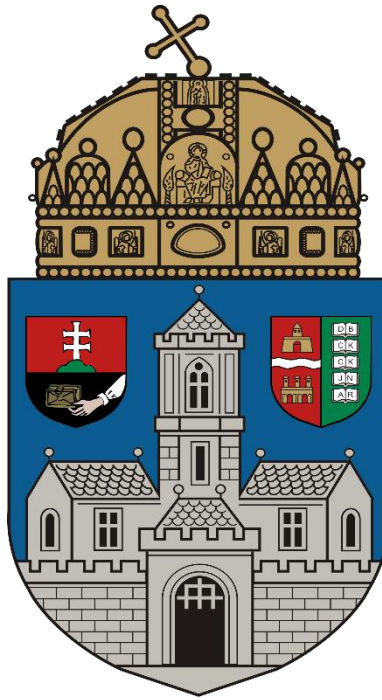


Óbudai Egyetem
Doktori (PhD) értekezés



tézisfüzete

**A kifeszültségű villamos elosztóhálózat
ellátásbiztonságának korszerű megoldásai**

Holcsik Péter

Témavezető: Dr. Novothny Ferenc

Biztonságtudományi Doktori Iskola

Budapest, 2020

Tartalomjegyzék

1	Summary	3
2	A kutatás előzményei	4
3	Célkitűzések	5
4	Vizsgálati módszerek	8
5	Új tudományos eredmények.....	9
6	Az eredmények hasznosítási lehetősége	13
7	Irodalmi hivatkozások listája	14
8	Publikációk	15
8.1	A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények.....	15
8.2	További tudományos közlemények	17

1 Summary

My research work's field is applied technical science, addressing low-voltage electrical distribution network.

The dissertation addressed the legal background and relevant literature of this particular field, it's conclusion was that the security of electricity supply and data quality is a priority for electricity distribution licensees.

Because of this reason, the research aims to increase the security of electricity supply, to ensure a higher level of service continuity, i.e. to improve the quality of electricity supply and the quality of the data provided.

After defining the research area and the goal, five hypotheses were established.

Data sources, scientific tools and methods were used to test the presented hypotheses. Data sources include the network registration system of the power supplier of Central Hungary and Northern Hungary, the GIS system of the ELMŰ-ÉMÁSZ Group, the work control and low voltage distribution network operation control system MIRTUSZ, and the database management system Oracle BI Discoverer.

Among the scientific tools and methods, parts and elements of graph theory, network science and data mining - relevant to the research - were introduced.

Hereafter the research results are presented, that are summarized in five theses.

2 A kutatás előzményei

Ma már szinte természetesnek vesszük, hogy folyamatosan rendelkezésünkre áll a villamos energia. Az ellátás biztonságának az igénye – különös tekintettel az informatikai eszközök térnyerésére, és azok nélkülözhetetlenségére – mindig fontos volt, de napjainkban hihetetlenül gyorsan nő. [1] A fogyasztó csupán egy tervezett, vagy egy nem tervezett áramszünet – úgynevezett szolgáltatás kieséssel járó üzemzavar – esetén észleli, hogy a pénztárgépek nem működnek, így nem tud vásárolni, a pékségben a villamos energiával fűtött kemencék leállnak, a hűtők nem hűtenek, nyáron az élet elviselhetetlen lesz, mert a klímák sem működnek. A kézpénzfelvételi automaták (ATM-ek) sem működnek, a GSM átjátszóállomások néhány óra múlva nem biztosítanak térerőt a mobiltelefonok normál működéséhez, mert az akkumulátoros szünetmentes ellátás energiataralma is véges. Hosszabb üzemzavar esetén teljesen leáll a hivatalokban a munkavégzés, megállnak egyes tömegközlekedési eszközök, a kórházak pedig csak a legszükségesebb berendezéseiket tudják üzemeltetni. [HP16]

David von Hippel, az ENSZ Gazdasági és Szociális Minisztériumának energiabiztonsági szakértője így vélekedik erről: „Egy nemzetállam energia szempontjából biztonságos, amennyiben energiahordozók és -szolgáltatások olyan mértékben állnak rendelkezésre, hogy a) a nemzet túlélése, b) a jólét védelme és c) az ellátásból és használatból eredő kockázatok minimalizálása biztosítva legyen. Az energiabiztonság öt dimenziója magába foglalja az energiaellátás, gazdaság, technológia, környezet, társadalom és kultúra, valamint honvédelem dimenzióit.” [2 p. 2]

A feladat – amelynek elvégzési módját és célját is közvetetten definiálta Hippel – kettős: egyrészt megfelelő mennyiségű és minőségű energiahordozó szükséges, másrészt gazdaságosan kell biztosítani a szolgáltatás rendelkezésre állását. Előbbi elsősorban geopolitikai, míg utóbbi műszaki jellegű kérdés. A jelen disszertációban közölt alkalmazott műszaki tudományi kutatómunka eredményei az utóbbi cél eléréséhez kívánnak hozzájárulni.

Értekezésemben a villamosenergia-szolgáltatás minőségének javítása érdekében folytatott legfontosabb magyarországi és nemzetközi kutatások és fejlesztések eredményeit áttekintettem. Az e témakörben végzett irodalomkutatást 2019.07.01.-én zártam le.

3 Célkitűzések

A villamosenergia-szolgáltatás folyamatosságának és megbízhatóságának növelése, azaz a szolgáltatás kiesésével járó üzemzavarok időbeni hosszának és az érintett fogyasztók számának csökkentése a villamos energia átvitelére és elosztására engedéllyel rendelkező vállalatok (áramszolgáltatók) elsődleges műszaki célkitűzése. (Erőművi kérdésekre a jelen értekezés nem tér ki).

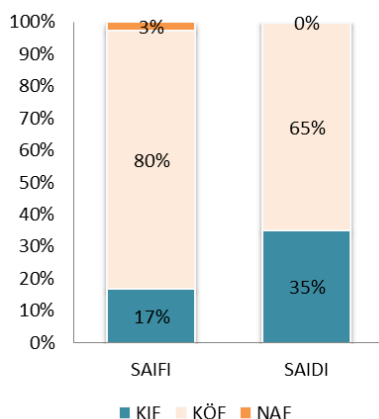
A magyarországi és az európai villamosenergia-rendszer hierarchikus felépítésű. A hálózat topológiai szempontból három jól definiált részre tagolható: a 750, 400, 220 és 120 kV-os nagyfeszültségű átviteli hálózat¹ (NAF), hierarchikusan ez alatt helyezkedik el a 35, 20, és 11 kV-os közepfeszültségű elosztóhálózat² (KÖF), majd a lakossági fogyasztókhoz becsatlakozó 0,4 kV-os kisfeszültségű elosztóhálózat (KIF). [3]

Kutatási területként az elosztóhálózatot, azon belül a KIF-elosztóhálózatot jelöltem ki. Az elosztóhálózat kiválasztásának oka, hogy a 2016-os adatok alapján (amelynek adatai jól illeszkednek a korábbi évek adatainak trendjébe) az átviteli hálózati meghibásodások miatt 10,9 MWh villamos energia esett ki, míg az elosztóhálózatiak miatt 6275 MWh. (Jelen disszertáció az erőművi kérdések körére nem tér ki). [4 p. 69].

A KIF-hálózat kiválasztásánál alapvető szempont a bekövetkezett üzemzavari események száma volt. Magyarország második legnagyobb áramszolgáltató vállalata, az ELMŰ Hálózati Kft. és ÉMÁSZ Hálózati Kft. területén 2014. 01. 01. és 2017. 12. 31. között a KIF-hálózaton 146 888, a KÖF-hálózaton 6525, míg a NAF-hálózaton 9 szolgáltatás kieséssel járó üzemzavar volt. Ezen üzemzavari események hatását mutatja be a szankcionált mutatókra a 1. ábra:

¹Átviteli hálózat: a villamos energia átvitelére szolgáló vezetékrendszer – beleértve a tartószerkezeteket és a határkeresztelő vezetékeket is – a hozzá tartozó átalakító és kapcsolóberendezésekkel együtt [6].

²Elosztóhálózat: a villamos energia elosztása és a csatlakozó pontra való eljuttatása céljára szolgáló vezetékrendszer – beleértve a tartószerkezeteket is – a hozzá tartozó átalakító és kapcsolóberendezésekkel együtt [7].



1. ábra Az ELMŰ Hálózati Kft. és ÉMÁSZ Hálózati Kft. területén 2014.01.01. és 2017.12.31. között bekövetkezett KIF-, KÖF- és NAF-üzemzavarok hatásának aránya a SAIDI és SAIFI mutatókra (saját ábra)

A 1. ábra jól mutatja, hogy a KÖF-üzemzavarok hatása nagyságrendileg nagyobb a mutatókra, azonban a SAIDI esetében még így is 35% a KIF-üzemzavarok aránya. Ez összefüggéseiben azt jelenti, hogy egy KIF-üzemzavar esetén az érintett fogyasztók száma lényegesen alacsonyabb, azonban arányaiban lényegesen több KIF-üzemzavar keletkezik, mint KÖF vagy NAF. Azaz a vizsgált időintervallumban a KIF-üzemzavarok száma több, mint 22-szerese (22,51) volt a KÖF-üzemzavarok számának.

Minden adatszolgáltatással kapcsolatban az elvárt adatminőségről a Magyar Energia Hivatal 24/2007 sz. határozatának C melléklete rendelkezik. Ezen rendelet ismerete alapján kijelenthető, hogy az adatok minősége kiemelt jelentőséggel bír. [5 pp. 1-2] A szankcionálásokat tekintve indokoltnak láttam annak vizsgálatát is – hogy a szigorú adatmegbízhatósági követelményeknek való megfelelés érdekében – milyen új tudományos módszerek bevezetésével lehet támogatni a legnagyobb számban előforduló KIF-üzemzavari események adminisztrációját. Tekintettel arra, hogy a kiesés időtartama (U_i) jól definiált, egzakt érték, így az üzemzavarban érintett fogyasztók számának (N_i) meghatározására kívántam új módszert kidolgozni.

Az disszertációban ismertetett jogszabály és a vonatkozó szakirodalom feldolgozása alapján felismertem, hogy a villamos energia elosztói engedélyesei számára kiemelt szempont az ellátásbiztonság és az adatminőség. Az általam végzett kutatómunka célja ezért az ellátásbiztonság növelése, a szolgáltatás folytonosságának magasabb szintű biztosítása, azaz a villamosenergia-szolgáltatás minőségének, valamint a szolgáltatott adatok minőségének javítása. A vonatkozó hazai és nemzetközi szakirodalom áttanulmányozása után az alábbi hipotéziseket állítottam fel.

HIPOTÉZIS I.

A villamos elosztóhálózat nyilvántartási rendszeréből származó adatokból létrehozható egy olyan új modell, melynek alkalmazásával lehetővé válik a villamosenergia-átviteli hálózati és villamosenergia-elosztóhálózati rendszer topológia szintű analízise.

HIPOTÉZIS II.

Kidolgozható olyan matematikai kis lépésszámú eljárás, amely a kiefeszültségű elosztóhálózaton bekövetkezett hibák fogyasztói érintettségének topológiai alapú meghatározására alkalmas.

HIPOTÉZIS III.

Kidolgozható a múltó zárlatok kezelésére alkalmas, elosztóhálózati elosztószekrényekbe integrált visszakapcsoló automatizmus rendszerbe illesztésének elmélete.

HIPOTÉZIS IV.

A kiefeszültségű elosztóhálózat munka- és üzemirányítási rendszerek adatbázisának szabad szöveges adatait felhasználásával kidolgozható egy olyan új modell, amelynek segítségével megvalósítható a múltó zárlatok azonosításának alacsony mintavételezéséből adódó anomáliáinak a korrekciója.

HIPOTÉZIS V.

Kidolgozható egy olyan új eljárás, amelynek alkalmazásával megvalósítható a kiefeszültségű elosztóhálózati múltó zárlatok kezelésére alkalmas eszközök elhelyezésének hatásosságra és gazdaságosságra optimalizált telepítése.

4 Vizsgálati módszerek

Kutatásom elvégzéséhez lehetőséget kaptam Magyarország második legnagyobb áramszolgáltató vállalatától, az ELMŰ-ÉMÁSZ adatainak kutatási célú felhasználására. Kutatásom alapjául ezen empirikus adatok szolgáltak.

Kutató munkám során egy új eljárást dolgoztam ki a KIF-hálózaton bekövetkezett hibák fogyasztói érintettségének topológiai alapú meghatározására (fogyasztói szám meghatározása elérhetőségi mátrixszal, CONsumer Numbers with Attainability Matrices, CONAM). A feladatot matematikai kérdésként kezeltem, amelynek alapján a villamosenergia-rendszert gráfelmélet alkalmazásával közelítettem meg. E módszerrel villamos paramétereiktől független, fa struktúrájú gráfként vált leírhatóvá a KIF-hálózat. A villamos paramétereiktől való függetlenítés által a kidolgozott eljárás multidiszciplináris módszerévé vált, azaz nemcsak a villamos elosztóhálózaton, hanem más fa struktúrájú hálózatok esetében is felhasználható.

Az általam kidolgozott új eljárás (fogyasztói szám meghatározása elérhetőségi mátrixszal, CONsumer Numbers with Attainability Matrices, CONAM) validálásához az ELMŰ-ÉMÁSZ villamos elosztóhálózat GIS alapú nyilvántartási rendszeréből származó adatokból létrehoztam egy új villamosenergia-átviteli és elosztóhálózati gráfmodellt (TDNm – Transmission and Distribution Network model). A modellből mintát vettem, amely minta megfelelőségét hálózattudományos eszközökkel verifikáltam.

Az ELMŰ-ÉMÁSZ munka- és kifesztültségű elosztóhálózati üzemirányítási adatbázisának szabad szöveges adatait felhasználva létrehoztam egy új topológiai adatbázist a múltó jellegű zárlatokról. A szabad szöveges mezők elemzéséhez adatbányászati eszközöket³ alkalmaztam R szoftverben⁴. Az elemzés során az egyes hibákat osztályoztam, klasszifikáltam aszerint, hogy átmeneti hibák voltak-e. Pontosabban, hogy automatikus visszahívás alkalmazásával az adott hibát elháríthatjuk volna, vagy nem?

A kidolgozott klasszifikációs modell keresztvalidálásához N-fold (vagy egyes szakirodalmakban „k-fold”) eljárást alkalmaztam.

³Az adatbányászat folyamán nagy adattárakban fedezhető fel hasznos információ automatizált módokon.

⁴R szoftver: nyílt forráskódú statisztikai szoftvercsomag, amelyben rendelkezésre állnak már kidolgozott eljárásokat tartalmazó függvények és munkakörnyezetek [8].

5 Új tudományos eredmények

TÉZIS I.

Létrehoztam a TDNm (Transmission and Distribution Network model) gráf modellt, amelynek alkalmazásával lehetővé vált a villamosenergia-átviteli és villamosenergia-elosztóhálózati rendszer topológiai szintű analízise. [HP9, HP7, HP12, HP4, HP15]

A Tézis 1. leírása:

Lehetőséget kaptam az ELMŰ és ÉMÁSZ áramszolgáltató GIS alapú térképe (EÉGIS) mögött álló adatbázis kutatási célú felhasználására. A kapott kutatási engedély lehetőséget adott arra, hogy berendezés típusonként kiexportáljam az EÉGIS rendszerből a (átviteli és elosztóhálózati modell, Transmission and Distribution Network model) TDNm felépítéséhez szükséges adatokat. Az EÉGIS rendszeréből származó adatokból létrehoztam egy új villamosenergia-átviteli és villamosenergia-elosztóhálózati gráfmodellt. A modellt a hálózattudomány eszközeivel elemeztem, majd az elemzés eredményei alapján KIF elosztóhálózati reprezentatív mintát készítettem. A mintát hálózattudományos eszközökkel verifikáltam.

TÉZIS II.

Új, CONAM (CONsumer Numbers with Attainability Matrices) eljárást dolgoztam ki a kisfeszültségű elosztóhálózaton bekövetkezett hibák fogyasztói érintettségének topológiai alapú meghatározására. [HP7, HP3, HP4]

A Tézis 2. leírása:

Kutatásom során egy új eljárást dolgoztam ki a KIF-hálózaton bekövetkezett hibák fogyasztói érintettségének topológiai alapú meghatározására (fogyasztói szám meghatározása elérhetőségi mátrixszal, CONsumer Numbers with Attainability Matrices, CONAM). A feladatot matematikai kérdésként kezeltem, amelynek alapján a villamosenergia-rendszert gráfelmélet alkalmazásával közelítettem meg. E módszerrel villamos paramétereiktől független, fa struktúrájú gráfként vált leírhatóvá a KIF-hálózat. A villamos paramétereiktől való függetlenítés által a kidolgozott eljárás multidiszciplináris metódussá vált, azaz nemcsak a villamos elosztóhálózaton, hanem más fa struktúrájú hálózatok esetében is felhasználható.

TÉZIS III.

Kidolgoztam a kiefeszűltűgű elosztó-hálózatf elosztószekrényekbe integrált visszafapcsoló automatizmus rendszerbe illesztésére szolgáló SSB (Smart SwitchBoard) elméletet, ami a múltó jellegű zárlatok kezelésére alkalmas. [HP5, HP14, HP4, HP10, HP6, HP11]

A Tézis 3. leírása:

Kidolgoztam az SSB elméletét, amely berendezés definíció szerinti: olyan – a vonatkozó szabványoknak megfelelő – korszerű kiefeszűltűgű elosztóhálózati elosztószekrény, amely a gyártó által előírt karbantartási és üzemeltetési körülmények mellett a berendezés teljes életciklusa alatt, a berendezés részleges vagy teljes cseréje nélkül szakítja meg a gyártó által megadott áramértékig a túláramot, vagy zárlati áramot. A túláram detektálását helyi mérőrendszer és méréskiértékelő rendszer együttesen végzi. A működés előre definiált áram-idő görbe alapján történik. A berendezés távjelző, azaz az egyes mérési pontokon mért feszűltűg meglétét (igen/nem), a hatásosáram-összetevőket és meddőáram-összetevőket, a feszűltűget és a felhasználásával számított teljesítményadatokat – a vonatkozó szabványban foglalt biztonsági protokollok alkalmazásával – vezeték nélküli kommunikációt alkalmazva egy központba továbbítja. A berendezés távműködtethető, azaz alkalmas távolból történő kapcsolási műveletek végrehajtására. A tervezett munkák biztonságos megvalósíthatósága érdekében a távműködtetés a helyszínen bénítható, és rendelkezik látható bontási ponttal és földelési lehetőséggel. A berendezés visszafapcsoló automatikával is rendelkezik (VKA), azaz alkalmas a beállított paraméterek alapján egy vagy több visszafapcsolási ciklus elvégzésére.

Kutatómunkám során felűlvizsgáltam a már létező kiefeszűltűgű hibautemező, Low-voltage Fault Schedule (LFS) rendszert, amelybe integráltam az SSB visszafapcsoló automatikával elérhető folyamatokat. Az LFS rendszer felűlvizsgálatából és kiterjesztéséből az SSB integrálásával előállt új modellt (System Integration of Smart SwitchBoard model) SiSS modellként vezettem be.

TÉZIS IV.

Új klasszifikációs modellt dolgoztam ki – egy áramszolgáltató munka-, és kiefeszültségű elosztó-hálózati üzemiányítási adatbázisának szabad szöveges adatait felhasználva – a kiefeszültségű elosztó-hálózati múltó jellegű zárlatok topológiai adatbázisának és statisztikájának létrehozására. [HP8, HP5]

A Tézis 4. leírása:

Az áramszolgáltatók a beérkező hibabejelentéseket informatikai rendszerekben rögzítik. Ezekből a bejelentésekből a KIF-üzemiányítók munkautasításokat vagy másképpen munkalapokat vagy szakzsargonnal hibacímeket készítenek. Ezeket a munkalapokat osztják ki a villanyszerelőknak.

Kutatómunkám során az SSB VKA gyakorlati hatásának bizonyítására e munkalapok elemzését végeztem el. A munkalapok nagy száma miatt mintavételezés vált szükségessé. A mintavételi eljárás után manuálisan kiértékelt adatsorok különböző anomáliákat mutattak, melyek a sűrűbb mintavételezést indokolták. Tekintettel arra, hogy ezt manuális úton csak jelentős többlet munkaórával lehetett volna csak elérni, így az eddigi adatokat felhasználva, és a gépi tanulás módszerét alkalmazva bővítettem az egyedszámot.

Az adatlapok klasszifikálására épített modell kialakításához nem volt elegendő az adatlapokon tárolt numerikus és kategórikus változók használata, az egzakt kiértékelés érdekében a szabad szöveges mezőket is fel kellett dolgozni úgy, ahogy az a manuális feldolgozás során is történik. A feladat végrehajtására adatbányászati eszközöket alkalmaztam. Ezen módszerek felhasználásával az alacsony mintavételezésből adódó problémák kezelésére a modell alkalmassá vált.

A kidolgozott klasszifikációs modell keresztvalidálásához N-fold (vagy egyes szakirodalmakban „k-fold”) eljárást alkalmaztam.

TÉZIS V.

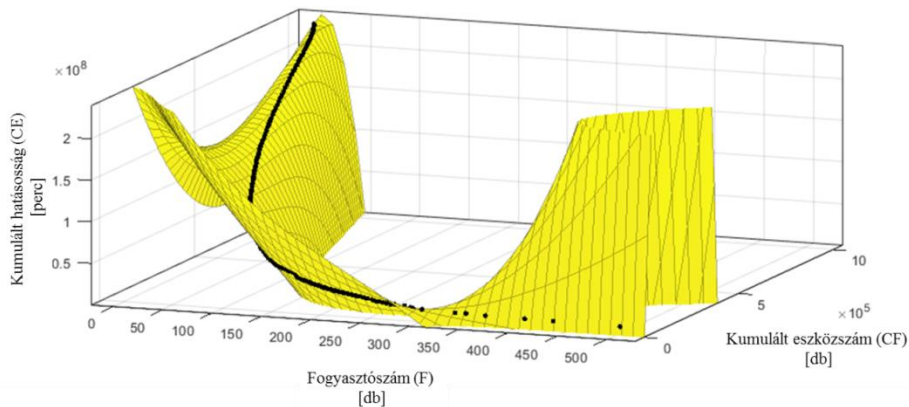
Olyan új eljárást dolgoztam ki, amelynek alkalmazásával megvalósítható a kiefeszültségű elosztóhálózati múló zárlatok kezelésére alkalmas eszközök elhelyezésének optimalizált telepítése. [HP1, HP14, HP13, HP4, HP2]

A Tézis 5. leírása:

A KIF-hálózat nem minden csomópontjára kerül SSB eszköz. Ennek oka, hogy egy (2018. évi értéken számolva) nagyságrendileg ezer euró értékű berendezés minden csomópontba telepítése nem lehet gazdaságos. A hasznosságvizsgálattal ahhoz a gyakorlati döntéshez kívántam segítséget nyújtani, hogy mekkora fogyasztói szám az, amely esetén a berendezést még érdemes lecserélni. Ehhez e feladatra felírtam az összegzett hasznossági függvényt (Cumulative Efficiency – CE). E függvény megmutatja, hogy adott biztosítóhoz tartozó F fogyasztói számnál – és F fölött lecserélve valamennyi biztosítót SSB-re – mekkora SAIDI mutató javulás érhető el.

6 Az eredmények hasznosítási lehetősége

Az alkalmazott klasszifikációs modell alkalmazásával alacsony munkaóra-ráfordítással adott időszakra kimutatható, hogy hány darab, időben milyen hosszú és hány fogyasztót érintő múló jellegű zárlat volt. A CONAM metódus alapján négy lépésben meghatározható az adott hálózat csomópontjainak az eloszlása, azaz egy adott $CE(F)$ döntés alapján a felszerelendő eszközök száma. A módszerek együttes alkalmazásával meghatározható a konkrét hálózatra telepítendő eszközök elhelyezésének szubjektív optimuma.



2. ábra A $CE(F,CF)$ adatpontjai és a polinomos regresszió eredménye (saját ábra)

7 Irodalmi hivatkozások listája

- [1] Teleszkóp Üzleti Tanácsadó és Piackutató Kft.: A villamosenergia-szolgáltatással kapcsolatos felhasználói elégedettség mérésének 2017. évi eredményei (a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal megbízásából), Összefoglaló, 2018. április
- [2] Nemzeti Fejlesztési Minisztérium: Nemzeti Energiastratégia 2030, Budapest, 2012, ISBN 978-963-89328-1-5
- [3] Magyar Szabványügyi Testület: MSZ 1:1993 Szabványos villamos feszültségek, ETO 621.311.1:621.3.015
- [4] Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal, MAVIR Zrt.: A magyar villamosenergia-rendszer (VER) 2016. évi adatai, <http://mekh.hu/a-magyar-villamosenergia-rendszer-ver-2016-evi-adatai> (letöltve: 2018. 10. 10.)
- [5] 24/2007 Magyar Energia Hivatal határozat, C melléklet
- [6] 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról, Értelmező rendelkezések, 3. § (2); <https://net.jogtar.hu/vet>
- [7] 2007. évi LXXXVI. törvény a villamos energiáról, Értelmező rendelkezések, 3. § (9); <https://net.jogtar.hu/vet> (olvasva: 2018. 11. 06.)
- [8] r-projekt.hu: Mi az R?; <http://r-projekt.hu/mi-az-r/> (olvasva: 2018. 11. 05.)

8 Publikációk

8.1 A tézispontokhoz kapcsolódó tudományos közlemények

Tudományos folyóiratcikk

- [HP1] HOLCSIK P., PÁLFI J., NOVOTHNY F., TOMPA M., ČONKA ZS., AVONICULUI, M.: Special decision support methodology for power companies, *POLISH JOURNAL OF MANAGEMENT STUDIES* (2019), ISSN: 2081-7452, *kiadás alatt*
- [HP2] HOLCSIK P., PÁLFI J., ČONKA ZS., AVONICULUI, M.: A System-Theory Approach To The Implementation Of Low-Voltage Smart Switch Boards, *ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA* (2019), Vol. 16, No. 4, pp. 133–151.
- [HP3] HOLCSIK P., POKORÁDI L., PÁLFI J.: Hálózati hiba esetén a végfelhasználói kiesések számának gráfelméleti meghatározása, *HADMÉRNÖK* (2018), XIII. évf., 3. szám, pp. 28–37.
- [HP4] HOLCSIK P., FODOR J.: Az ELMŰ-ÉMÁSZ múltja és jelene, *VILLAMOSMÉRNÖKI TUDOMÁNYOK* (2018), 1. évf., 1. szám, pp. 12-26
- [HP5] PÁLFI J., TOMPA M., HOLCSIK P.: Analysis of the Efficiency of the Recloser Function of LV Smart Switchboards, *ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA* (2017) Vol. 14, No. 2, pp. 131–150.
- [HP6] PÁLFI J., NOVOTHNY F., HOLCSIK P.: A kiefeszültségű villamos elosztóhálózat hibacím ütemező rendszerelméleti megközelítése, *GRADUS* (2017), Vol. 4, No. 1, pp. 219–226.

Konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben

- [HP7] PÁLFI J., HOLCSIK P., POKORÁDI L.: Determination of Customer Number by Matrix Operations in Case of Network Failure, IEEE 12th International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics (SACI 2018), Temesvár, Románia, 2018. 05. 17. – 2018. 05. 19. Temesvár: IEEE Hungary Section; IEEE Romania Section, 2018. pp. 555–560.; ISBN: 978-1-5386-4639-7
- [HP8] HOLCSIK P., TOMPA M.: Electrician Forms' Evaluation using Machine Learning Methods, elektroenergetika-konferencia, Stera Lesna, 2017, pp. 389–394, ISBN 978-80-553-3195-9

- [HP9] PÁLFI J., HOLCSIK P.: New Database and Theoretical Model for Power Distribution Networks, *ELEKTROENERGETIKA* (2017) &: pp. 539–544.
- [HP10] HOLCSIK P.: Improving Quality of Service Indicators in Distribution Network by Applying Modern LV Network Management System, Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics SACI 2016. 412 p. Konferencia helye, ideje: Timisoara, Románia, 2016. 05. 12. – 2016. 05.14. Budapest: IEEE, 2016. pp. 431–436. (ISBN: 978-1-5090-2379-0)
- [HP11] PÁLFI J., TOMPA M., HOLCSIK P.: Intelligens elosztószekrények reclose funkciójának hatása a kiefeszültségű elosztóhálózat üzemi zavari mutatóira, XXXII. Kandó-konferencia: Kandó a tudomány hajóján. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2016. nov. 17., Budapest: Óbudai Egyetem, 2016. pp. 57–58. ISBN: 978-963-7158-07-0
- [HP12] PÁLFI J., HOLCSIK P., TOMPA M.: Network Science Tools applied to Low Voltage Networks, 17th IEEE International Symposium on Computational Intelligence and Informatics (CINTI 2016). 370 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2016. 11. 17. – 2016. 11. 19. Budapest: IEEE Hungary Section, 2016. pp. 41–47. ISBN: 978-1-5090-3908-1
- [HP13] PÁLFI J., HOLCSIK P., TAKÁCS M., MITRIK ZS.: Determination of the fault identification accuracy in LV networks using the Fuzzy method, In: Szakál A. (szerk.) 2016 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics Conference Proceedings: SMC 2016. Budapest, 2016. 10. 09. – 2016. 10. 12. ISBN 978-1-5090-1897-0
- [HP14] HOLCSIK P., PÁLFI J.: SCADA funkciók használata a kiefeszültségű hálózati üzemi irányításban, 10. Jubileumi Óbudai Energetikai Konferencia – Smart Cities. 156 p. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2015. 11. 10. – 2015. 11. 11. Budapest: Óbudai Egyetem, 2015. ISBN: 978-615-5460-57-9

Absztrakt

- [HP15] PÁLFI J., HOLCSIK P., NOVOTHNY F.: Reprezentatív kiefeszültségű elosztóhálózati modell kidolgozása, XXXIII. KANDÓ KONFERENCIA 2017: „Kandó a tudomány hajóján”. Absztrakt kötet. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017. 11. 23., Budapest: Óbudai Egyetem, p. 83. 1 p.

8.2 További tudományos közlemények

Tudományos folyóiratcikk

[HP16] HOLCSIK P., PÁLFI J.: Emergency Situations Management with the Support of Smart Metering, *ACTA POLYTECHNICA HUNGARICA* (2016), Vol. 13, No. 3, pp. 195–206.

Konferenciaközlemény folyóiratban vagy konferenciakötetben

[HP17] MOLNÁR T., PÁLFI J., HOLCSIK P.: Decentralizált villamosenergia termelés napelem-parkkal közcélú hálózaton, XII. Óbudai Energetikai Konferencia. 132 p., Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017. 11. 14. Budapest: Óbudai Egyetem, 2017. pp. 119–131. (ISBN: 978-963-449-062-3)

[HP18] HOLCSIK P., PÁLFI J.: Meghibásodott berendezés beazonosítása a kiefeszültségű elosztóhálózaton, In: Erdélyi Magyar Műszaki Társaság (szerk.), XXVI. Nemzetközi Számítástechnika és Oktatás Konferencia. Konferencia helye, ideje: Kolozsvár, Románia, 2016. 10. 08. Kolozsvár: Erdélyi Magyar Tudományos Társaság, 2016. pp. 124–128.

[HP19] PÁLFI J., HOLCSIK P.: Szinergiák az AD&TE kutatócsoportban, XXXII. Kandó-konferencia: Kandó a tudomány hajóján. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2016. 11. 17. Budapest: Óbudai Egyetem, 2016. pp. 59–60. (ISBN: 978-963-7158-07-0)

Absztrakt

[HP20] MOLNÁR T., PÁLFI J., HOLCSIK P.: Research of a solar panel park's impact connected to a public network in the interest of optimal electricity supply, XXXIII. KANDÓ KONFERENCIA 2017: „Kandó a tudomány hajóján”. Absztrakt kötet. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017. 11. 23. Budapest: Óbudai Egyetem, p. 98. 1 p.

[HP21] PÁLFI J., HOLCSIK P., NOVOTHNY F.: Development of a new fault-localization algorithm for low voltage networks, XXXIII. KANDÓ KONFERENCIA 2017: „Kandó a tudomány hajóján”. Absztrakt kötet. Konferencia helye, ideje: Budapest, Magyarország, 2017. 11. 23. Budapest: Óbudai Egyetem, p. 86. 1 p.