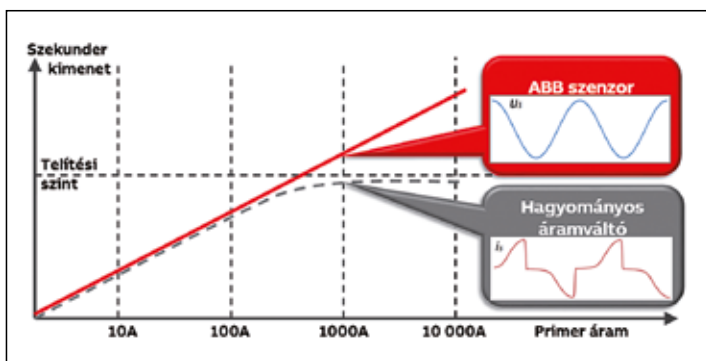
3.1. Flexibilitás

Az UniGear Digital széles körben alkalmazható a hálózaton fellépő változó terhelési viszonyoknak megfelelően. A hálózaton megjelenő fogyasztói igények növekedésével egyre nagyobb terhelő áramokat kell elviselniük a berendezéseknek. A berendezés egyes mezőinek névleges terhelhetőségét a beépített áramváltók áttétele, villamos paraméterei korlá-

tozzák. Ezzel szemben szenzorok használata esetén a mezők névleges terhelhetőségét csak a beépített főkészülék (megszakító, terheléskapcsoló) névleges áramterhelhetősége határozza meg. Ebből kifolyólag egy fellépő magasabb teljesítményigényhez való bővítés a mérőváltók cseréje nélkül is kivitelezhető. Mindennek köszönhetően a védelmi készülék újrakonfigurálásával hardvercseréje nélkül megvalósítható a berendezés által ellátott motor, transzformátor, egyéb villamos hálózati elem cseréje, bővítése.

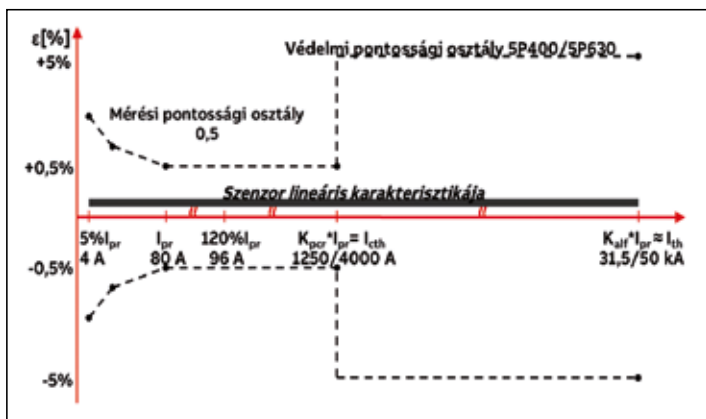
4. SENZOROK

Az áram szenzorok egyik nagy előnye, hogy nincsen telítődésük, így azok az általuk lefedhető teljes primer áramskálán lineáris karakterisztikával rendelkeznek. (3. ábra)



3. ábra ABB áramszenzorok karakterisztikája

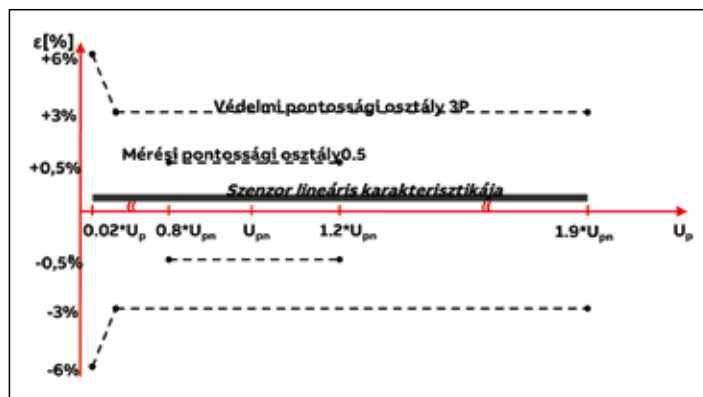
Az IEC 60044-8 szabvány a mérési és védelmi osztályok kombinációjaként határozza meg az áramszenzorok pontossági karakterisztikáját. (4. ábra) Az áramszenzorok az áramerősségeket pár ampertől egészen a legnagyobb zárlati áramig képesek érzékelni. Például 5P630-as védelmi pontossági osztályú áramszenzor esetén az érzékelhető maximális zárlati áram értéke 50 kA. Ezen felül a szenzorok pontossága javul, ha a védelmi készülékekben korrekciós tényezőket alkalmazunk.



4. ábra Kombinált áram pontossági osztály

A feszültségszenzorok pontossági karakterisztikája szintén kombinálva tartalmazza a mérési és védelmi osztályokat az IEC 60044-7 szabványnak megfelelően. (5. ábra) Pontossági osztályuk 0.5/3P.

További előnye a feszültségszenzorok alkalmazásának, hogy nem tartalmaznak vasmagot, így tranzienst hálózati állapotokban nem alakul ki a ferrezonancia jelensége. Ezzel tovább növeli a berendezés megbízhatóságát, így elkerülhető a csillapító ellenállás alkalmazása.



5. ábra Kombinált feszültség pontossági osztály

A szenzorok az átlagos támszigetelő típusú mérőváltókkal ellentétben kis méretűeknek és súlyuknak köszönhetően egyszerűbb megoldást biztosítanak a helyszíni telepítés és a szállítás során.

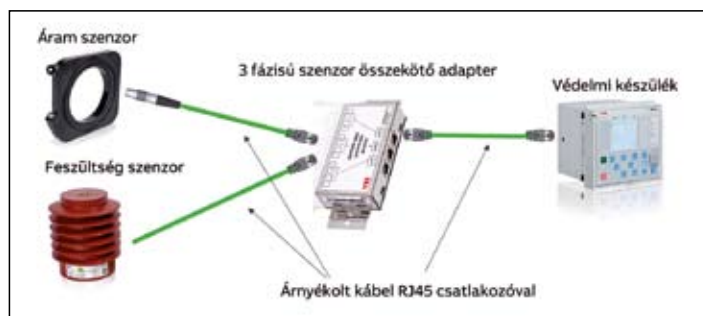
A szenzorok használatával hibamentesebb kapcsolat érhető el, mert a bonyolult szekunder huzalozás helyett az áram és a feszültség jelet egy közös RJ45-ös csatlakozóval ellátott árnyékolt kábelben keresztül juttatjuk el a védelem kombinált érzékelő bemenetére.

Az UniGear Digital kapcsolóberendezésben alkalmazott védelmi készülék 3 kombinált érzékelő bemenettel rendelkezik egy analóg bemeneti kártyán. A szenzor árnyékolt kábele közvetlenül csatlakoztatható a védelmi készülékhez is, amennyiben csak áram vagy feszültség mérésére van szükség. (6. ábra)



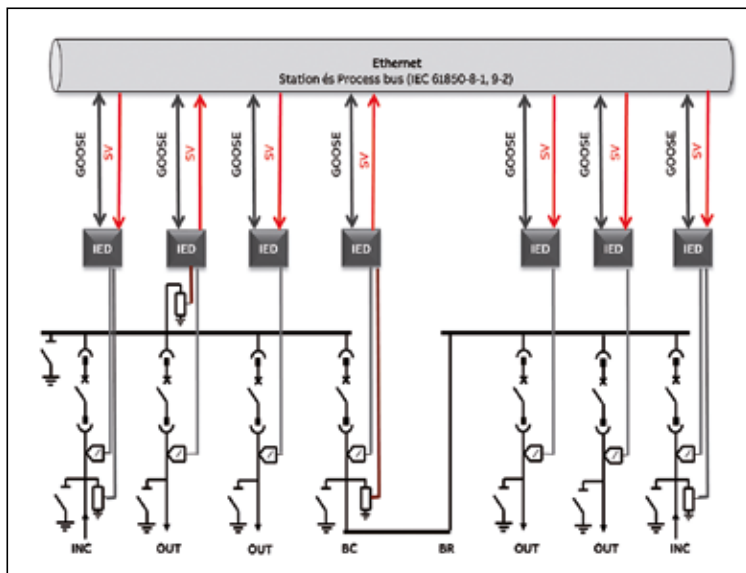
6. ábra A szenzorok csatlakoztatása a védelmi készülékhez

Abban az esetben ha áram és feszültség mérés is szükséges, akkor egy adapter használata indokolt a szenzorok és a védelmi készülék közötti kapcsolat kialakítására. (7. ábra)



7. ábra Áram és feszültség szenzor együttes csatlakoztatása a védelmi készülékhez

A szenzorok specifikációja során mindösszesen három paraméter meghatározása szükséges a megfelelő alkalmazáshoz. Ezek a paraméterek a névleges primer áram, a névleges primer feszültség és a zárlati áram. A hagyományos mérőváltókkal szemben jóval kevesebb paraméter ismerete szükséges, ezáltal könnyebben és gyorsabban konfigurálhatóak.



8. ábra Feszültség körvezeték Process Bus-szal

5. PROCESS BUS ALKALMAZÁSA

A kapcsolóberendezések védelmi készülékei állomáson belüli kommunikációját az úgynevezett Station Bus valósítja meg az IEC 61850 protokoll szerint. Az egyes mezőkben mért analóg áram és feszültség jelek továbbítására jelenleg nagy számú körvezetékeket használunk. A Process Bus segítségével a szenzorok által mért jeleket digitális úton továbbíthatjuk az egyes védelmi készülékek között egy optikai kábel segítségével, helyettesítve az összekötő körvezetékeket.

A 8. ábrán látható egyvonalas rajz szemlélteti a feszültségjelek továbbítását Process Bus-on keresztül. A példában az INC megnevezésű betáp mezőkben és a BC megnevezésű sínbontó mezőben mért feszültség értékek a Process Bus által elérhetővé tehetők minden védelmi készülék számára. A mért érték egy broadcast elvű adatfolyam, amelyre az egyes

védelmek fel tudnak iratkozni igényük szerint. Amennyiben például a védelmekkel minőségi jellemzőket szeretnénk mérni a teljesítményre vonatkozóan, a védelmi készülékek fel tudnak iratkozni a feszültség jelre, így nem szükséges feszültség körvezeték kialakítása.

A fentiek alapján a kapcsolóberendezés a Process Bus alkalmazásával válik digitálissá.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Összességében elmondható, hogy az UniGear Digital kapcsolóberendezés olyan mindennapi esetekkel, kihívásokkal foglalkozik a gyakorlatban, amelyekkel a mai komplex elosztóhálózat esetén nap mint nap szembesülhetünk.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] **UniGear Digital** - Innovative solution for Medium Voltage switchgear, Electrification Products Distribution Solutions
<https://new.abb.com/medium-voltage/unigear-digital>



Tóth András

Értékesítés támogató mérnök
 ABB Kft.
 Középfeszültségű termékek
andras.toth@hu.abb.com



Martina Bálint

Értékesítés támogató mérnök
 ABB Kft.
 Középfeszültségű termékek
balint.martina@hu.abb.com

Hírek

VW: közel a megállapodás a Forddal



A két vállalat a jövőben elektromos autót és önvezető technológiákat fejleszt majd közösen, ha tényleg egymás tenyerébe csapnak. Az biztos, hogy a két vállalatnak komoly erőforrásokat kell mozgósítania, ha tartani akarják a

VW-konzern 2018-ban belengetett tervét, miszerint 2025-re a világ első számú önvezető autógyártójává akarnak válni.

Villanyautóból is pazarlót épít a Bentley

Az EXP 100 GT az, amit a neve is jelent: nagy túrakocsi. De nem csak úgy immel-ámmal nagy: ben-



zinmotorral sem építettek ekkorát a brit gyártónál eddig. Egy ekkora testtel pedig igazi csoda, hogy 700 km-es lett a hatótáv.

A Porsche elektromos csúcsgépe is vezetheti majd önmagát

A Porsche Taycan 2019 egyik, ha nem a legjobban várt elektromos autója, amit a Mission E nevű koncepció alapján készítenek el. Persze már láthattunk pár prototípust, de azok nem árulták el igazán, milyen is lesz a végleges autó. A legfrissebb videóban pedig a műszerfalra és a kezelőfelületre is vetettünk egy pillantást, végül a bekapcsolható Autopilot funkcióra. A tervek szerint szeptemberben kezdődhet a gyártás. A Taycan alapmodelljének egy körülbelül 90 kWh-s akkupakkja lesz, és nagyjából 400 kilométer megtételére lesz képes egy töltéssel. A Porsche Taycan bemutatójára szeptemberben számíthatunk.



Forrás: elektromosautok.com

Emlékeztető az Érintésvédelmi Munkabizottság

2019. október 2-i üléséről



Az **Érintésvédelmi Munkabizottság 297.** ülésén is sok szakmai kérdéssel foglalkozott. **Dr. Novothny Ferenc** vezetésével tárgyalta meg a bizottság az Egyesülethez beérkezett szakmai kérdéseket, majd válaszokat is megfogalmazott a felmerült különféle problémákra. Így – többek között – választolt a **PEN-, PE-** és az **N-vezetőnek az MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány alapján történő helyes kialakításával, egy oktatóteremben létesítendő vízleállító berendezéssel, a gépek villamos szerkezetét érintő javítás utáni ellenőrzések elvégzésével, az áramütés elleni védelem különböző problémáival, laboratórium biztonságos kialakításával, valamint az aggregátorok és a kapcsolódó hálózat biztonságos üzemeltetésével kapcsolatos kérdésekre.

1.) KOROKNAI LÁSZLÓ (VÁV Union Kft., Budapest) levelében egy létesítendő villamos berendezésben a **PEN-, PE-** és az **N-vezetőnek az MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány alapján történő helyes kialakításával kapcsolatban tett fel kérdéseket.

VÁLASZ:

Az **MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány 543.4. szakasza és a hozzá fűzött magyarázatok adnak választ a feltett kérdésre.

543.4.3.

Hacsak nincs a **PEN-, PEL-** vagy **PEM-vezetők** csatlakoztatására szánt speciális csatlakozókapocs vagy -sín, a **PEN-, PEL-** vagy **PEM-vezetőt** a védővezetők számára biztosított kapcsokhoz vagy sínekhez kell csatlakoztatni (lásd a szabvány 54.1.a ábráját), (további példák az 54.1.b és 54.1.c ábrán láthatók).

KÁDÁR ABA magyarázata

Az *egységességet* szolgálja, hogy olyan villamos szerkezet esetében (készülék, elosztó stb.), ahol külön kapocs (külön sín), van a védővezető és külön kapocs (sín) a nullavezető részére, a bemenő **PEN-vezetőt** mindig a védővezető (PE) kapcsára kell kötni, és innen kell a nullavezető (N) kapcsát átkötni. Ennek elvi magyarázata az, hogy ha az összekötés megszakad, akkor ilyen elrendezés mellett a berendezések működésében is hiba keletkezik, tehát a kezelő észreveszi a rendellenességet, fordított esetben pedig az összekötés megszakadása csupán a közvetett érintés elleni védelmet (hibavédelmet) tenné hatástalanná, s így a hiba a kezelő előtt rejtve maradna.

Magyarázat az 54.1.a ábrához (1. példa)

A korábbi szabványok kizárólag ezt a megoldást (tehát ahol a betápláló **PEN-vezető** a védővezető **PE** sínre csatlakozik, és az **N-sín**hez csak ezen keresztül csatlakozik) fogadták el. Ennek oka, hogy ha a **PE-sín** és **N-sín** közötti érintkezés megszakad, a **PE-sín** földeltsége nem szakad meg, így csak az egyfázisú fogyasztók lesznek üzemképtelenek, de a hibavédelem (érintésvédelem) változatlanul működőképes marad. Testzárlatos berendezés üzemképtelen lesz, de nem léphet fel életveszély, a hibavédelem lekapcsolja a hálózatról!

Magyarázat az 54.1.b ábrához (2. példa)

Ezen szabvány ezt a megoldást (ahol a betápláló **PEN-vezető** nem közvetlenül a **PE-sínre**, hanem a most már **PEN-sínnek** nevezett **N-sínre** csatlakozik) is elfogadja, azzal a feltételezéssel, hogy

a **PE-sín** vagy arra közvetlenül csatlakozó földeléssel vagy az ide csatlakoztatott védővezetők földelésein át a **PEN-sín** és **PE-sín** összekötésének megszakadása esetén is földelve marad. Ez most már e szabvány szerint megengedett, azaz feltételezi, hogy a sínek közötti összeköttetés megszakadásának kicsi a valószínűsége, de az 51.a. ábra megoldásánál kevésbé biztonságos, mert a megszakadás esetén a testek egységesen a **PEN-től** független földpotenciálra kerülnek, és testzárlat esetén minden testre széthordják a megemelt földpotenciált. **TN** rendszerben **TT** szerinti kialakítás keletkezik, ami nem kívánatos! A hibavédelem (érintésvédelem) nem **TN**-rendszer, hanem egy nem méretezett **TT**-rendszer szerint viselkedik.

Magyarázat az 54.1.c. ábrához (3. példa)

E megoldás hátránya az, hogy három sínt kell kialakítani, biztonság szempontjából az 51.b. ábrával tekinthető azonosnak.

Összefoglalva, értékelve a magyarázatokat: Ahol külön kapocs (külön sín) van a védővezető és külön kapocs (sín) a nullavezető részére, a bemenő **PEN-vezetőt** mindig a védővezető (**PE**) kapcsára kell kötni, és innen kell a nullavezető (**N**) kapcsát átkötni. Látható: Az 51.b. ábra nem teljesíti ezt az előírást, de a szabvány tartalmazza ezt a kialakítást, így nem tiltható meg, **de nem javasolt ennek alkalmazása**. Az 54.1.c. ábra szerinti megoldás esetében csak az összekötések esetleges érintkezési hibáira hívja fel a figyelmet a magyarázat.

A 2 db 1,6 MVA transzformátor táplálású berendezésben nem célszerű a **PEN** vezető szétválasztása, ugyanis ilyen nagyáramú főelosztó rendszerben általában a legtöbbször négy vezetőt visznek tovább: **L1-, L2-, L3-** és **PEN-vezetőt**! A **PEN-vezető** szétválasztását általában a felhasználói berendezés csatlakozó főelosztójában kell megoldani, vagy a transzformátor-állomás saját segédüzemi áramkörei számára a segédüzemi elosztó-berendezésében.

2.) SZABÓ ROLAND (FESTO-AM Kft., Budapest) Egy CNC oktatóteremben körülbelül 5-6 egymástól különböző gép (marógép, esztergagép stb.) üzemel. A teremben kialakításra került egy oktatói asztal is. A gépek egyenként rendelkeznek **vészleállító berendezésekkel**. Kérdése: **szükséges-e az oktató asztalánál egy vészleállító főkapcsoló kialakítása, mely egy plusz vezérlési hatókört jelentene az összes gépre vonatkozóan és egyszerre leállítaná az összeset veszélyhelyzet esetén?**

VÁLASZ:

Mivel a gépek egyedileg (és nem gépsorban) üzemelnek, a gépenkénti vészleállító elvileg elegendő. A központi vészleállító létesítését azonban célszerűnek tartjuk és javasoljuk. Kötelező előírás nincs, azonban *tanműhelyekben általánosan alkalmazott szakmai gyakorlat* a központi vészleállító létesítése, hogy az oktató a tartózkodási helyéről szükség esetén be tudjon avatkozni.

Kötelező előírás a villamos labor esetében van, követelmény azonban akkor sem a mechanikai veszély elhárítására szolgáló vészleállító, hanem a villamos veszély elhárítására *vészkapcsoló*.

3.) KOVÁCS JÁNOS (LEGO Manufacturing Kft., Nyíregyháza) kérdései:

3.1. KÉRDÉS: Milyen követelménynek megfelelő mérőműszerek használhatóak az **MSZ EN 60204-1** és az **MSZ EN 60204-32** szabványok szerint gyártott gépek villamos szerkezetét érintő javítás utáni ellenőrzések elvégzésére?

VÁLASZ:

Az **MSZ EN 60204-1** és az **MSZ EN 60204-32** szabványok szerint gyártott gépek villamos szerkezetét érintő javítás utáni ellenőrzések elvégzésére a vonatkozó műszerszabványoknak megfelelő műszereket kell alkalmazni. Ezek a következők:

MSZ EN 60051-1:2017 Angol nyelvű!

Mutatós (kijelzésű) analóg villamos mérőműszerek és tartozékaik. 1. rész: Fogalom meghatározások és minden részre vonatkozó általános követelmények (IEC 60051-1:2016)

MSZ EN 61557-1:2007 Angol nyelvű!

Legfeljebb 1000 V váltakozó és 1500 V egyenfeszültségű kisérszültségű elosztórendszerek villamos biztonsága. A védelmi intézkedések vizsgálatára, mérésére vagy megfigyelésére szolgáló berendezések. 1. rész: Általános követelmények (IEC 61557-1:2007)

MSZ EN 61557-2:2007 Angol nyelvű!

Legfeljebb 1000 V váltakozó és 1500 V egyenfeszültségű kisérszültségű elosztórendszerek villamos biztonsága. A védelmi intézkedések vizsgálatára, mérésére vagy megfigyelésére szolgáló berendezések. 2. rész: Szigetelési ellenállás (IEC 61557-2:2007)

MSZ EN 61557-10:2014 Angol nyelvű!

Legfeljebb 1000 V váltakozó és 1500 V egyenfeszültségű kisérszültségű elosztórendszerek villamos biztonsága. A védelmi intézkedések vizsgálatára, mérésére vagy megfigyelésére szolgáló berendezések. 10. rész: A védelmi intézkedések vizsgálatára, mérésére vagy megfigyelésére szolgáló kombinált mérőberendezés (IEC 61557-10:2013)

3.2. KÉRDÉS: A mérésekhez használt műszereknek milyen kalibrálási feltételeknek kell megfelelniük és milyen gyakorisággal kell, vagy javasolt a kalibrálást elvégezni?

VÁLASZ:

A mérésekhez használt műszerek kalibrálási feltételei:

A gépek ellenőrzése során használt műszerek mérésügyi hatóság általi hitelesítése egyáltalán nem, használati etalonnal való ellenőrzése pedig csupán első forgalomba hozataluk előtt, esetleges javításuk után, valamint meg nem határozott időszakonként „rendszeresen” van előírva. A **rendszeres ellenőrzés gyakoriságát a műszer tulajdonosa határozza meg**, és ezt belső szabályzatában rögzíti. Tekintettel a helyszíni ellenőrzéseken gyakran használt műszerek nagyobb igénybevételére, ezen műszerek kalibrálását (azaz használati etalonnal történő ellenőrzését) **legalább 2 (két) évenként ajánlott elvégezni**. Ezt célszerű erre felkészült akkreditált kalibráló laboratóriumban végeztetni! (Részletes előírások a mérésügyről szóló **1991. évi XLV** törvény III. és IV. fejezetében, a **127/1991. (X.9.) Korm.** rendelet **4., 5., 6. §**-ában, és a mellékletében található.)

3.3. KÉRDÉS: A VMBSZ 2.2. számú fejezete a villamos szerkezetek javítására, módosítására vonatkozóan határoz meg szabályokat és használja ezt a megfogalmazást: „alkalmazás helyszínén történő javítás! Mit jelent az „alkalmazás helyszínén történő javítás”?

VÁLASZ:

Amikor egy helyhez kötött, általában nagyobb teljesítményű, nehéz gépet nem mozdítanak el arról a helyszínről, ahol üzemel, pl. kisebb javítások esetén. A nagyobb hibákat vagy szétszedéssel járó javításokat, felújításokat általában nem az alkalmazás helyszínén javítják, hanem speciális eszközökkel felszerelt javító, szerelő műhelyekben, **TMK** műhelyekben végzik.

3.4. KÉRDÉS: A 40/2017. (XII. 4.) NGM rendelet 2.2.7.7-es pontjában felsorolt vizsgálatok (pl. szivárgóáram mérése, túlpörgetési vizsgálat, zajmérés) csak javítás után történő elvégzésének szükségét milyen útmutatások vagy irányelvek alapján lehet a gyakorlatban eldönteni?

VÁLASZ:

A **VMBSZ 2.2.7.7.**-es pontjában felsorolt vizsgálatok szükségességét az adott gépre vonatkozó termékszabványok, gyártóművi előírások (gépkönyvek, szerviz előírások, üzemeltetési karbantartási útmutatók stb.), valamint a saját üzemeltetési tapasztalatok és a gép üzemi, környezeti igénybevételeinek ismerete alapján lehet a gyakorlatban eldönteni. (Megjegyezzük, hogy pl. a túl-

pörgés vizsgálatra nagyon ritkán van szükség! Csak akkor jöhet szóba, ha egy villamos forgógépet, motort teljesen szétszednek és újra tekercesznek).

4.) VARGA ANTAL (Spanyolországból) az áramütés elleni védelemmel kapcsolatban több kérdést tett fel.

4.1. KÉRDÉS: A nullázó vezeték használata, NEFH kiépítése?

VÁLASZ:

A fogalmak ma már elavultak, másak a követelmények, részletes előírásokat a **HD 60364** európai szabványsorozatban talál.

4.2. KÉRDÉS: A levelében ismertetett rendszer az TT-rendszer, azaz védőföldelés közvetlenül földelt csillagpontú rendszerben. Megfelelő-e?

VÁLASZ:

Amennyiben a kialakított rendszer megfelel

– a **HD 60364-1** alapját képező módosított **IEC 60364-1:2005** szabvány **131.2.** szakasza szerinti áramütés elleni védelemnek, illetve a **312.2.2** szakasz szerinti **TT**-rendszer előírásainak, továbbá:

– a **HD 60364-4-41** alapját képező módosított **IEC 60364-4-41:2005** szabvány **411.5.** szakasz **TT**-rendszerre vonatkozó követelményeit kielégíti, akkor – az aggályok ellenére – a rendszer hibavédelmi szempontból megfelelő.

4.3. KÉRDÉS: Áram-védőkapcsoló (RCD), vagy régi megnevezéssel fi-relé alkalmazása szükséges-e?

VÁLASZ:

Áram-védőkapcsoló (RCD), vagy régi megnevezéssel fi-relé alkalmazása elengedhetetlen, az áram-védőkapcsoló a hibavédelem kikapcsoló szerve, mert ilyen nagy földelési hurokimpedanciára a túláramvédelem már nem lesz megfelelő! (Megjegyzés: A szabványok érvényes spanyol nemzeti változatait, illetve ha van, ezek spanyol nemzeti eltéréseit figyelembe kell venni!)

5.) TAKÁCS MIKLÓS (Schindler Hungária Kft., Zalaegerszeg) az áramütés elleni védelemmel kapcsolatban több kérdést tett fel.

5.1. KÉRDÉS: A hurokimpedancia kiértékelésekor helyes-e az „a” alfa tényező alkalmazása? Az eredeti HD szabványokban ez nem szerepel, külföldi cégek ezt nem ismerik, és nem alkalmazzák!

VÁLASZ:

Az α alfa tényező alkalmazása ajánlás, az olvadó biztosító kioldadási, illetve a megszakító kioldási karakterisztikájának helyettesítésére szolgál, a jelenleg érvényben lévő szabvány értékeit nem tartalmazza. Egyszerűsége miatt, illetve olyan esetekben (pl. régi kismegszakító), amikor nem áll rendelkezésre karakterisztika, célszerű az alkalmazása. Amennyiben rendelkezésre áll a megszakító, olvadó biztosító karakterisztikája, vagy a készülék gyorskioldójának biztos működtetését kiváltó áramérték, akkor azt kell alkalmazni, mert akkor biztosan megfelelünk a szabvány előírásainak, és garantált a villamos biztonság!

5.2. KÉRDÉS: Az áram-védőkapcsolós védelmek kiértékelése

VÁLASZ:

Pontosan fogalmazva: a hurokimpedanciát az adott *fogyasztó készülék*, berendezés *csatlakozó (betápláló)* kapcsain kell mérni a fázisvezetők (**L1, L2 és L3**) és a védővezető (**PE**) csatlakozó kapcsai között. A további megérinthető fém felületek esetében csak a védővezető folytonosságát kell ellenőrizni. Az áram-védőkapcsolók esetében el lehet tekinteni a hurokimpedancia méréstől, ha ellen-

őrzik az áramkör folytonosságát, és az áram-védőkapcsoló kioldási idejét, valamint az I_{Δ} kioldási áramát. (Az áram-védőkapcsoló különböző kioldóárama oly kicsi /0,03 A ... 0,3 A/, hogy a szükséges hurokimpedancia irreálisan nagy /több száz ohm/, és így a gyakorlati hurokimpedancia nagyságrenddel kisebb.) Megjegyezzük, hogy a korszerű többfunkciós védelmi célú műszerekkel az áram-védőkapcsolón keresztül is lehet ellenőrizni a hurokimpedanciát.

5.3. KÉRDÉS: Az áram-védőkapcsolók alkalmazásáról

VÁLASZ:

Mindig a tervező felelőssége és feladata annak meghatározása, hogy hol, milyen kioldási áramú és milyen karakterisztikájú (AC, A, vagy B) áram-védőkapcsolót alkalmaz! A szabványossági felülvizsgáló ezzel kapcsolatban a szabványelőírások betartását ellenőrzi, de természetesen tehet észrevételt.

A TT-rendszer esetében az **MSZ HD 60364-4-41:2018** szabvány követelménye:

„411.5.2. A TT-rendszerekben hibavédelemre általánosságban áram-védőkapcsolót kell alkalmazni. Alternatívaként túláramvédelmi eszközt is lehet hibavédelemre használni, feltéve, hogy tartósan és megbízhatóan biztosítani lehet a Z₀ hurokimpedancia megfelelően kis értékét. (Lásd a 411.5.4. szakaszt).”

Megjegyezzük, hogy **a szabvány, ahol hibavédelemre áram-védőkapcsolót ír elő, ott 30 mA kioldási áramú áram-védőkapcsoló alkalmazását írja elő!** TT rendszerben sem követelmény a 300 mA-es áram-védőkapcsoló alkalmazása, alternatívaként túláramvédelmi eszközt is lehet alkalmazni!

A TN-rendszer esetében az **MSZ HD 60364-4-41:2018** szabvány követelménye:

411.4.5. TN-rendszerekben hibavédelemre (közvetett érintés elleni védelemre) a következő védelmi eszközök alkalmazhatók:

- túláramvédelmi eszközök,
- áram-védőkapcsoló.

Azaz a kérdéses felvonók és mozgólépcsők védelmére alkalmazhatók 300 mA-es áram-védőkapcsolók, semmiképpen nem helyes ennek felülbírálata! Más kérdés, hogy az **MSZ HD 60364-4-41:2018** szabvány 411.4.5. szerint:

1. MEGJEGYZÉS: Hibavédelemre áram-védőkapcsoló használata esetén az áramkört ajánlatos az IEC 60364-4-43 szerinti túláramvédelmi eszközzel is védeni.

5.4. KÉRDÉS: Egyenpotenciálú összekötés helyes kialakítása.

VÁLASZ:

Jelenleg az egyenpotenciálú összekötés kialakítására az **MSZ EN 60364-5-54:2012** jelű szabvány az irányadó! Figyelembe lehet venni a már visszavont MSZ 172-1:1986 szabvány idevonatkozó előírásait is. Ezek megtalálhatók az **MSZ HD 60364-4-41** szabvány korábbi 2007-es magyarázatos kiadásában is a 411.3.1.2. szakasz után (ez megegyezik az egykori KLÉSZ előírásaival).

Az egyenpotenciálú összekötés kialakításánál minden esetben alapelv: A nem villamos szerkezeteket, azaz az idegen fémszerkezeteket, egyenpotenciálra kell hozni a villamos szerkezetek testével, *amelyeknél fennáll annak veszélye, hogy idegen feszültség alá kerülhetnek és ezeket az ember áthidalhatja!* Ezt minden esetben egyedileg kell vizsgálni, és döntést hozni a bekötésről (vagy a nem bekötésről). Ez szintén a felelős tervező feladata, amelyet neki a tervben rögzítenie kell!

Az **MSZ EN 60364-5-54:2012** szabvány lehetőséget ad arra, hogy nem kell külön a fő földelőkapocstól egy sugaras egyenpotenciálra hozó hálózatot kialakítani, hanem a közeli védővezetőhöz lehet csatlakoztatni az egyenpotenciált biztosító kiegyenlítő védőösszekötő vezetőt. Lásd a szabvány „B” mellékletét!

6.) OLÁH BÉLA (ROBERT BOSCH Kft., Budapest) egy gépjármű-felszerelések és diagnosztikai berendezések fejlesztésével

foglalkozó központban kialakított laborokkal kapcsolatban tett fel kérdéseket:

6.1. KÉRDÉS: Ezen laborokra alkalmazható-e az MSZ 1600-11:1982 szabvány, vagy csak a nagyfeszültségű villamos laborokra vonatkozik?

VÁLASZ:

A szabvány szerint a laboratórium fogalma: *„az a helyiség vagy körülhatárolt helyiség, amelyben a villamos berendezéseket mérések vagy próbák lebonyolítására külön kiképzésben részesített személyek kezelik”.* A levélben részletezett leírás, illetve a szabvány meghatározása alapján egyértelmű: ezen laboratóriumokra alkalmazható az **MSZ 1600-11:1982** jelű szabvány!

6.2. KÉRDÉS: Az ezekben a helyiségekben használt mérőtornyok beleérthetők-e a 23/2016. (VII. 7.) NGM rendelet 1. melléklet 9. pontjába, vagy pedig szükséges-e lefolytatni a rendelet szerinti forgalomba hozatali eljárást?

VÁLASZ:

A mérőtornyok beleérthetők a **23/2016. (VII. 7.) NGM** rendelet 1. melléklet 9. pontjába, és nem szükséges rájuk lefolytatni a forgalomba hozatali eljárást! De: üzembe kell helyezni azokat és az **MSZ HD 60364-6** szabvány szerinti első ellenőrzést végre kell hajtani!

6.3. KÉRDÉS: Amennyiben nem szükséges lefolytatni a rendelet szerinti forgalomba hozatali eljárást, akkor szükséges-e tervdokumentáció vagy egyéb leírás a működtetéshez?

VÁLASZ:

Az üzembe helyezéskor a szükséges dokumentációknak rendelkezésre kell állniuk!

7.) VARGA PÁL Levelében az aggregátorok üzemeltetésével kapcsolatban kérdezte:

Ha a fogyasztó aggregátor és hálózatos üzem között szeretne üzemzavar esetén átváltó kapcsolóval váltani, akkor az átkapcsoló előtt vagy után kell a nullázást megcsinálni?

Áramszolgáltatók ezt írásban szabályozzák? Pontosan melyik szabvány tér ki ennek a részleteire?

VÁLASZ:

A következő szabvány ad műszaki követelményeket a feltett kérdésre.

MSZ HD 60364-5-551:2010+A11:2016

Kisfeszültségű villamos berendezések. 5-55. rész: A villamos szerkezetek kiválasztása és szerelése. Egyéb szerkezetek. 551. fejezet: Kisfeszültségű áramfejlesztők

Az 551.6. szakasz foglalkozik a hálózat és az aggregátor között átkapcsolóval üzemeltetett, felváltva üzemeltetett berendezésekkel. A PE-vezetőt az átkapcsoló semmiképpen nem szakíthatja meg. A hálózat és az aggregátor nullavezetőjét pedig az átkapcsoló előtt kell összekötni (így a két nullavezető összekötésén át az aggregátor nullapontja üzemén kívüli állapotban is összekötve marad a hálózat nullapontjával).

8.) SZABÓ LÁSZLÓ PÉTER (MVM ERBE ENERGETIKA Mérnökiroda Zrt., Budapest) Adott egy 400/120 kV-os transzformátor köré épített vízköd-oltó berendezés. A kérdés az, hogy a csővezeték karimás kötése villamos szempontból folytonosnak tekinthető-e, vagy minden karimát át kell kötni védőösszekötő vezetővel?

VÁLASZ:

Ellenőrizni kell folytonossági méréssel azt, hogy az összeszerelt csővezeték folytonos-e? Ha nem tekinthető folytonosnak, akkor

célszerű átkötni. Mekkora legyen a vezető keresztmetszete? A választ az **MSZ HD 60364-5-54:2012**-es szabvány **544.1.1.** szakasza adja meg:

544.1.1. A fő földelőkapocshoz való csatlakoztatáshoz használt védő-összekötővezető keresztmetszete nem lehet kisebb, mint a berendezésben lévő legnagyobb védőföldelő-vezető keresztmetszetének a fele, és nem kisebb, mint

- réz esetén 6 mm^2 , vagy
- alumínium esetén 16 mm^2 , vagy
- acél esetén 50 mm^2 .

A fő földelőkapocshoz való csatlakoztatáshoz használt védő-összekötő-vezetők esetében nem szükséges, hogy keresztmetszetük Cu esetén 25 mm^2 -nél vagy más anyagok esetében azzal ekvivalens keresztmetszetenél nagyobb legyen.

9.) GÖMZSIK CSABA az egyenpotenciálú rendszer kialakításával kapcsolatos kérdéseket tett fel.

9.1. KÉRDÉS: Általánosságban milyen esetben kell bekötni a fém polcokat, fém öltözőszekrényeket, illetve egyéb fém berendezési tárgyakat, konyhai fém mosogatókat az érintésvédelmi hálózatba, pl.: áruházakban, raktárakban, vagy pl. pincében elhelyezett könyvraktár fém polcait be kell-e kötni az érintésvédelmi hálózatba stb.

VÁLASZ:

Az **MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány szakkifejezéseit használva: egy létesítmény védővezető rendszerébe védőösszekötő-vezetővel csatlakoztatni kell minden olyan idegen vezetőanyagú/fémes szerkezetet, amelyek idegen potenciált hoznak, illetve hozhatnak be a villamos berendezés közelébe, és ez távolság az emberi testtel áthidalható, azaz kisebb, mint 2,5 m. A szükséges egyenpotenciálú összekötések helyének megállapítása és a hivatkozott szabványnak megfelelő kialakításának meghatározása (pl. anyaga, keresztmetszete) és ezek tervekben való előírása a villamos tervező feladata és felelősége.

9.2. KÉRDÉS: Egy terven a tervező a műanyag lefolyó csövekbe (zuhanyzó stb.) fém közgyűrűt tervezett be, ami bekötésre kerülne az áramütés elleni védelem (EPH?) hálózatába. Kérdés: ez szükséges, előnyös, vagy káros?

VÁLASZ:

Szükséges és előnyös! Lásd az **MSZ HD 60364-7-701:2007** szabvány **701.415.2.** szakaszához tartozó magyarázatot:

„A szigetelőanyagú (műanyag vagy azbesztcement) szennyvíz-lefolyó-csövek a belsejükben lerakódó szennyvíziszap miatt a műanyagköpenyű fémcsövekhez hasonlóan viselkednek. Ezek a csövek a szennyvíziszapon keresztül gyakorlatilag össze vannak kötve a fürdőkádak és zuhanytálcák víztartalmával. Ezért az ilyen lefolyó-csöveket ajánlatos (egy, a lefolyó szennyvízzel érintkező fémes szerelvényen vagy a lefolyócsőbe iktatott rövid fémcsövön át) a nyomóvízcsővel való összekötésen keresztül bekötni az egyenpotenciálra hozó hálózatba.”

9.3. KÉRDÉS: EPH – vagy védővezető?

VÁLASZ:

Az **MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány az egyenpotenciálra hozó vezeték elnevezés helyett bevezette a **védőösszekötő-vezető, illetve kiegészítő védőösszekötő-vezető** megkülönböztető elnevezést, a funkció azonos, de a kivitelezés változott: *nem önálló, sugaras hálózat!* Egyes magyarázatok esetében, vagy korábbi kiadású szabványokban továbbra is az egyenpotenciálra hozó vezető szerepel.

Az **MSZ HD 60364-4-41:2007** szabvány 411.1. szakasza szerint a táplálás önműködő lekapcsolása olyan védelmi mód, amely-

nél a *hibavédelem egyenpotenciálú összekötéssel* (és hiba esetén önműködő lekapcsolással) van megoldva. Tehát védőösszekötő-vezetőket és kiegészítő védőösszekötő-vezetőket (azaz egyenpotenciálú összekötést), azaz egyenpotenciálra-hozást kell alkalmazni, de nem kell a korábbi követelmények szerinti különálló, sugaras hálózatot EPH hálózatot kialakítani, elég helyi összekötésekkel az alelosztók **PE** kapcsára csatlakozni.

Lásd az **MSZ HD 60364-5-54:2012** szabvány „**B**” mellékletének B54.1. ábráját és a hozzá tartozó magyarázatokat!

10.) KRUPPA ISTVÁN kérdései:

10.1. KÉRDÉS: Beküldött fénykép alapján egy fürdőszoba kialakításáról kérdezte véleményünket.

VÁLASZ:

A fürdőszobai villamos berendezések létesítésekor az **MSZ HD 60364-7-701:2007** szabvány követelményeit kell figyelembe venni, illetve betartani. A szabvány **701.30.2., 701.30.3.** és a **701.30.4.** szakasza meghatározza a **0-s, 1-es és 2-es** sávokat, és az ezekben alkalmazható villamos berendezéseket, illetve ezek elrendezését és védettségét. A beküldött fénykép alapján ezt nem lehet ellenőrizni.

A szabvány **701.512.4.** szakasza szerint még a 2-es sávban sem lehet kifeszültségű csatlakozóaljzat, csak **SELV**-vel vagy **PELV**-vel védettek lehetnek! Ugyanez vonatkozik a mosdó közvetlen közelébe telepített csatlakozóaljzatra is. Kifeszültségű, 230 V-os csatlakozóaljzat csak a 2-es sávon kívül, tehát 0,6 m-nél nagyobb távolságra telepíthető a kádtól és a mosdótól. (Akkor is, ha külön kapcsolóval ellátott kettősszigetelésű készüléket üzemeltetnek róla.)

A 2-es sávban telepíthető az **MSZ EN 61558-2-5:2011** szabvány szerinti ún. „borotva tápegység”-ről táplált csatlakozóaljzat is. Ez legfeljebb 20 VA ... 50 VA-es kisteljesítményű védőelválasztó transzformátorral egybeépített csatlakozóaljzat, amiről nem lehet működtetni egy 500 ... 1000 W-os hajszárítót.

10.2. KÉRDÉS: A kapcsoló üzemű tápegységekről mi a hivatalos szakmai vélemény? Milyen érintésvédelmi osztályba sorolható? Mennyire biztonságos? Milyen szabványok vonatkoznak rá?

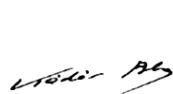
VÁLASZ:


A kapcsolóüzemű tápegység egy kiforrott és jól bevált műszaki-elektronikai megoldás, amelyet széles választékban gyártanak és alkalmaznak. Ezek biztonságos kivitele, minősége, ÉV. osztálya a gyártótól függ, illetve attól, hogy a gyártó lelkiismeretesen elvégezte-e a szabvány-követelmények szerinti, a termékre vonatkozó összes típus- és darabvizsgálatot. Vonatkozó szabvány pl.


MSZ EN 61558-2-16:2010+A1:2014 Angol nyelvű!
Legfeljebb 1100 V tápfeszültségű transzformátorok, indukciós tekercsek, tápegységek és hasonló termékek biztonsága. 2-16. rész: Kapcsolóüzemű tápegységek és kapcsolóüzemű tápegységek transzformátorainak egyedi követelményei és vizsgálatai (IEC 61558-2-16:2009)

Az **ÉV. Munkabizottság** a következő ülését, 2019. december 4-én, szerdán du.14.00 órakor tartja a **MEE** központi székhelyén: 1075 Budapest, VII. kerület, Madách Imre út 5. III. emeleten a nagytárgyalóban. Az ülések nyíltak, minden érdeklődő kollégát szívesen látunk!

Budapest, 2019. október 2. **MEE. ÉV. Munkabizottság**


Kádár Ába
lektorálta


Arató Csaba
összedállította


Dr. Novothny Ferenc
ÉV. Mubi vezető

A 2019. III. negyedében közzétett, az elektrotechnika területeit érintő magyar nemzeti szabványok

Összeállította a Szabványügyi Közlöny számai alapján: Kosák Gábor (MSZT)

A következő felsorolás a szabvány alkalmazási területének rövid ismertetésével tartalmazza a bevezetett szabványok közül azokat, amelyek a vizsgált időszak alatt magyar nyelven jelentek meg; az ezt követő felsorolás a „címdalás”, angol nyelvű változatban bevezetett szabványoknak csak a címét tünteti fel.

A felsorolásban *-gal jelölt szabványok új szabványok, a jelöltenek korábbi szabványt helyettesítenek vagy módosítanak.

A szabványok teljes listáját az MSZT Szabványügyi Közlönyben a *Nemzeti szabványok közzététele, visszavonása, helyesbítése* fejezetek tartalmazzák.

Magyar nyelven (vagy magyar nyelvű változatban) bevezetett szabványok és szabványmódosítások

A szabványok címének végén található EGYESÍTETT VÁLTOZAT azt jelenti, hogy a magyar nyelvű kiadás a szabvány és módosítása(i) egybeszerkesztett változata. Azonban a szabvány és a módosítás(ok) külön-külön is kiadásra kerülnek.

MSZ EN 55032:2015

Multimédia-készülékek elektromágneses összeférhetősége. Zavarkibocsátási követelmények (CISPR 32:2015)

E szabvány az elsődlegesen professzionális használatra szánt legfeljebb 600 V névleges értékű effektív váltakozó feszültségről vagy egyenfeszültségről táplált multimédia-készülékekre (MME) vonatkozik. Meghatározza a rádióspektrum megfelelő szintű védelmét szolgáló követelményeket, lehetővé téve a rádiószolgáltatások tervezett működését a 9 kHz és a 400 GHz közötti frekvenciatartományban, valamint a mérések és az eredmények reprodukálhatóságát biztosító eljárásokat.

MSZ EN 60204-31:2014

Gépek biztonsága. Gépek villamos szerkezetei. 31. rész: Varrógépek, varrógépegységek és varrógéprendszerek egyedi biztonsági és EMC-előírásai (IEC 60204-31:2013)

Az IEC 60204 ezen része azoknak a varrógépek, varrógépegységek és varrógéprendszerek villamos és elektronikus szerkezeteinek használatára vonatkozik, amelyeket főként a varrógépiparban való használatra terveztek. Ez a rész nem tér ki a személyek nem villamos veszélyek elleni védelmére vonatkozó követelményekre. A háztartási és hasonló jellegű varrógépek követelményei az IEC 60335-2-28-ban találhatók.

MSZ HD 60364-7-715:2012

Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-715. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Törpefeszültségű világítási berendezések (IEC 60364-7-715:2011, módosítva)

Az IEC 60364 sorozat ezen részének az egyedi követelményei a legfeljebb 50 V váltakozó feszültségű vagy legfeljebb 120 V egyenfeszültségű forrásról táplált törpefeszültségű világítási berendezések kiválasztására és szerelésére vonatkoznak.

MSZ HD 60364-7-717:2010

Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-717. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Mobil vagy szállítható egységek (IEC 60364-7-717:2009, módosítva)

A HD 60364 szabványsorozat ezen részében előírt egyedi követelmények mobil vagy szállítható egységek váltakozó áramú és egyenáramú berendezéseire vonatkoznak. Az „egység” szakkifejezés olyan járművet és/vagy mobil vagy szállítható szerkezetet jelent, amely egy teljes villamos berendezést vagy annak egy részét foglalja magában. A mobil típusúak (kerekekkel ellátott) lehetnek például önhajtásúak vagy vontatottak, a szállítható típusúak lehetnek például. tartókereten elhelyezett konténerek vagy kabinok. Példák: speciális informatikai egységek televíziózáshoz és műsorszóráshoz, gyógyászati szolgáltatásokhoz, tűzoltáshoz, katasztrófaelhárításhoz.

MSZ EN 60601-2-52:2019

Gyógyászati villamos készülékek. 2-52. rész: Kórházi ágyak alapvető biztonságra és lényeges működésre vonatkozó kiegészítő követelményei

(IEC 60601-2-52:2009 + AMD1:2015) EGYESÍTETT VÁLTOZAT

Ez a nemzetközi szabvány a felnőtteknek szánt, kórházi ágyak egyedi alapvető biztonsági és lényeges működési követelményeire vonatkozik, különös tekintettel a becsípődés, beszorulás és a leesés kockázatának csökkentésére.

MSZ EN IEC 60974-1:2019

Ívhegesztő berendezések. 1. rész: Hegesztő-áramforrások (IEC 60974-1:2017 + AMD1:2019) EGYESÍTETT VÁLTOZAT

Az IEC 60974 szabványsorozatnak ez a része azokra az ipari célú használatra tervezett áramforrásokra érvényes, amelyeket ívhegesztésre és rokon eljárásaihoz használnak, és amelyek tápfeszültsége nem haladja meg az 1000 V-ot, akkumulátortáplálásúak vagy külső gépi meghajtásúak. Előírja a hegesztő-áramforrások és a plazmavágó rendszerek biztonságára és működésére vonatkozó követelményeket. Ez a dokumentum nem érvényes a kézi ívhegesztés korlátozott bekapcsolási idejű áramforrásaira, amelyeket elsősorban nem szakképzett személyek számára, az IEC 60974-6 szerint terveztek.

MSZ EN 61000-4-10:2017

Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 4-10. rész: Vizsgálati és mérési módszerek. Csillapodó rezgésű mágneses térrel szembeni zavartűrés vizsgálata (IEC 61000-4-10:2016)

Az IEC 61000 e része a nagyfeszültségű alállomásokon fellépő csillapodó rezgésű mágneses tér zavaró hatásának kitétt berendezések zavartűrés követelményeit, vizsgálati módszereit és az ajánlott vizsgálati szintek tartományát írja elő. A terepi létesítmények kábeleiben vagy más részeiben induktív vagy kapacitív csatolás útján fellépő zavarok nem tartoznak e szabvány alkalmazási területébe, azokkal az IEC 61000-4-18 foglalkozik.

MSZ EN 61000-4-12:2018

Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 4-12. rész: Vizsgálati és mérési módszerek. Lecsengő hullámmal (ring wave) szembeni zavartűrés vizsgálata (IEC 61000-4-12:2017)

Az IEC 61000 sorozat e része a közcélú és a nem közcélú hálózatokról táplált villamos és elektronikus berendezéseknek a kisfeszültségű táp-, szabályozó/vezérlő- és jelvonalain üzemi körülmények között fellépő lecsengő hullámokkal szembeni zavartűrés követelményeivel és vizsgálati módszereivel foglalkozik.

MSZ EN 61000-4-29:2002

Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 4-29. rész: Vizsgálati és mérési módszerek. Egyenáramú bemeneti tápkapú feszültségletörésekkel, rövid idejű feszültségkimaradásokkal és feszültségváltozásokkal szembeni zavartűrésének vizsgálata (IEC 61000-4-29:2000)

Az IEC 61000 szabványsorozat e része a villamos és elektronikus berendezések egyenáramú bemeneti tápkapuinak feszültségletörésekkel, rövid idejű feszültségkimaradásokkal és feszültségváltozásokkal szembeni zavartűrésére határoz meg vizsgálati módszereket. A szabvány célja, hogy egy általános és reprodukálható hivatkozási alapot hozzon létre tápkapukon fellépő feszültségletörésekkel, rövid idejű feszültségkimaradásokkal és feszültségváltozásokkal szembeni zavartűrésének vizsgálatára.

MSZ EN 62110:2010

Váltakozó áramú villamosenergia-rendszerek által keltett villamos és mágneses terek szintjei. A lakossági expozícióra vonatkozó mérési eljárások (IEC 62110:2009)

A népesség ma már az egész világon ki van téve a villamos és mágneses terek hatásainak, és ezek szintje tovább nő az ipar és a technológia fejlődésével. Számos ország már bevezetett az e terek által okozott lakossági expozícióra vonatkozó szabályozásokat. Az e terek által előidézett emberi expozíció szintjének megfelelő értékelése céljából általános mérési eljárásokra van szükség, amelyeket e szabvány határoz meg.

Ez a szabvány a lakossági expozícióra vonatkozik lakóhelyi környezetben és a lakosság számára hozzáférhető területeken, de nem vonatkozik a foglalkozás körében fellépő expozícióra, például a villamosenergia-rendszerek üzemeltetésével és/vagy karbantartásával kapcsolatban.

Angol nyelvű változatban bevezetett szabványok és szabványmódosítások (kivonatos ismertetés nélkül)

MSZ EN 12193:2019

Fény és világítás. Sportlétesítmények világítása

***MSZ EN 13032-5:2019**

Fény és világítás. Fényforrások és lámpatestek fotometriai adatainak mérése és ábrázolása. 5. rész: Útvilágításra használt lámpatestek adatainak közlése

***MSZ EN 17037:2019**

Természetes világítás épületekben

MSZ HD 629-1-S3:2019

A 3,6/6 (7,2) kV-tól 20,8/36 (42) kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek szerelvényeinek vizsgálati követelményei. 1. rész: Extrudált szigetelésű kábelek szerelvényei

MSZ EN 50064:2019

Nagyfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek. Gáztöltésű, kovácsolt alumínium- és alumíniumötvözet tokozások

MSZ EN 50068:2019

Nagyfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek. Gáztöltésű, kovácsolt acéltokozások

MSZ EN 50069:2019

Nagyfeszültségű kapcsoló- és vezérlőkészülékek. Gáztöltésű, hegesztett, többrészes tokozások öntött és kovácsolt alumíniumötvözetből

MSZ EN 50318:2019

Vasúti alkalmazások. Áramszedő rendszerek. Az áramszedő és a felsővezeték közötti dinamikus kölcsönhatás szimulálásának érvényesítése (validálása)

MSZ EN 50342.....:2019

Indító ólomakkumulátorok című szabványsorozat -1:2015/A1 és -6:2015/A1 jelzetű részei.

***MSZ EN 50436-4:2019**

Alkoholtesztek. Vizsgálati módszerek és teljesítménykövetelmények. 4. rész: Csatlakozás és digitális interfész az alkoholtesztes és a jármű között

MSZ EN 50470.....:2019

Váltakozó áramú villamos fogyasztásmérő berendezések című szabványsorozat -1:2006/A1, -2:2006/A1 és -3:2006/A1 jelzetű részei.

MSZ EN 50620:2017/A1:2019

Villamos kábelek. Villamos járművek töltőkábelei

MSZ EN IEC 60034-14:2019

Villamos forgógépek. 14. rész: Egyes, legalább 56 mm tengelymagasságú forgógépek mechanikai rezgése. A rezgése erősség mérése, kiértékelése és határértékei (IEC 60034-14:2018)

MSZ EN 60061.....:2019

Lámpafejek és lámpafoglalatok, valamint a csereszabotosságukat és biztonságukat ellenőrző idomszerek című szabványsorozat -1:1993/A58, -2:1993/A54 és -3:1993/A55 jelzetű részei.

MSZ EN IEC 60076-11:2019

Teljesítménytranszformátorok. 11. rész: Száraztranszformátorok (IEC 60076-11:2018)

MSZ EN IEC 60079-15:2019

Robbanóképes közegek. 15. rész: Gyártmányok védelme „n” típusú védelemmel (IEC 60079-15:2017)

MSZ EN IEC 60286-3:2019

Alkatrészek csomagolása automatikus szereléshez. 3. rész: Felületre szerelhető alkatrészek hevederes csomagolása (IEC 60286-3:2019)

MSZ EN IEC 60335-2-76:2019

Háztartási és hasonló jellegű villamos készülékek. Biztonság. 2-76. rész: Villamos karám áramszolgáltató egységeinek kiegészítő követelményei (IEC 60335-2-76:2018)

MSZ EN IEC 60358-4:2019

Csatolókonkondenzátorok és kapacitív osztók. 4. rész: Egyenáramú és váltakozó áramú, egyfázisú kapacitív osztók (IEC 60358-4:2018)

MSZ HD 60364-7-709:2009/A12:2019

Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-709. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Kikötők, kishajókikötők és hasonló helyek. Különleges követelmények a hajók part menti ellátására

MSZ HD 60364-7-711:2019

Kisfeszültségű villamos berendezések. 7-711. rész: Különleges berendezésekre vagy helyekre vonatkozó követelmények. Kiállítások, bemutatók és standok (IEC 60364-7-711:2018)

MSZ EN IEC 60384.....:2019

Elektronikus berendezésekben használatos, állandó értékű kondenzátorok című szabványsorozat
-21 és -22 jelzetű részei.

***MSZ EN IEC 60404-13:2019**

Mágneses anyagok. 13. rész: Elektroacél-szalagok és -lemezek fajlagos ellenállásának, sűrűségének és összenyomhatósági tényezőjének mérési módszerei (IEC 60404-13:2018)

MSZ EN IEC 60512.....:2019

Csatlakozók villamos és elektronikus berendezésekhez. Vizsgálatok és mérési módszerek című szabványsorozat
-23-3 és *-99-002 jelzetű részei.

MSZ EN IEC 60974.....:2019

Ívhegesztő berendezések című szabványsorozat
-2 és -5 jelzetű részei.

MSZ EN IEC 61000-3-2:2019

Elektromágneses összeférhetőség (EMC). 3-2. rész: Határértékek. A felharmonikus áramok kibocsátási határértékei (fázisonként legfeljebb 16 A bemenőáramú berendezésekre) (IEC 61000-3-2:2018)

MSZ EN 61167:2019

Fémhalogén lámpák. Működési előírás (IEC 61167:2018, módosítva)

***MSZ EN IEC 61375-2-6:2019**

Elektronikus vasúti berendezések. Vasúti jármű kommunikációs hálózata (TCN). 2-6. rész: Fedélzeti és pályamenti rendszerek közötti kommunikáció (IEC 61375-2-6:2018)

MSZ EN 62386.....:2019

Digitálisan címezhető világítástechnikai illesztőegység (interfész) című szabványsorozat
-102:2014/A1 és -103:2014/A1 jelzetű részei.

***MSZ EN IEC 62433-1:2019**

Integrált áramkörök EMC-modellezése. 1. rész: Általános modellezési keretrendszer (IEC 62433-1:2019)

MSZ EN IEC 62474:2019

Az elektrotechnikai iparra és termékeinek anyagára vonatkozó nyilatkozat (IEC 62474:2018)

MSZ EN 62612:2013/A2:2019

50 V-nál nagyobb tápfeszültségű, beépített előtétetes LED-lámpák általános világítási célra. Működési követelmények (IEC 62612:2013/A2:2018)

MSZ EN 62707-1:2014/A1:2019

LED-osztályozás. 1. rész: Általános követelmények és a fehér LED osztályozási rácsa gépjárműipari alkalmazásokhoz (IEC 62707-1:2013/A1:2018)

MSZ EN 62747:2014/A1:2019

Nagyfeszültségű egyenáramú (HVDC-) rendszerek feszültségforrás-elvű konvertereinek (VSC) terminológiája (IEC 62747:2014/A1:2019)

***MSZ EN 62784:2019**

Gyúlékony porok gyűjtésére szolgáló, Dc szintű készülékvel nyújtó porszívók és porelszívók. Kiegészítő követelmények (IEC 62784:2017)

***MSZ EN IEC 62885-5:2019**

Felülettisztítók. 5. rész: Háztartási és kereskedelmi felhasználású nagynyomású tisztítógépek és gőzös tisztítógépek. A működési jellemzők mérési módszerei (IEC 62885-5:2018)

MSZ EN IEC 62909-2:2019

*Kétirányú, hálózatra csatlakoztatott energiaátalakítók. 2. rész: A GCPC és az elosztott energiaforrások csatlakozófelülete (IEC 62909-2:2019)

***MSZ EN IEC 62961:2019**

Szigetelőfolyadékok. Vizsgálati módszerek szigetelőfolyadékok határfelületi feszültségének meghatározására. Meghatározás gyűrűmódszerrel (IEC 62961:2018)

***MSZ EN IEC 62966-1:2019**

Elektronikus és villamos berendezések vázszerkezete. Folyosórendszerű informatikai szekrények. 1. rész: Méretek és mechanikai követelmények (IEC 62966-1:2019)

MSZ EN IEC 63093.....:2019

Ferritmágok. Irányelvek a felületi egyenetlenségek méreteire és határértékeire című szabványsorozat
-4 és -13 jelzetű részei.

Nemzeti elektrotechnikai szabványok visszavonása

A következő nemzeti szabványokat az MSZT közvetlen utód nélkül visszavonta:

MSZ EN 60519-2:2007, Villamos fűtésű berendezések biztonsága. 2. rész: Ellenállás-fűtésű berendezések követelményei (IEC 60519-2:2006)

MSZ EN 60519-21:2009, Villamos fűtésű berendezések biztonsága. 21. rész: Ellenállásfűtésű berendezések követelményei. Üveghevítő és -olvasztó berendezések (IEC 60519-21:2008)

MSZ-09-00.0351:1988, Szigetelt szabadvezetékek megengedett termikus igénybevételei

MSZ-05-45.1601-12:1985, -20:1985, -21:1985, -22:1985 és -26:1989, Szigetelt szabadvezetékek megengedett termikus igénybevételei című szabványok

MSZ-05-45.1402:1989, Nullavezeték bontók 100 A-ig. Műszaki követelmények és vizsgálati előírások

MSZ EN 137000:2000, -100:2000 és -101:2000, Termékfőcsoport-előírás: Állandó kapacitású, váltakozó áramú, alumínium elektrolitkondenzátorok nem szilárd elektrolittal című szabványok

MSZ EN 61192-1:2003, -2:2003, -4:2003 és -5:2008, Forrasztott elektronikus szerelvények kivitelezési követelményei című szabványsorozat

Tájékoztatás:

Az MSZT nemzeti szabványosító bizottsága a következő „tisztá” nemzeti szabvány kidolgozásának programba vételét tervezi:

MSZT/MB 840 „Épületek villamos berendezései” nemzeti szabványosító műszaki bizottság:

MSZ 18014 Alapozásföldelők. Tervezés, kivitelezés és dokumentáció

I. RÉSZ KÖZCÉLÚ HÁLÓZATTERVEZÉS

Elindítottunk egy professzionális tervezési módszert, amelynek bevezetését az Önálló projekt tárgy keretein belül oldjuk meg. Ez most már a harmadik félév és jelentős tapasztalat gyűlt össze. A közcélú tervezés egy sor sajátossággal bír, így igen nagy bonyolultságú.

A tervezésnek a legfontosabb része a koordinálás, közművek, tulajdonosok és egyéb engedély beszerzése/leegyeztetése. A szakmai részek főként szabványok, jogszabályok és belső meghatározások (adott áramszolgáltatói terület) alkalmazása, kiegészítve a szakmai tárgyakban elsajátított részekkel.

Az alábbiakban leírjuk és megismertetjük részleteiben az itt elsajátított/megszerzett tudást:

1. Elsősorban a diákok 1 hónap alatt a tervezés terén legfontosabb program (AutoCAD) használatát tanulják meg. Ehhez több segítséget is kapnak, mely személyes, táv (Skype, telefon) konzultáción és jegyzet formájában áll a rendelkezésükre. Megtanulják a tervezés terén használt parancsokat (pl.: vonallánc, ív, kör, kocka, térbeli elforgatás stb.). Ezen felül a program felépítéséről és megfelelő használatáról is gyakorlati tudást szereznek.
2. Az AutoCAD alapszintű elsajátítása közben a diákok megkapják saját Önálló Projekt tárgyhoz kapcsolódó feladatukat. Az előadásokon kellő információval látjuk el őket, mely többek között a tervezési struktúra bemutatását és az ezzel való megismerést takarja. A feladatuk egy 0,4 kV-os szabadvezeték vagy földkábel tervdokumentáció és egyeztetés elkészítése. A tervfeladatlapban a tervezési szempontok figyelembevételével egy átfogó képet kapnak a kivitelezendő munkáról. Az előadásokon a tervezési fázis előtti adatbekérési folyamattal megismertetjük őket, de ezt nem kell elvégezniük. A szükséges adatokat megkapják, erről a folyamatról csak elméleti ismeretet kapnak. A diákok ezekből az adatokból gyakorlati tudást is szereznek (közmű térképek olvasása), mely alapján a tervezéshez szükséges információkat olvasnak le.
3. A tervfeladatlapban leírtak alapján és a kapott szabványok, rendeletek, jogszabályok segítségével, valamint az órán elmondott (értelmezések, meghatározások stb.) információk birtokában a diákok a tervezés terén érdemi munkafolyamatba kezdenek. Ebben a fázisban kezdenek hozzá a tervezett állapot megrajzolásának, melynek során a műszaki paraméterek meghatározásával kivitelezhető hálózatot terveznek meg. Ezek alapján átható, hogy mennyi műszaki és továbbá formai követelménnyel ismertetjük meg őket. Az elsajátítandó tananyag ebben nem merül még ki. A diákoknak meg kell írni az órán elhangzottak alapján egy műszaki kiviteli dokumentációt, ami a való életben is megálja a helyét. Ezen felül a korábban említett tervezési struktúrában ismertetett egyeztetési folyamatot (önkormányzat, tulajdonos stb.) is le kell játszaniuk. Ez nem a valóságnak megfelelően papírformában, hanem e-mailben történik. Ha ezeket a folyamatokat teljesíti a hallgató, akkor digitális és papírformában az általa elkészített Műszaki kiviteli tervdokumentációt leadja.
4. A dokumentáció a következőket tartalmazza: Kiviteli tervdokumentáció címlap, Aláírói lap, Tartalomjegyzék, Tervezői nyilatkozat, Műszaki leírás, Tervrajzok (nyomvonalrajz, átnézeti térkép, biztosítási vázlat, egyéb műszaki rajzok), Nyilatkozat összesítő, Közülemi és Tervegyeztetői nyilatkozatok, Tulajdonosi/kezelői megállapodások(ok) – 1. sz. tervpéldányban eredetiek.

A fentiekben leírt Önálló projekt feladat elkészítésén kívül évközben egy zárthelyi vizsgát is kell tenniük. Ezt az alapok elsajátítása után kell megtenniük. Ott egy 22 kV-os hálózatot kell megtervezniük, de csak rajz szinten.

II. RÉSZ ÉPÜLETVILLAMOSSÁGI TERVEZÉS

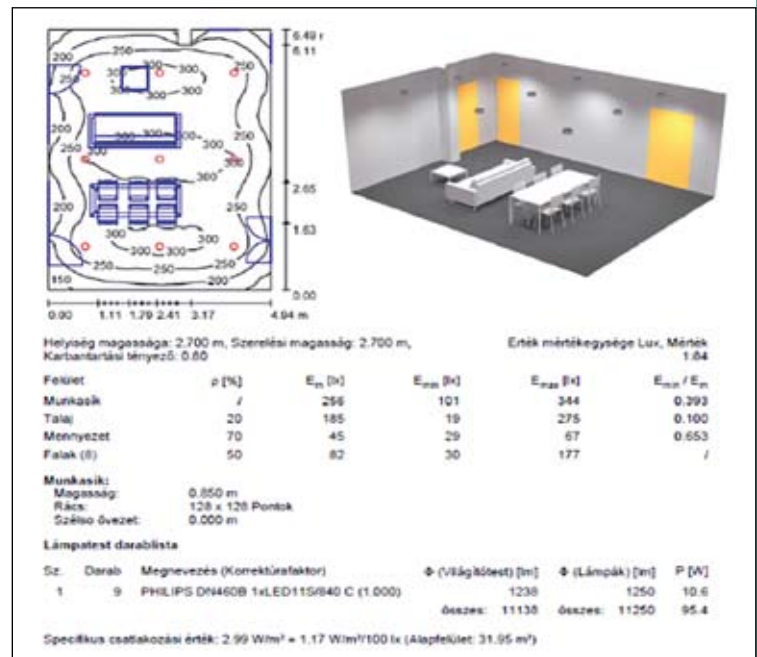
A következőkben kifejtésre kerül, hogy milyen szoftvereket használunk a félév során és az ezekkel végrehajtandó feladatokat. Jelenleg készülünk arra, hogy az épülettervezésben a 3D-s tervezési modul is szerepet kapjon, mert igényes terve ma már 3D-s alapon is megjelenik.

AutoCAD

Az épületvillamos tervezőknek az építész, épületgépész és belsőépítész alaprajzokhoz kell alkalmazkodniuk. Ezek a rajzok DWG formátumban, vagyis AutoCAD által megnyitható formában kerülnek egyik szakágtól a másikhoz. Amikor villamos szempontból kell nézni egy ilyen építész tervet, akkor először magunknak kell letisztáznunk. Mert ekkor még sok – elektromos szempontból – felesleges információt tartalmaz. Csak ezután kezdődhet az igazi tervezés.

Dialux

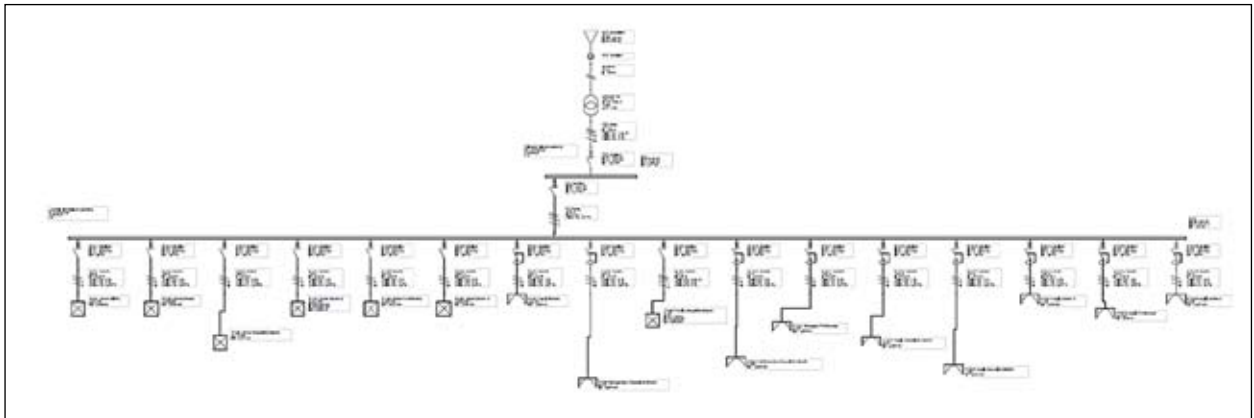
Ez a világítás méretezésre kifejlesztett szoftver. Nagyon egyszerűen kezelhető. A tantárgy keretében a hallgatók kapnak az oktatójuk által egy lámpatest katalógust, amiből letölthetik a számukra ideálisnak ítélt lámpatestet. Így a lámpatestről minden fénytechnikai információ a birtokukba kerül. Ezt a fájlt pedig egyszerűen csak importálni kell a Dialuxba, majd kezdődhet a tervezés. A különböző helyiségekre előírt szabványos lux értékekre méretezik az épület helyiségeit.



2. ábra Dialux fényűrség kiértékelése

Ecodial – tervező

Ezzel a programmal tudjuk leellenőrizni a zárlatszámításainkat, illetve a védelmi beállításokat. Mivel szabványokra támaszkodva végzi a számításait, így alátámasztva saját eredményeinket. Persze, ismertek egyéb módszerek is a zárlati áramok számítására, de ezzel a hasznos eszközzel egyszerűbb és biztonságosabb módot választottunk. A tervezett hálózat



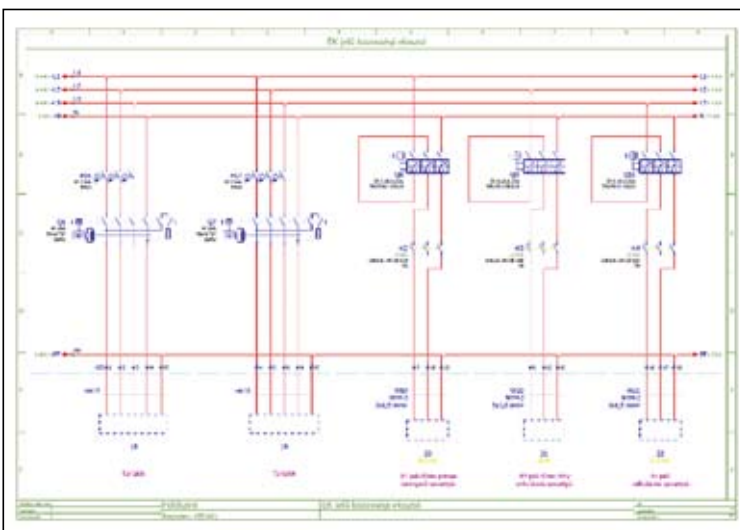
4. ábra Egyvonalas hálózatkép (Ecodial)

könnyen felvehető benne és egy riport is készíthető vele. Ez a dokumentum tartalmaz minden védelmi beállítást, ami a kivitelezőt segíti munkája során. A tárgy keretében akkora hálózatot hoznak létre a hallgatók, amittől biztosan nem fagy le a program a számítások alatt.

Eplan

Miután az Ecodiállal alátámasztottuk számításainkat és nem kerül be több fogyasztó, akkor érdemes az elosztó szekrények tervét elkészíteni. Szükséges a szoftver alapszintű ismerete. Általában háromvonalas rajzok kerülnek kiadásra – egyvonalasok csak kivételes esetekben –, ezért a hallgatóktól is ez az elvart. Ez talán az egyik legbonyolultabb szoftver az összes közül, ezért csak a feladatok megoldásához szükséges ismeretek kerülnek átadásra.

Amikor mindezzel készen vannak, akkor már csak a műszaki leírás, költségvetés marad hátra. Ezekre is kapnak kész mintákat, elég őket csak átszerkeszteni az adott projektnek megfelelően. A műszaki leírás szintén így készül el. Most úgy tűnhet, hogy a hallgatóknak ezekkel az írásos anyagokkal szinte nincs is tennivalójuk. Nos, mi úgy gondoljuk, hogy a hallgatóknak nagyon is hasznos, ha látnak egy ilyen szakmai, jól megírt szöveget. Az átszerkesztés lehetősége miatt legalább egyszer el kell olvasniuk. Sokat tanulhatnak belőle. Valamint egyes részeket ugyanúgy bele kellene írniuk, mint ahogyan az már benne van a mintában. Nem akarunk a tanulókkal felesleges munkát végeztetni, hiszen a gyakorlatban sem ez a bevett módszer.



3. ábra Áramutas egyvonalas rajz (Eplan)

III. RÉSZ ALÁLLOMÁS ÉS NAPERŐMŰ TERVEZÉS

A tervezésben jelentős szerepet töltenek be jelenleg is a nagyfeszültségű alállomások primer- és szekunder tervezése és sok hasonlóságot mutatnak a naperőművek csatlakozási terveinek kidolgozása, amely 1 MW felett már egyenrangú az alállomási tervek nehézségi fokával. Ez különösen igaz a 10 MW feletti naperőműveknél – nem beszélve a 40-50 MW-os nagyságrendekről. Itt elkészülnek a vizsgálatok – a szekunder alrendszeréről (védelmi, irányítástechnikai és elszámolási) is elkészülnek a rendszer-tervek. Ezeknek meg kell felelni az illetékes hálózati engedélyes és a MAVIR vonatkozó előírásainak. Ma olyan nagy volumenű a naperőművek telepítése – hogy a tervezők erőn felül túlterheltek.

Összefoglalóan kijelenthetjük, hogy az Önálló projektben sikerült nagy lépést tennünk a gyakorlatorientált oktatás irányába. Ki kell emelni a demonstrátorként jelentős szerepet játszó hallgatóinkat – így Varga Zoltánt, Hídvégi Bálintot és Tornai Balázst. Hallgatóink keresettségéhez és elhelyezkedési sikerességéhez az Önálló projektben szerzett tapasztalat jelentős hozzájárulás.



Dr. Morva György

Címzetes Egyetemi tanár
Óbudai Egyetem,
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
MEE-tag
morva@uni-obuda.hu



Varga Zoltán

Villamos Hálózattervező mérnök
Észak-Budai Zrt.
varga.zoltangy@gmail.com



Hídvégi Bálint

Villamos Kivitelező mérnök
Centervill Kft.
hidvegibala@gmail.com

Makai Zoltán

150 éve született KANDÓ KÁLMÁN, a vasút villamosításának úttörője

A magyar mérnökök és tudósok az elektrotechnika terén is jelentősen hozzájárultak a világ tudományos és műszaki fejlődéséhez. **Jedlik Ányos** a dinamó elv, **Puskás Tivadar** a telefonhírmondó, **Bláthy-Déri-Zipernowsky** a transzformátor feltalálója, **Károly Ireneus József** a drót nélküli telegráfia kísérleti megalapozója, **Kandó Kálmán** a háromfázisú váltakozó áramú villanymozdony megalkotója, valamint a többi neves magyar mérnök jelentős szerepet töltött be ebben a folyamatban.

Jelen összeállítás a vasútvillamosítás úttörője, a kiváló szakember **KANDÓ KÁLMÁN** pályáját kívánja röviden összefoglalni, aki éppen 150 évvel ezelőtt született.

KANDÓ KÁLMÁN ÉLETPÁLYA

Kandó Kálmán 1869. július 8-án született Budapesten. Gépészmérnöki oklevelét a budapesti József Műegyetemen szerezte meg 1892-ben. A villamosság hamar felkeltette érdeklődését. Mérnöki tevékenységét 1893-ban Franciaországban, a párizsi **Compagnie de Fives – Lille** indukciós motor gyárában kezdte el. Itt az indukciós motorok gyártására kidolgozott egy teljesen új szerkesztési-számítási



Kandó Kálmán

eljárást, amely gazdaságos villany-motorok gyártását tette lehetővé. Híre eljutott **Mechwart András**hoz, a **Ganz** gyár vezérigazgatójához, aki 1894-ben felkérte Kandó Kálmánt, hogy szervezze meg az indukciós motorok gyártását a Ganz gyárban. A fiatal mérnök munkáját sikeresen végezte és franciaországi tapasztalatait felhasználva meghonosította a **háromfázisú indukciós motorok** gyártását. Az indukciós motorok kiváló tulajdonságait megismerve ezeket a motorokat a vasúti vontatásban is hasznosítani kívánta. Így a Ganz gyár elkezdett foglalkozni a villamos vasúti vontatással.

NÉHÁNY SZÓ A VILLAMOS VONTATÁSRÓL

1879. május 31-én a Berlini Ipari Kiállításon egy 300 méter hosszú pályán mutatkozott be először a Werner Siemens 3 lóerős villamos mozdonya. A mozdony egyenárammal működött, az áramot a sínről kapta. A mozdonyt egysoros gerjesztésű egyenáramú motor hajtotta. A villamos vontatás először a közúti forgalomban terjedt el a vasútvillamosításban, kezdetben **Amerika** volt az élenjáró. A felsővezetékét ekkortájt csak néhány száz volt feszültségű egyenárammal látták el. Amerikában **Edison** tevékenységének köszönhetően a váltakozó áram használata jó ideig nem jelentett valós alternatívát. **Európában** a vasútvillamosítás később indult be, viszont itt vezették be először a váltakozó áramú vontatást. A nagyfeszültségű vontatást két tényező nehezítette – a vontatómotorokat csak legfeljebb 3000 V feszültségen lehetett ellátni és a fordulatszámot folyamatosan és megbízhatóan csak egyenáramú motorral lehetett szabályozni.

1881-ben jelent meg a **Siemens** első villamoskocsija. Budapesten a megkezdett kísérletek után 1889-ben a mai Baross utcán is végighaladt az első villamos.

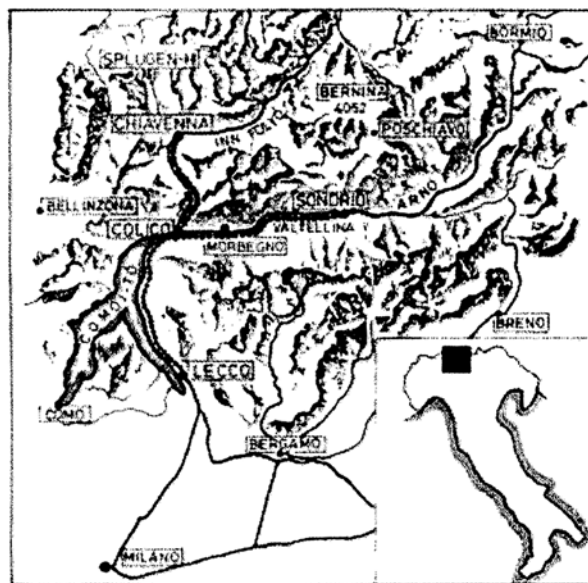
Az első nagyvasúti villamos mozdonyt 1897-ben a **General Electric** készítette el 600 V egyenfeszültségen. Néhány év múlva **Európában** is megjelent az első nagyvasúti villamos mozdony, a svájci vonalakon. Kandó külföldi tanulmányútjai során különféle vasúti megvalósításokat tanulmányozott. Felismerte, hogy nagy távolságokra az egyenáram kisméretű gazdaságtalan és alkalmatlan. Ugyanakkor el kell ismereni, a soros gerjesztésű egyenáramú motor jó tulajdonságokkal bír, mert a fordulatszám és a nyomaték szabályozásának könnyedségével rendelkezik.

VÁLTAKOZÓ ÁRAMÚ VONTATÁS

A kor neves szakemberei az egyenáram mellett foglaltak állást. Úgy tekintették, hogy a legfontosabb az üzembiztonság szempontjából az energia tárolása, amely az egyenáram esetében akkumulátorokban volt megoldva. Addig a váltakozó áramnál ez problémát jelentett. A váltakozóáram hívei az üzembiztonság alapfeltételét nem az energiátárolásban, hanem az erőművek összekapcsolásában látták. A Ganz cég 1898-ban a **Genfi-tó** melletti **Evian** fürdőhelyen 300 méter hosszú, de 20 méter szintkülönbséget leküzdő villamos vasutat épített ki egy szálloda és a gyógyfürdő között. A kisvontat háromfázisú 500 V-os villanymozdonyt vontatta. Ez egy igen sikeres kísérlet volt.

A VALTELLINA-VASÚT VILLAMOSÍTÁSA

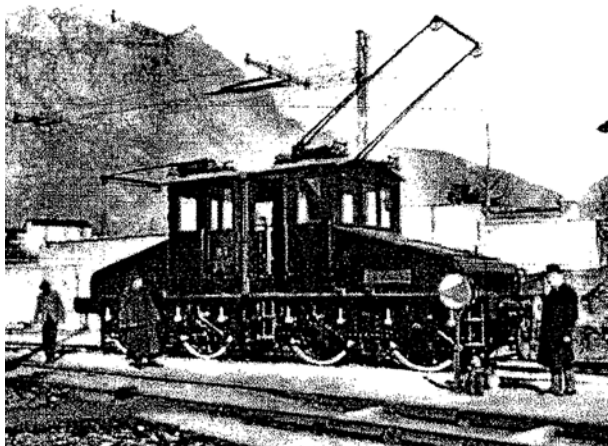
A Ganz cég a kísérlet tapasztalataiban és Kandó tehetségében bízva 1898-ban elvállalta a 106 kilométeres olaszországi **Valtellina** vonal villamosítását. A Valtellina-vasút nehéz teherviszonyai miatt más cég nem érdeklődött e nagyszabású beruházás iránt. A 3 kV-os 15 Hz frekvenciájú, háromfázisú árammal kiépített rendszer minden lényeges elemét, valamint két mozdonyt és tíz motorkocsit a Ganzban fejlesztették és gyártották. A rendszer az áramszedővel 3000 V-os kettős felsővezetékéről, illetve a sínről kapta a táplálást. A villamosított vasút táplálására egy vízerőművet építettek, amelynek az összes berendezését a Ganz cég gyártotta és szállította. A



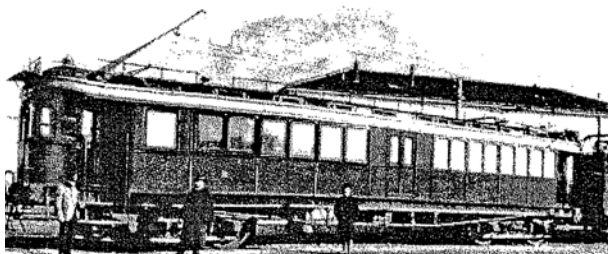
Milánótól északra, az Alpokba ékelődött Comói-tó partján és a Valtellina-völgyben haladt a Valtellina-vasút

generátorok 20 ezer V-os 15 Hz-s háromfázisú áramot termeltek. Magát a vasutat 20/3 kV-os transzformátorállomásokon keresztül táplálták. Így Európa első villamosított és a világ első nagyfeszültségű váltakozó árammal villamosított vasúti fővonalát 1902-ben nyitották meg. **A Valtellina-vasút Észak-Olaszországban Milánótól északra a Comói-tó partján és a Valtellina-völgyben haladt.**

A háromfázisú rendszer villamos mozdonyát háromfázisú indukciós motorok hajtották. A motorok fordulatszámát és ezzel a mozdony sebességének szabályozása a motorok **pólusszám** átkapcsolásával és **vízellenállással** történt. A háromfázisú áram vezetésére két külön munkavezeték és a sín szolgált. Ez a rendszer az állomásokon és különösen a váltók felett a rendkívül bonyolult felsővezeték miatt nem fejlődött tovább. Az olasz kormány 1905-ben a nagyarányú vasútállomások mozdonyüzemeltetésének fedezésére elhatározta egy mozdonygyár építését. A gyár vezetésére Kandó Kálmánt kérték fel. Kandó 1907-ben családjával együtt **Vado Ligurei-be** költözött. Vado Ligure Észak-Olaszország **Savona** megyéjében található. Kandó vezetésével az olaszországi villamosított vasutak hossza fokozatosan növekedett. Kandó érdemeinek elismeréseként az olasz kormány a **Koronarend Commendatore** címmel tüntette ki. Az első világháború során, kétéves katonai szolgálat után Kandó visszatért és a Ganz-Danubius gyár műszaki, majd 1918-tól vezérigazgatója lett.



A tehervonat mozdony talán jobban emlékeztet a mai – kisebb – villanymozdonyokra. Kandó ezt a tehervonati mozdonyt nevezte „elektromos lokomotívnak”

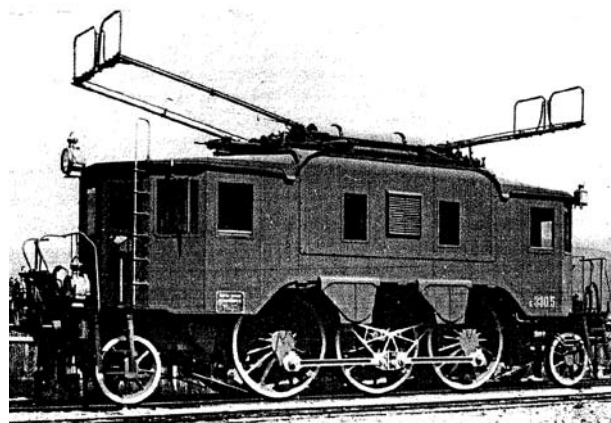


A Valtellina-vasút 1901-ben üzembe helyezett, első villamos motorkocsija

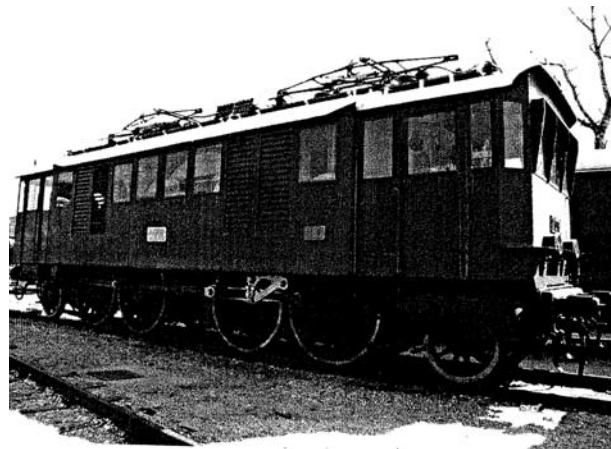
MEGSZÜLETIK A KANDÓ-FÉLE 50 PERIÓDUSÚ FÁZISVÁLTÓS RENDSZER

Az első világháború után az egyik halaszthatatlan feladat Magyarországon a vasúthálózat villamosítása lett. Kandó felismerte, hogy ez csak az országos villamos energetikai rendszer kereteiben valósulhat meg. Ez egy olyan rendszer,

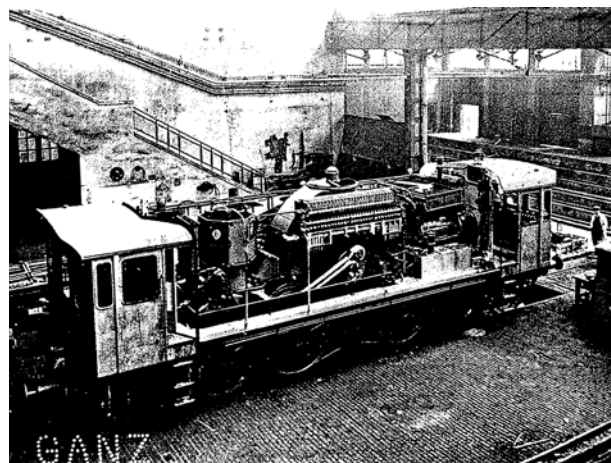
amely az 50 Hz frekvenciájú áramot közvetlenül az Országos Villamosenergetikai Rendszerből és nem különálló forrásból használja fel. Ezt **Kandó-féle fázisváltós rendszernek** nevezzük, amelynek születési éve 1916. A rendszer lényege, hogy a munkavezeték egyfázisú, 16 000V-os 50 Hz-es áramát a mozdonyban az ún. fázisváltó alakítja át a hajtómotorokat tápláló **többfázisú** 1000V feszültségű árammá. A fázisváltós próbamozdonyt 1918-ban kezdték gyártani a Ganz-Danubius kocsigyárban. A fordulatszám és a sebesség változtatását a motor pólusszámának kapcsolásával oldották meg. A próbák ezzel a mozdonnyal 1923-ban kezdődtek el. A sikeres próbák után kezdődött meg a **Budapest-Hegyeshalom**-vasútvonal villamosítása, de már **25 kV-os** felsővezetékkel. A **V40** sorozatú mozdonyokkal a menetrendszerű villamos



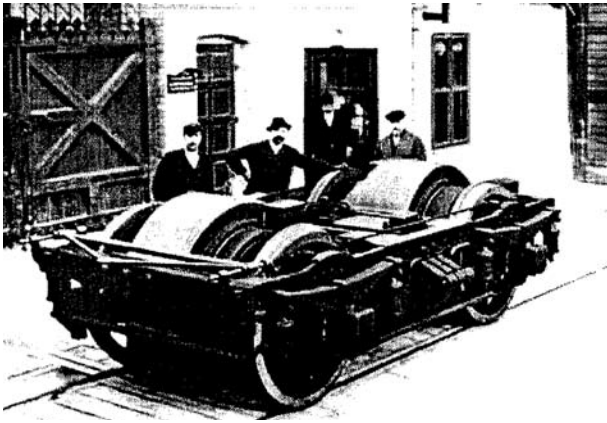
Az 1914-ben gyártott három csatlós gyorsvonati mozdony



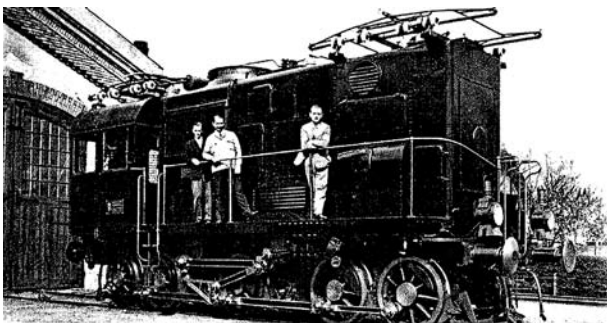
Kandó-mozdony



Kandó-mozdony szerelés közben



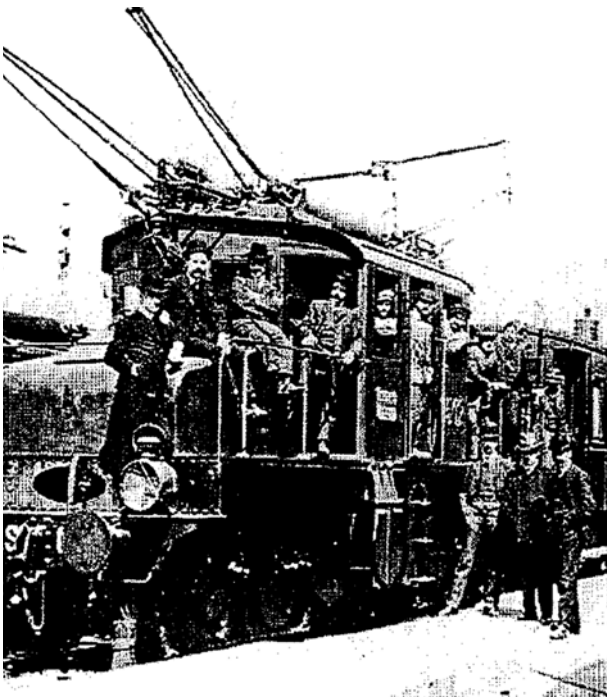
A villanymotorokat közvetlenül a motorkocsi tengelyére szerelték



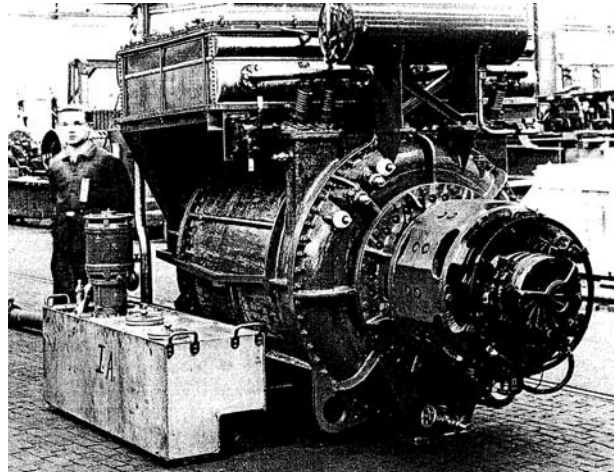
Kandó-mozdony próbaúton

vontatás 1932-ben indult el Budapestről Komáromig, majd 1934-ben Hegyeshalomig. Különben meg kell jegyezni, hogy az osztrák, a német és a svájci vasutak jelenleg is 16 2/3 Hz-es váltakozó árammal működnek.

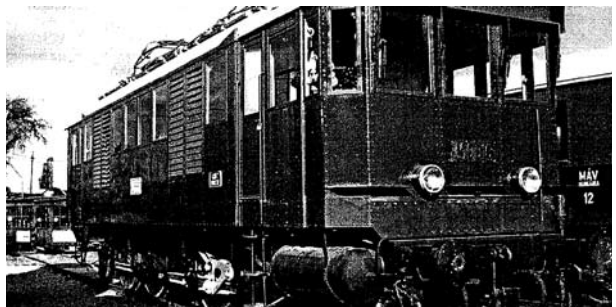
A világszerte elismert mérnök Kandó Kálmán 1927-ben a nagy amerikai gyár, a **Westinghouse** meghívására az Egyesült Államokba látogatott, ahol tanácsadónak kérték fel. Az ajánlatot Kandó ezekkel a szavakkal utasította vissza: „Eleget voltam távol a hazámtól, nem is gondolok többé elhagyására”. Élete utolsó műve a **V40-es és V60-as** sorozatú Kandó-



Kandó Kálmán villanymozdonya próbaúton



A Kandó-mozdony fázisváltója

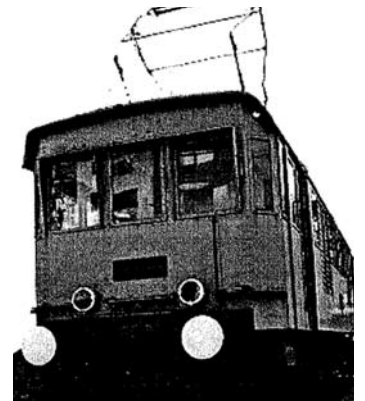


A MÁV V40 sorozatú Kandó-mozdonya

fázisváltós mozdony, amelyek üzembe helyezését azonban már nem érte meg. A megfeszített munka, az őt ért családi tragédiák felőrölték egészségét és 1931. január 16-án szívinfarktus következtében elhunyt.

ZÁRSÓ

Kandó Kálmán, a vasút villamosításának úttörője, munkássága gyökeresen átalakította a vasúti közlekedést. Nevéhez 69 szabadalom fűződik. A Magyar Tudományos Akadémia 1921-ben Warmann Mór-éremmel tüntette ki. 1922-ben a József Műegyetem tiszteletbeli doktorává avatta. 1927-ben az MTA levelező tagjává választotta. 1930-ban Corvin-koszorúval tüntették ki. 2001-ben posztumusz Magyar Örökség Díjban részesült. Magyarország-szerte több szobra áll, nevét viseli számos oktatási intézmény, az Óbudai Egyetem Villamosmérnöki Kara és az egyetem Bécsi úti kollégiuma. A Naprendszerben keringő kisbolygó is a nevét viseli.



A MÁV V60-as Kandó-mozdony a Budapesti Műszaki Főiskola (ma Óbudai Egyetem) Kandó Kálmán Villamosmérnöki Karának Bécsi úti épülete előtt



Makai Zoltán

Nagyvárad Áramszolgáltató Nyugalmazott műszaki igazgató
MEE-tag

Jeles évfordulókra emlékezett a Technikatörténeti kiállítás a MEE 66. Vándorgyűlésén

Az idei MEE Vándorgyűlés kísérőjeként a Technikatörténeti Bizottság és az Elektrotechnikai Múzeum közös kiállítást rendezett. A rendezvény két jeles évfordulóra hívta fel a Vándorgyűlés látogatóinak figyelmét. Az egyik a magyar villamosipar kiemelkedő egyéniségének, Kandó Kálmánnak születésnapja, aki 150 évvel ezelőtt látta meg a napvilágot. A másik évforduló a GANZ KK 100 éves jubileuma és 60 éves MEE-tagsága.



Technikatörténeti kiállítás standja

KANDÓ KÁLMÁN-ÉVFORDULÓ

Amit mindenki tud: ő alkotta meg a fázisváltós villanymozdonyt. Ez egy szokásos leegyszerűsítés, az már kevésbé közismert, hogy milyen fontos szerepe volt a magyar erősáramú elektrotechnika fejlődéstörténetében, abban, hogy a 19. sz. végére, a 20. sz. elejére a magyar villamosipar a világ élvonalába került. Kandó felismerte, hogy a vasutat és az egyéb fogyasztókat egyetlen, országos rendszerrel kell ellátni. Ennek első eleme a 100 MW-os Bánhidai Erőmű és a Budapest – Hegyeshalom 100 kV-os távvezeték volt. Kandóban tehát nem csak a mozdonytervezőt, hanem az országos energiarendszer és -hálózat kezdeményezőjét is tiszteljük. Sajnos a fázisváltós mozdony 1932-es megvalósulását nem érte meg, 1931-ben elhunyt.

A kiállításunk egyik tárlójában – az általa tervezett – V40 mozdony modelljét is láthatta az érdeklődő. E lap hasábjain olvashatnak egy cikket Kandó Kálmán rendkívül gazdag életpályájáról Makai Zoltán tollából.

A Vándorgyűlés záró plenáris ülésén dr. Jeszenszky Sándor tartott fantasztikus előadást, „Amit Kandó Kálmánról tudni kell” címmel.

100 ÉVES A GANZ KAPCSOLÓ-ÉS KÉSZÜLÉKGYÁRTÓ KFT.

A gyártörténet főbb állomásai

Az I. világháború után igény jelentkezett a villamos energia termelésére, szállítására és alkalmazására, felhasználva a műszaki tudományok eredményeit. Hazánkban is megindult a kis- és nagyfeszültségű kapcsoló- és egyéb készülékek, berendezések gyártása.



Lieli György a Ganz KK kiállítási standjánál

Miskolcon 1919 őszén Szabó Miklós és Mátéffy József mérnökök villamosipari gyárat alapítottak, amely részvénytársasággá alakulva telephelyét 1924-ben Budapestre, a X. kerületi Kőbányai út 41/c alá helyezte. Gyártmányválasztéka kisműködésű kapcsolókészülékekből, transzformátorokból és egyéb berendezésekből tevődött össze.

A II. világháborút követően a feladatok koncentrációja céljából néhány kisebb villamosipari gyár összevonásával egyidejűleg államosított cégekből alakult meg a GANZ Kapcsolók és Készülékek Gyára Nemzeti Vállalat (GANZ KK) 1949-ben, s vált az ország legnagyobb kisműködésű készülék- és kapcsológyártó vállalatává. Főbb termékcsoportok: mágneskapcsolók, kézi működtetésű kapcsolók, megszakítók, olajos és száraz motorvédők, transzformátorok, különféle erősáramú relék voltak.



Jakab Ádám és Lieli György a kézi működtetésű kapcsolót mutatja dr. Antal Ildikónak

Az 1950-es, 60-as években a termékválaszték némi csökkentésével, önálló alkatrészgyártásra kellett berendezkedni, műhelyrendszerű struktúrával, termékcsoportok szerinti szereldek létrehozásával. A megalakult Villamos Berendezés és Készülék Művek «VBKM», nagyvállalat egyik gyáráként kapcsolódott be több gyártási együttműködési folyamatba.

1963-tól indult meg a Budapesti Műszaki Egyetem tanszékeivel, a Villamosipari Kutató Intézettel és a Magyar Elektrotechnikai Ellenőrző Intézettel szoros együttműködéssel, önálló kutató laboratóriumok létrehozásával, intézményes, szervezett gyártmányfejlesztéssel, a gyár nemcsak új termékeket tervezett, hanem új vizsgálati módszereket kidolgozva, a készülékek magasabb megbízhatósági és műszaki színvonal elérését tették lehetővé.

A GANZ KK 1993 januárjától korlátolt felelősségű társasággá alakult át, 100%-os magyar magántulajdonosi arányban. A fejlesztésben és a termelésirányításban integrált számítógépes vállalatirányítási rendszert alkalmaz.

2017-ben új, magyar állampolgárságú tulajdonosok vásárolták meg a céget, irányításukkal a működés sok eleme lényegesen megváltozott és intenzív fejlődésnek indult.

A változások mellett, a cég 60 éve a MEE kötelékébe tartozik. A GANZ KK munkatársai aktív tagjai a MEE különböző szakmai szervezeteinek.

Tóth Éva

A képek a szerző felvételei

Csányi Gergely Márk, Tamus Zoltán Ádám

A Magyar Tudomány Ünnepe az Óbudai Egyetemen

Az Országgyűlés november 3-át – azt a napot, amelyen 1825-ben Széchenyi István birtokainak egyévi jövedelmét a Magyar Tudós Társaság alapításának céljára felajánlotta, és ezzel lehetővé tette a Magyar Tudományos Akadémia megalapítását – a Magyar Tudomány Ünnepévé nyilvánította 2003-ban.

„A RENDEZVÉNYSOROZAT A LEGJOBB NEMZETKÖZI ÚTLEVÉL”

Egyszerre több helyszínen, különböző időpontokban 15 szakmai konferenciát tartanak az Óbudai Egyetem valamennyi Karán novemberben, a Magyar Tudomány Ünnepén. A tudományos programsorozat célja, hogy népszerűsítse a tudomány és a kutatómunka jelentőségét hazánkban. Az eseménysorozat nyitórendezvényét az Óbudai Egyetem Bécsi úti épületében tartották november 4-én.

Az Óbudai Egyetem Bécsi úti épületében tartott nyitórendezvényen a résztvevőket Prof. Dr. Kovács Levente rektor köszöntötte. Bevezetőjében Széchenyi István Hitel című művéből



Várkonyiné Prof. **Dr. Kóczy Annamária**, mb. tudományos rektorhelyettes, az Egyetemi Habilitációs és Doktori Tanács elnöke, **Gulyás Tibor**, az Innovációs és Technikai Minisztérium helyettes államtitkára, **Prof. Dr. Kovács Levente** rektor, **Prof. Dr. Rudas Imre** alapító rektor, és **Ormándi Gabriella**, kancellár.



Konferenciaterem

idézett. „A tudományos emberfő mennyisége a nemzet igazi hatalma. Nem termékeny lapály, hegyek, ásványok, éghajlat stb. teszik a közérőt, hanem az ész, mely azokat józanon használni tudja. Igazibb súly s erő az emberi agyvelőnél nincs. Ennek több vagy kevesebb volta a nemzetnek több vagy kevesebb szerencséje.” Az ünnepé nyilvánítás egyben főhajtás is azon elődök előtt, akik eddig hozzájárultak a magyar tudomány fejlődéséhez, és a bizalom abban, hogy a magyar kutatók, tudósok eredményeikkel továbbra is gazdagítják az emberiséget.

Értéktanteremtő tudomány

A „Magyar Tudomány Ünnepe 2019” programsorozat idei mottója: „Értéktanteremtő tudomány”. A rendezvénysorozat célja, hogy népszerűsítse a tudomány és a kutatómunka jelentőségét, bemutassa a magyar tudományos kutatások eredményeit és mindenki számára közérthetővé tegye a tudomány és a kutatás jelentőségét az oktatásban, valamint az oktatás jelentőségét a tudományban és a kutatásban. Idén a robotika témaköre áll a középpontba – fogalmazott a rektor, aki hangsúlyozta: „A nemzetközi elismertséghez vezető úton nincs jobb útlevél az ilyen és ehhez hasonló rendezvényeknél”. Az idén 140 éves múlttal büszkélkedő és ma 10 éve egyetemé alakult Óbudai Egyetem.

Tematikus rendezvények

A rendezvények kötődnek az MTA éves mottóihoz, és az Egyetem egyedi arculattal is megjelenik. Intézményünk 16 rendezvényt szervez.

A Rektor kiemelte: – büszkék vagyunk arra, hogy a digitalizált oktatás talaján saját magunk fejlesztettük ki hazánk és a Kárpát-medence vezető online oktatási centrumát, a K-MOOC-ot. Tavaly több mint 1300 tudományos publikációt jelentettünk meg, ami oktatói létszámunkra vetítve körülbelül fejenként három publikációnak felel meg. Eredményeink tükrében célom, hogy jövőre ismét deklarált költségvetési forrást allokáljunk a tehetséggondozásnak, és stratégiai alapunk növelésével is elköteleződjünk a tudományos eredmények növelésének irányába – tette hozzá Prof. Dr. Kovács Levente rektor.

Gulyás Tibor, az Innovációs és Technológiai Minisztérium (ITM) helyettes államtitkára ünnepi köszöntőjében úgy fogalmazott: a Magyar Tudomány Ünnepéhez rendelt fogalmak közül a jövő jelentőségét emelem ki. Ennek elősegítésében számít az ITM vezetése az Óbudai Egyetem kutatóinak, tanárainak munkájára.

Rector Emeritus: Prof. Dr. Rudas Imre

Az egyetem történetében először adta át Prof. Dr. Kovács Levente rektor az általa alapított – és a Szenátus által egyhangúan jóváhagyott – Rector Emeritus oklevelet, melyet Prof. Dr. Rudas Imre, az Óbudai Egyetem alapító rektora vehetett át.

Elismerések a Tudomány Ünnepén

A megnyitó ünnepséget a különböző elismerések átadása zárta. Prof. Dr. Kovács Levente, rektor és Dr. Várkonyiné Prof. Dr. Kóczy Annamária mb. tudományos rektorhelyettes közösen adta át: **az Év Kutatója Díjat, az Év Fiatall Kutatója Díjat, a Hallgatói Publikációs Díjat.**

A rektor és Gulyás Tibor helyettes államtitkár adta át a 2019. évi Új Nemzeti Kiválóság Program 33 ösztöndíjasának és konzulenseiknek járó elismerést „Az év kutatója”, „Az év fiatal kutatója”, „Hallgatói publikációs díj.



Dr. Kiss L. László csillagász előadása

„MERRE JÁR A SZELLELEM NAPVILÁGA?...”

...címrel rendezték 2019. november 9-én a **Szkeptikusok 25. Országos Konferenciáját**. A különleges tanácskozást az **Óbudai Egyetem Alba Regia Műszaki Karán** tartották. A rendezvény fő szervezője Trupka Zoltán, aki 25. alkalommal indította útjára ezt a találkozót. Az előadók az áltudományos, sőt a tudományellenes nézeteket bírálva, a kritikus gondolkodás alapvetése mellett tettek hitet.

Levezető elnökök: dr. Seebauer Márta, az ÓE oktatási rektorhelyettese és dr. Nagy Rezső főiskolai docens volt. A teljesség igénye nélkül, kiváló előadók között volt – dr. Kiss L. László, a Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont főigazgatója, Falyuna Nóra, a Corvinus Egyetem tudomány-kommunikációs szakértője, Härtlein Károly, a BME mesteroktatója, Schuminszky Nándor, a Magyar Asztronautikai Társaság elnökségi tagja – akik a tudományellenes nézeteket állították pellengérré. A közönség ezen a napon különlegesen izgalmas előadásoknak volt részese.

XXXV. JUBILEUMI KANDÓ KONFERENCIA 2019

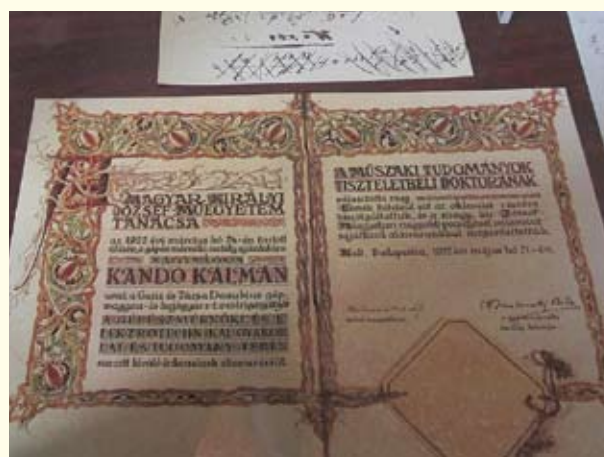
Az **Óbudai Egyetem, Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar**, Kandó Kálmán születésének 150. évfordulója, a Kandó, mint felsőoktatási intézmény 50., mint oktatási intézmény 120. évfordulója alkalmából rendezte meg 2019. november 14-19. között a Kandó Emlékkonferenciát, amely egyben a már hagyományos Kandó Konferenciák sorában a XXXIV.



Dr. Jeszenszky Sándor előadása és látványos bemutató

A konferencia emléket kíván állítani Kandó Kálmán élet-pályájának, mérnöki zsenialitásának, munkásságának. Továbbá megemlékeztek a Kandó, mint oktatási intézmény elmúlt 120 évéről, melyek közül az utóbbi 50 évben már felsőoktatási intézményként működik.

Dr. Nádai Zoltán dékán megnyitja után dr. Jeszenszky Sándor, az Elektrotechnikai Múzeum volt igazgatója, a MEE Technikatörténet Bizottság elnökségi tagja tartotta „Kandó 150” címmel megnyitó előadását, látványos elemekkel gazdagítva.



A MEE Technikatörténeti kiállítása

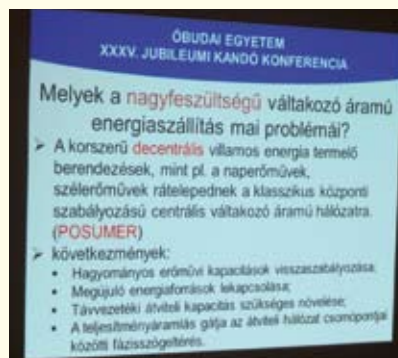
Dr. Temesvári Zsolt, a Szervező Bizottság elnöke ismertette a programot. Elmondta, hogy a konferencia hagyományos módon helyt ad a napi kutatási-fejlesztési kérdések tárgyalására mind az akadémiai, mind az ipari szféra számára. Ez a konferencia az oktatók, hallgatók és ipari partnerek ismerkedési, találkozási színtere is, ahol lehetőség nyílt a cégek bemutatkozására, kiállítások, konzultációk megszervezésére is.

A MEE, Kandó Kálmánra emlékezve kis technikatörténeti kiállítással járult hozzá a nagyszerű eseményhez.

Tóth Éva
A képek a szerző felvételei



Dr. Temesvári Zsolt bevezető előadása



Dr. Novothny Ferenc, az Energetika szektor előadója

Beszélgetés Makai Zoltánnal, a FEJEZETEK AZ ELEKTROTECHNIKÁBÓL II. címmű könyv megjelenésének alkalmából

„Repetitio est mater studiorum” az „ismétlés a tudás anyja”, tartja a híres latin közmondás. „Life long learning” az „egész életen át tartó tanulás”, ez az egyik legfontosabb hívószó szerzte a világban.

A fenti idézetek jutottak eszembe, amikor elkezdtem tanulmányozni a MEE legújabb kitűnő, magas szintű kiadványát. A szerzők minden témakörben részletesen tájékoztatják az olvasót a legújabb kutatások eredményeiről, illetve eligazítják a szakembereket a mindennapi munkájukban. A bevezető írások méltó módon adják meg a könyv megjelenésének alaphangját. Ugyanakkor igazi – narrátorként – vezetnek az olvasót a fejezeteken keresztül.

A legrégebben ismert természetes villamos jelenség kétségtelenül a villám lehetett. Így természetesen az első írás a villámvédelemmel foglalkozik. Egypár gondolatot szeretnék elmondani ebben a témakörben. Erdélyben egyes források szerint az első villámhárítót Nagydisznódon (románul Csnadie, németül Heltau) szerelték fel 1795. május 20-án az evangélikus templom tornyára. Ami pedig a rendkívüli eseményeket illeti Romániában: Temes megyében Györöd (Ghiroda) nevű helységben 2002. július 7-én hirtelen egy óriási vihar keletkezett villámlások kíséretében. A vihar teljesen váratlanul érte a helyi labdarúgópályán játszó 20 helyi lakost. Mind a 20 játékos villámcsapás érte, de csak egy fiatal hunyt el. A többiek kisebb sérülésekkel megúszták.

Nagyon fontosnak tartom a tréning szimuláció szerepét és eszközrendszerét a magyar villamosenergiarendszer üzemirányításában. Pár éve személyesen is megtekinthettem a Paksi erőműben működő tréning szimulátort.

Külön szerteném méltatni Czövek Zoltán kollégám írását. Ebben az írásában is komoly alapossgal tájékoztatja az olvasót arról, hogy milyen környezetvédelmi feladatok hárulnak az áramszolgáltató vállalatokra. Zoltánt még a 90-es évek elején ismertem meg a MEE és a SIER együttműködés keretében.

Nagyon értékes a magyar elektrotechnika történet nagy alakjainak munkásságát bemutató írás. Kandó Kál-

márról én is készítettem egy összeállítást, amelyet bemutattam szeptemberben egy nagyvárad konferencián.

Örülök, hogy olvashattam a Pollich Jánosról szóló sorokat. Többször is találkoztunk és abban a szerencsében részesültem, hogy részletesen bemutatta az általa vezetett Világítástechnikai Állomást.

Nagyon sajnálom, hogy a Magyar Elektrotechnikai Múzeum ilyen sanyarú sorsra jutott! Dr. Jeszenszky Sándor, a múzeum ny. igazgatója többször is kalauzolt a múzeum rendkívül értékes részlegei között. Különböző több technikatörténeti kutatásban is együttműködtünk.

Nagyon tetszenek a szerzők üzenetei a jövő villamosmérnökei számára. Ezzel bezárom a könyv méltatását, gratulálok a szerzőknek és mindazoknak, akik hozzájárultak a könyv megjelenéséhez.

Utolsó gondolatként megpróbálok válaszolni arra a kérdésre, hogy „Miért kevés a műszaki pályára jelentkezők száma és miért hagyják ott oly sokan ezt a nagyszerű tudományterületet?” Természetesen én csak a romániai helyzet értékeléséből tudok következtetést levonni. De lehet, hogy ez bizonyos értelemben a volt keleti blokk országaira is érvényes. Véleményem szerint az okokat az 1990 utáni rendszerváltozásban kell keresni. 1990 előtt az erőltetett iparosítás korában a műegyetemre könnyebben lehetett felvételizni, mint a bölcsészkarokra. Ez 1990 után megváltozott, mert a keresett szakmák a közgazdaság, a jogi és egyéb humán szakok lettek. Az ipari tevékenység visszaesett, így a 90-es évek elején 1256 ipari létesítményt zártak be. Az iparban dolgozók száma 1990-ben 3,5 millió volt, majd 2016-ban 1,72 millióra csökkent. Hirtelen nem volt szükség mérnökökre. Így a fiatal mérnökök nagy számban, egészen más munkakörökben találták meg boldogulásukat. Természetesen ez a tény befolyásolta a pályakezdeket is. A külföldi befektetők, főleg az olaszok, elsősorban a kétkézi dolgozók mellett könyvelőket, közgazdászokat és jogászokat alkalmaztak. A közigazgatás, az állami intézmények, a helyhatóságok stb. nagyon kerestek voltak főleg 2010 után a fiataloknak. Az EUROSTAT adatai szerint csupán 2018-ban az itt dolgozók száma 20.000-rel nőtt. Az átlagfizetések szintje ezen a tevékenységi területen jóval meghaladja a magánszférában dolgozókat és kétszer gyorsabban is nőnek. A megoldást a népszerűsítésen kívül a vállalatokkal és az egyetemekkel való együttműködésben látom. Ez lehet ösztöndíj és egyéb anyagi támogatás. Például a Duális rendszer.

Tudomásom szerint Magyarországon létrejött, mint szakmai érdekképviseletként az – EGYÜTT A JÖVŐ MÉRNÖKEIÉRT SZÖVETSÉG (EJMSZ). Ez a szervezet azért dolgozik, hogy növekedjen a mérnök pálya iránt érdeklődő fiatalok száma. Nagyon jó kezdeményezés!

Makai Zoltán gondolatai, 2019. október végén.

Tóth Éva

Fotó: Kőszegi Zsolt



Makai Zoltán és Tóth Éva

Kandó Kálmán szakmai nap, Győr

A Magyar Elektrotechnikai Egyesület Győri Szervezete Kandó Kálmán születésének 150. évfordulója alkalmából szakmai napot szervezett 2019. július 10-én. Az ünnepségen közel ötvenen vettek részt, a győriek mellett az ország több pontjáról.

A rendezvény indításaként Janó Ádám, a PÁGISZ diákja Márcz István: Ünnepek című esszéjét mondta el, hogy az ünnepségen kiemeljen bennünket a hétköznapokból. A MEE Győri szervezet nevében Csáfördy Ferenc elnök köszöntötte a jelenlévőket az ünnep aktualitásáról beszélve. Ezt követően Haraszi Judit, az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. vezérigazgató asszonya beszélt a jelen és a jövő kihívásairól, hogy a jövőben csak akkor lehetünk sikeresek, ha a múltba is visszatekintünk és abból tanulunk, táplálkozunk.



Csáfördy Ferenc elnök megnyitója

Az első szakmai előadásban Dr. Marcsa Dániel a Széchenyi István Egyetemről előadást tartott Kandó Kálmán életéről és munkásságáról. Előadásában nagy hangsúlyt fektetett a találmányok, fejlesztések és a hihetetlen munkabírás bemutatása mellett arra is, hogy milyen sikertelenségei, kudarcai voltak élete során, s ezeken hogyan sikerült túllendülni és újból újrakezdeni.



A szakmai nap résztvevői

A következő előadásban id. Horváth Viktor ny. villamosmérnök tartott előadást a Kandó-mozdonyok üzemeltetésével és karbantartásával kapcsolatosan. Már nagyon kevesen vannak, akik ezeket a mozdonyokat vezették és ismerték, így egy élő szemtanútól hallhattuk azokat a tapasztalatokat, történeteket, amelyek az életüket jelentették. Szenvedélyesen szerették ezeket a mozdonyokat, rengeteg emlék, vicces történet fűződik hozzájuk, melyeken jókat nevtünk.

Végül Podonyi Gábor a PÖYRY ERŐTERV Zrt. részéről mutatta be a még ma is üzemelő első 120 kV-os (135 kV) hálózatot, mely nagyrészt még az eredeti oszlopokon áll. Érdekessége, hogy a tartó oszlopok akáca vasúti talpfákon állnak, és a



A koszorúzás

pár éve végzett vizsgálatok alapján kiváló állapotban vannak. Összehasonlította a ma épülő vezetékek és az akkori oszlopok alap- és felépítmény méretezését, teherbírását, és jól látszott, hogy a régi oszlopokban jelentős tartalékok vannak, nem véletlen, hogy kiállják az idő próbáját.



Az emléktábla

A Kandó emléktáblára, melyet az ünnepségre a MEE Győri szervezete az ünnepség előtt felújított, a MEE Elnöksége, a MEE Győri szervezete és az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. nevében helyezték el koszorút. Az ebéd alatt eredeti dokumentumokat, a vezeték eredeti tervét, fényképeket, könyveket tekinthettek meg az érdeklődők.

Nemes László titkár, MEE Győri Szervezet

Dr. Szabó Ferenc

Beszámoló a Lux et Color Vesprimiensis „In memoriam prof János Schanda” 2019 konferenciáról

2019. október 10-11-én a veszprémi Völgykút Házban került megrendezésre a XVII. Lux et Color Vesprimiensis nemzetközi tudományos konferencia, amely 2018-tól az „In memoriam Prof János Schanda” alcímet viseli.

A Magyar Világítástechnikáért Alapítvány, az MTA Alkalmazott Fény- és Szintani Munkabizottsága, valamint a Világítástechnikai Társaság és három hazai egyetem szervezésében 2018-ban mutatta be a konferencia új koncepcióját, amely a tavalyi évben jól vizsgázott, 2019-ben pedig a múlt évi tapasztalatok alapján tovább fejlődött.

Idén 26 válogatott, magas szakmai és tudományos színvonalú előadást hallhatott a konferencia 80 résztvevője. A konferencia előadói és résztvevői 13 országból érkeztek: Magyarországon kívül az Egyesült Királyságból, Németországból, Franciaországból, Szlovákiából, Ausztriából, Szlovéniából, Belgiumból, Hollandiából, Svájc-ból, Romániából, Lengyelországból és az Egyesült Államokból.



A CIE elnöke ad elő

Az első napon a Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság (CIE) újonnan megválasztott elnöke, Dr. Peter Blattner a CIE jelenlegi tevékenységét mutatta be, majd LED fejlesztőkörnyezetekről hallhattunk Prof. Poppe András tolmácsolásában. A Pannon Egyetem Fény és Szintan Kutatólaboratóriumának munkatársa, Nagy Róbert a villódzás (flicker) mérő berendezések képességeinek összehasonlításáról beszélt, majd a laboratórium egy korábbi munkatársa, Dr. Kránicz Balázs a spektrális mérések dekonvolúciójával kapcsolatos interpolálásra mutatta be saját, új eredményeit. Az eindhoveni Signify kutatási vezetője, Genevieve

Martin a „LED digitális ikrek” elméleten alapuló modellezés módszerét ismertette, majd a fény borok színére és ízvilágára gyakorolt hatásait ismerhették meg a résztvevők Keszei Ernő professzor úr tolmácsolásában. A Schröder belgiumi fejlesztőkörpontjából Vincent Lang érkezett, aki a káprázás leírásának problematikáját tárgyalta. Ezután a CIE 4. divíziójának igazgatója, Luc Schlangen a fény nem vizuális hatásairól beszélt, valamint a CIE 2018 év végén megjelent S026 szabványát mutatta be. Az Instrument Systems munkatársa, Đenan Konjhodžić a „Blue Light Hazard” jelenség meghatározásának kihívásait ismertette, majd a ljubjanai egyetem munkatársa, Matej Kobav a villódzás (flicker) észlelésével kapcsolatos vizuális kísérletét és annak eredményeit tárgyalta. A pozsonyi műszaki egyetemről érkező Krzysztof Wandachowicz az útvilágítás ellenőrzéséről, a fényűrségméréssel kapcsolatos tapasztalatait osztotta meg.

Az esti gálavacsora résztvevőit Kiss Balázs, a Corodini Országos Bűvészbajnokság győztese, majd az Acoustic Session Duo szórakoztatta. A vacsora után a játékos kedvűek bowlingbajnokságon vehettek részt.

A második napot a Mona Lisa LED világítását tervező francia Ingelux mérnöke, Christophe Marty nyitotta, majd a kísérleti LED növénytermesztésről az Óbudai Egyetem munkatársa, Dr. Balázs László osztotta meg legfrissebb tapasztalatait. A SOTE adjunktusa, Dr. Ábrám Emese már második alkalommal kápráztatta el a hallgatóságot a fogpótlások színének illesztésével kapcsolatos



Csoportkép

előadásával. Peter Blattner, a CIE elnöke, a svájci METAS laboratóriumvezetője a CIE új LED sugárzáseloszlásának szabványosításának állásáról tájékoztatta a hallgatóságot, majd a sheffieldi egyetem professzora, Steve Fotios a gyalogosok észlelését segítő világításjellemzőkről tartott előadást.

A Budapesti Műszaki Egyetemről Hegedűs János ismertette LED élettartam modellezés területén elért eredményeiket, a Tungsram képviselőjében pedig Schwarcz Péter a világítótest adatlapok hiányosságairól és lehetséges fejlesztési lehetőségeiről beszélt. A német TechnoTeam vállalat igazgatója, Dr. Udo Krüger robotizált fényűrségmérő alkalmazás fejlesztését mutatta be, az ausztriai Materials Center Leobenből érkezett Dr. Lisa Mitterhuber flip-chip LED modulok termikus vizsgálatának eredményeit mutatta be. A Budapesti Műszaki Egyetemről Urbin Ágnes a kromatikus adaptáció hatásait elemezte, a Pozsonyi Műszaki Egyetem munkatársa, Dr. Roman Dubnicka pedig a zavaró fények méréséről beszélt. Az Amerikai Egyesült Államokból Dr. Alen Hajnal a környezeti fényjelenségek mérésével és vizuális észlelésével kapcsolatos kutatási eredményeiről számolt be.

A második nap szakmai programját a CIE 4-es divíziójának vezetője, a Pozsonyi Műszaki Egyetem munkatársa, Dr. Dionyz Gasparovsky zárta, aki a 4-es divízió aktuális tudományos munkájáról, valamint a beltéri világításban preferált világítási elvekről és megvilágítási szintekről beszélt.

A szervezőbizottság elnöke, Dr. Szabó Ferenc záróbeszédében elmondta, hogy különleges eseményként tartandó számon a Lux et Color Vesprimiensis konferencia, hiszen a kezdetben családias, 20-30 résztvevős rendezvényt mára igazi, Schanda János professzor emlékéhez méltó nemzetközi eseménnyé sikerült emelni, amely hangulatában épp olyan családias tudott maradni, mint a korábbi években. Külön megköszönte az előadók lelkiismeretes felkészülését, az ipari szereplők érdekes bemutatóit, valamint a szponzorok támogatását, akiknek köszönhetően lehetőség nyílik rá, hogy hazai környezetben mindenki számára elérhetővé váljanak a nemzetközi világítástechnikai szakma legújabb eredményei.

A szervezők számítanak a mostani résztvevők észrevételeire, és várnak szeretettel mindenkit 2020-ban újra Veszprémben!



Fotios professzor úr ad elő



Udo Krüger



Dr. Szabó Ferenc

Okl. vill. mérnök

PhD Pannon Egyetem

MEE-tag

szabo.ferenc@virt.uni-pannon.hu



Czfrik Imre (1938 – 2019)

A MEE Székesfehérvári Szervezetének korábbi elnöke, Czfrik Imre 2019. október 14-én, 80 éves korában elhunyt.

Mérnöki pályáját 1962-ben hálózatszerelési gyakorlattal kezdte az ÉDÁSZ Székesfehérvári Üzletigazgatóságán, majd 1963-tól ugyanitt a tervező csoport vezetését vette át, később a szakszolgálati csoportot vezette. 1982 és 1998 között előbb az üzem-, majd üzletigazgatói munkakört töltötte be. Alapos megfontoltság, a műszaki és gazdasági optimumra való törekvés, kiváló tárgyaló és szolgálatkészség, ugyanakkor határozottság volt jellemző a munkájára. Munkatársait korrekt és tiszteltető magatartással tudta maga mellé állítani a feladatokban való mozgósításokban. Különösen nagy hangsúlyt fektetett a hálózati kapacitások növelésé-

nek fontosságára. Így fordulhatott elő – az áramszolgáltatásban is azon ritka esemény –, hogy 1992-ben Székesfehérváron 2 db 120/10 kV-os transzformátorállomás is üzembe került.

Lankadatlan aktivitással dolgozott a MEE helyi csoportjában, amelynek 1967-től vezetőségi tagja, ebből 12 éven át elnöke volt. Érdemeiért 1994-ben Kandó-díjat kapott. 1999-ig a MEE Alapítványában is szerepet vállalt.

Átfogó gondolkodású, kiegyensúlyozott szemléletű és munkamódszerű vezető volt, aki szakmáját szerető, elkötelezett mérnökként fokozni tudta Egyesületünk elismertségét és rangját.

Szumzer László

MEE Székesfehérvári Szervezetének Elnöke



Füzes Attila (1936 – 2019)

Füzes Attila, Drága Édesapám harminc éve betegségek sorával küzdött és többször is legyőzte a halált. Súlyos betegségekből tucatszor is felállt, jókedvét, humorát, terveit nem veszítette el, végül azonban 2019. október 14-én hajnalban álmában feladta a szíve a küzdelmet. 83 éves volt.

1936-ban született Budapesten, egy szegény család legidősebb gyermekeként. Öten voltak testvérek. Drága Édesapám generációjában nem volt ritka, hogy a háború alatt napi gyakorlatból ismerte az éhezést. Kisgyerekek korától dolgozott.

Később az Üteg utcában egy középiskolában lett „Elektro technikus”, pl. Szilas Péterrel és későbbi feleségével, Szabó Erzsébettel. Sokan ebből az iskolából az akkor alakuló ELMŰ-ben dolgoztak.

Édesapám a katonatiszti pályáját 1956-ban megszakította és 1957-től a Mechanikai Művekben dolgozott évtizedekig. Itt feltaláló társaival együtt találmányuk elismeréséért küzdöttek 7 éven át. Perek sokaságán keresztül, végül teljes elismerésben részesültek, és ebből a találmányi díjból alapították meg

– társaival együtt – 1983. január 2-án a magántulajdonban álló FÁKO GmK-t, amit Ő koordinált 1993-ban Édesapám vezetésé-

vel hozták létre kollégáival a FÁKO Kft.-t is, ahonnan végül nyugdíjba ment. Sokan tudják, hogy nyugdíjasként talán még többet dolgozott, mint korábban. Előadásokat tartott, ismereteit sokakkal megosztotta. Pl. társ előadó volt Prof. Schanda János úrral az I. LED konferencián.

Édesapámtól sokan kaptak tudást, lehetőséget, segítséget.

Talán ezért is hagyott nyomot sok ember életében. Akik ismerték, szerették és tisztelték.

A MEE-tag volt, regisztráló szervezete a Világítás-technikai Társaság volt.

Családja, felesége, két fia, hét unokája, testvérei, rokonai, kollégái, akik ismerték, gyászolják Őt.

Édesapám nem csak nekem hiányzik. Ūrt hagyott maga után.

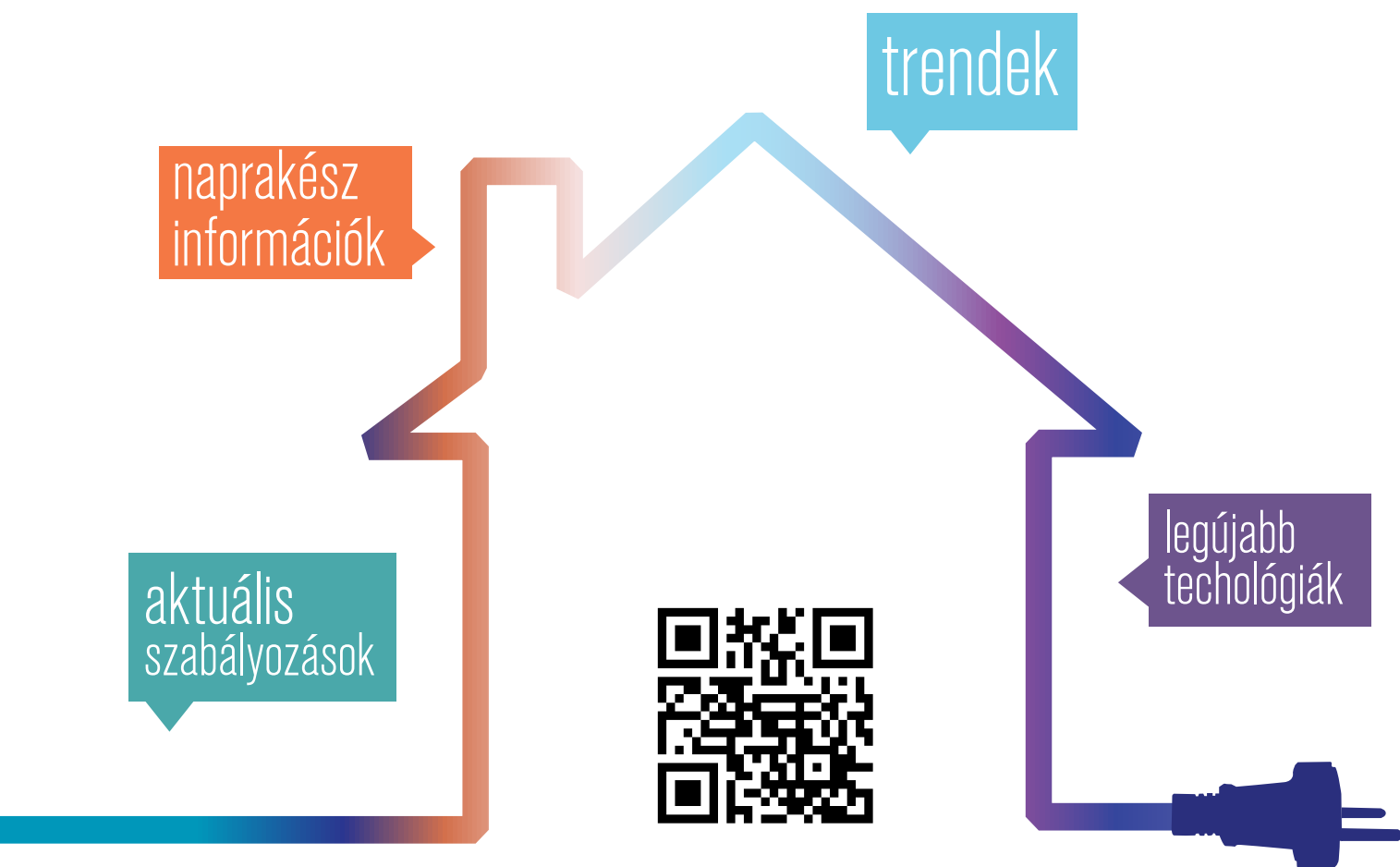
Füzes Zoltán

INFOHOW

BIZTONSÁGOS VILLANYSZERELÉS

ORSZÁGOS SZAKMAI KIÁLLÍTÁS ÉS KONFERENCIASOROZAT TERVEZŐ, KIVITELEZŐ, ÜZEMELTETŐ ÉS FELÜLVIZSGÁLÓ SZAKEMBEREK SZÁMÁRA

2019.10.01 MISKOLC / 2019.10.22 VESZPRÉM / 2019.11.05 GYŐR / 2019.11.19 DEBRECEN /
2019.12.03 BUDAPEST / 2020.02.04 SZEGED / 2020.02.18 PÉCS / 2020.03.03 KECSKEMÉT /
2020.03.17 ZALAEGERSZEG



ÚJ ORSZÁGOS TŰZVÉDELMI SZABÁLYZAT (OTSZ)
VILLAMOS EREDETŰ TŰZKÁROK MEGELŐZÉSE ÉS CSÖKKENTÉSE, ÚJ TECHNOLÓGIÁK
ELMÉLETBEN ÉS GYAKORLATBAN



MAGYAR
ELEKTROTECHNIKAI
EGYESÜLET

1075 Budapest,
Madách Imre út 5. III. emelet
mee@mee.hu
www.mee.hu





27.

EGYESÜLETI BÁL

Bálozzon velünk!

2020. február 1.



**27. ALKALOMMAL RENDEZZÜK MEG A MAGYAR
ELEKTROTECHNIKAI EGYESÜLET BÁLJÁT!**
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: WWW.MEE.HU