

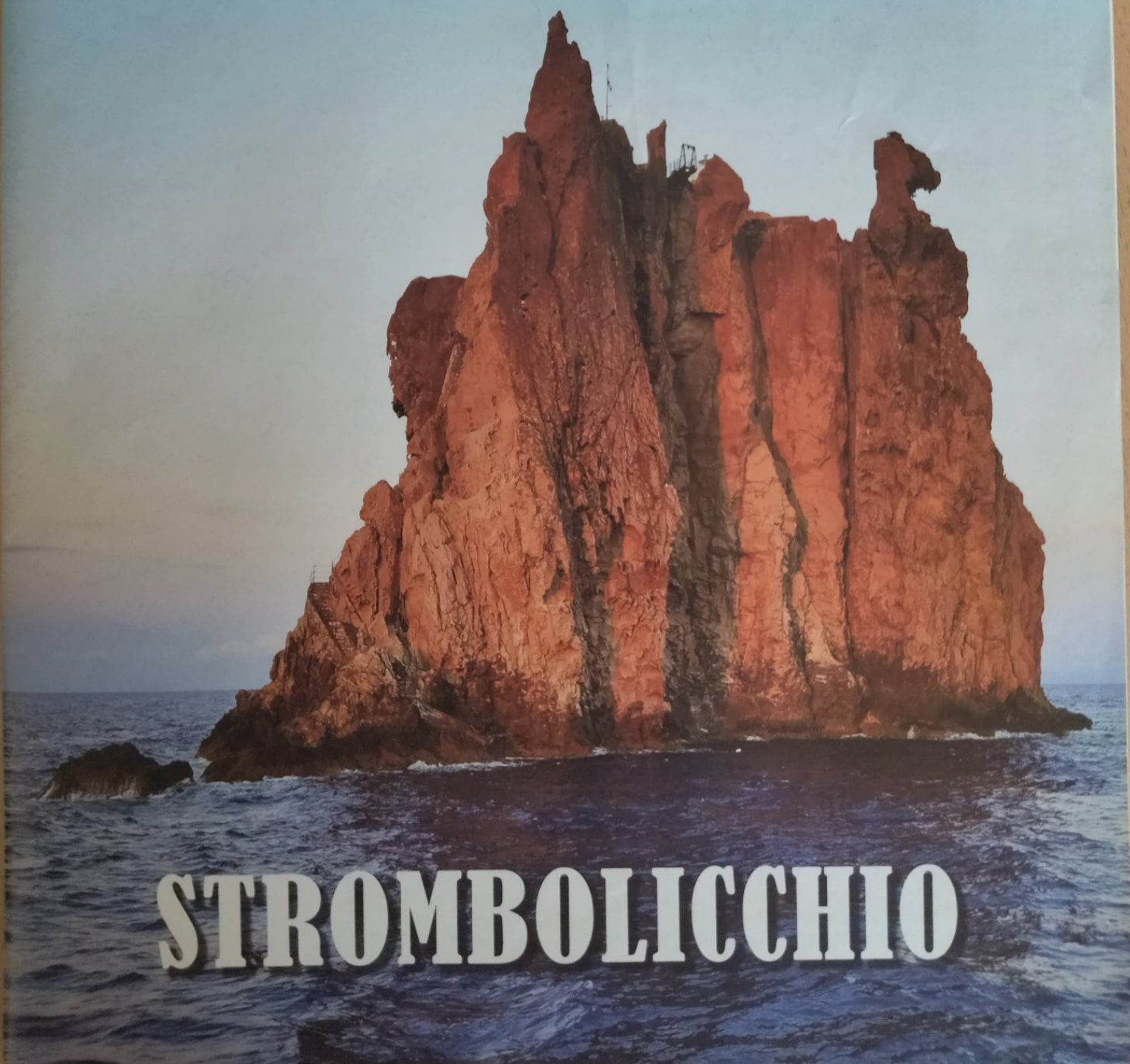
DELFINBÉKE • DUNA-FÜRDŐK • ÓMAGYAR MÁRIA-SIRALOM • DARÁZS-IQ

LXXVII. évfolyam ■ 33. szám ■ 2022. augusztus 19.

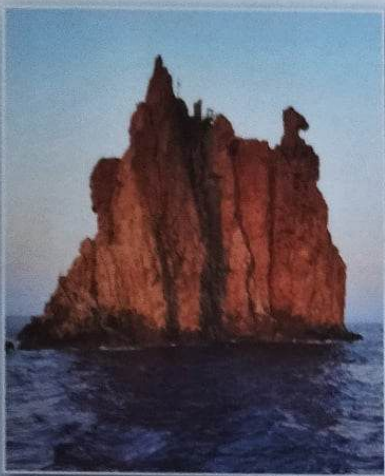
Ára: 500 Ft

Előfizetőknek: 395 Ft

ELET és TUDOMÁNY



STROMBOLICCHIO



Cimlap: Strombolicchio-vulkán
(Potyó Imre felvétele a *Füstölő óriások* közt című cikkhez)

1059 Első kézből

• **INVÁZIÓS SZIPÓKÁSOK
SZÁMBAVÉTELE**



• **BAHAMAI DELFINBÉKE**

Molnár Csaba

• **FŐÚR,
EGY MŰANYAG SZATYOR RENDELI**

Dávid Tibor

1062 A 100 éve felfedezett Ómagyar Mária-síralom
**ÚJ MEGKÖZELÍTÉSEK
NYELVEMLÉKÜNKHÖZ**

Balázs Géza

1064 Nyelv és élet

AZONNALOS

Zimányi Árpád

1065 A budapesti Duna-fürdők
újraélesztésének lehetőségei



SZABAD VIZEKEN, KORLÁTOK KÖZÖTT

Sághegyi Adél Laura

1069 Beszélő képek

FÜSTÖLGŐ ÓRIÁSOK KÖZT

Potyó Imre, Farkas Alexandra

1071 Térképek a múltból

**A BÁBOLNAI MÉNESBIRTOK
AGROGEOLÓGIÁJA**

Babinszki Edit

1076 Intelligens funkcióval a fenntarthatóságért



A JÖVŐ ELEKTROMOS HÁLÓZATA

Békési Gergő Bendegúz

1080 LogIQs

1081 Adatok és tények

PÉCS, A DUNÁNTÚL

LEGNAGYOBB VÁROSA

Berkéné Molnár Andrea

1082 Agyi aktualitások

A TESTHŐMÉRSÉKLET

SZABÁLYOZÁSÁNAK EVOLÚCIÓJA

Reichardt Richárd

1084 ÉT-Etológia



A PAPIRDARAZSAK IS ÉRTIK

A AZONOS ÉS KÜLÖNBÖZŐ

KONCEPCIÓJÁT

Pongrácz Péter

1085 KERESZTREJTUVÉNY

Schmidt János



1086 ÉT-IRÁNYTŰ

Bánsághy Nóra

1055 A hátlapon

HALLOYSIT

Kupi László

Kedves Olvasónk!

A Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT) és testvérlapunk, a *Természet Világa* harmincketedik alkalommal hirdeti meg *Természet-Tudomány Diákpályázatát* középiskolások számára. A diák-cikkpályázaton indulhat bármely középiskolai iskolában a 2022/2023-as tanévben tanuló vagy végző diák, határainkon belülről és túlról. A pályázatot elektronikusan kell feltölteni a *Természet Világa* termvil.hu honlapjára. A pályázat benyújtásának további formai követelményei és tudnivalói a honlapon megtalálhatók. A pályaművek benyújtásának határideje 2023. január 31.

A diákpályázat célja, hogy az ismeretterjesztő pályaművek tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos stílusban készüljenek, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek.

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK:

- Körforgásos gazdálkodás, hulladékgazdálkodás, fenntartható fejlődés

- Természettudományos múltunk felkutatása
- A kultúra egysége
- Önálló kutatások, elméleti összegzések
- Matematika, informatika és applikáció-innováció
- Egészségtudomány

Választható műfajok mind az öt kategóriában:

- Ismeretterjesztő, olvasmányos formában megírt cikk vagy esszé
- Ismeretterjesztő interjú
- Ismeretterjesztő fotósorozat.

A *Természet Világa* szerkesztősége 2022 novemberében, a Tudományünnep rendezvénysorozat keretében, egy később meghirdetendő időpontban konzultációs alkalmat fog biztosítani a sikeres pályázatírási érdekében.

A díjazásról, a díjak esetleges megosztásáról a zsűri a bírálati folyamat során dönt. A pályázat alapvetően egyéni alkotói felhívás, ezért többszerzős pályamunkák esetén a díjak és egyéb juttatások megosztanak a társzerzők között.

A díjátadásra 2023 tavaszán, diákkonferencia keretében kerül majd sor.

Eredményes pályázást kívánunk!

A SZERKESZTŐSÉG

INTELLIGENS FUNKCIOVAL A FENNTARTHATÓSÁGÉRT

A JÖVŐ ELEKTROMOS HÁLÓZATA

A fenntartható fejlődés, valamint a természeti erőforrások környezettudatos és gazdaságos felhasználása is központi témája a XXI. századnak, de ugyanez elmondható az adattudományról is. Az ebben a cikkben bemutatott kutatás az első és második téma problémáira nyújthat megoldást a harmadik téma fegyvertárának egy villamosmérnöki-informatikai határterületen való felhasználásával. E kutatás egyik kiemelkedő célja a háztartási méretű kiserőművek elterjedésének segítése érdekében, egy a jövő kihívásainak megfelelő, okos megoldásokkal felszerelt, innovatív, rugalmas és modern hálózat megalkotása.



Az írás a BME – Pro Progressio Alapítvány –
Élet és Tudomány 2022. évi cikkpályázatára
készült.

Magyarországon az energiaszektor teszi ki a legnagyobb részét az ország teljes CO₂-kibocsátásának. Többek között ezért tűzte ki célul Magyarország 2019-ben a Nemzeti Energia- és Klímatervben, hogy a 2016-os, nem egészen 680 MW-ról 2030-ra 6500 MW-ra bővíti napelemes kapacitásait. Alapvetően e bővítés egyik pillére a nagy méretű naperőművek, a másik pedig a háztartási méretű kiserőművek létesítése. Utóbbi esetén kockázatot jelenthet, hogy a hálózat túlterheltté válik. Eppen ezért új telepítésnél és a meglévő rendszer bővítésénél is szükséges a benyújtott igény vizsgálata. Az elbíráló elosztóhálózati engedélyes döntését nehezíti, hogy lakossági szinten nem állnak rendelkezésre valós idejű mérések, így csupán a fogyasztási adatokból képes következtetni a hálózat állapotára. Emiatt sokszor előfordulhat, hogy nem adhatja meg az engedélyt egy napelemes rendszer telepítésére, mivel az adathiány miatt nem tud meggyőződni afelől, hogy a rendszer biztonságosan elbírja-e az új létesítményt. Így e probléma megoldása a fenntarthatóság szempontjából kiemelkedően fontos, hiszen számos esetben több új napelem telepítését tenné lehetővé, csökkentve ezzel a környezetre károsabb fosszilis energiahordozók felhasználásának részarányát.

Villamosenergia-(ér)rendszer

A probléma, miszerint az elosztóhálózat befogadó kapacitása véges, jól szemléltethető egy analógiával. A villamosenergia-rendszereket több tíz évvel ezelőtt úgy tervezték meg, hogy az energia az erőművektől a nagyfeszültségű távvezetéseken áramlik a közép- és kislefeszültségű elosztóhálózat felé, ahol a fogyasztói igényeket kell kielégíteni. Ilyen módon úgy lehet gondolni az erőműre, mint az emberi szívre. Ugyanis ez az artérián, azaz a távvezetéken keresztül pumpálja a vért, azaz az energiát a hajszálérhálózat, vagyis az elosztóhálózat felé. Így jut el a vér a szívtől a szervekig, az energia az erőművektől a fogyasztókig.

Tulajdonképpen egy háztartási méretű kiserőmű telepítésénél annak a veszélye áll fenn, hogy ez az áramlás megfordul és az artéria felé kezd el mozogni a vér. Ezért kell



A háztartási méretű kiserőművek integrációja egy rendszerszintű kihívás

(FORRÁS: BUSINESS-STANDARD.COM)

alaposan megvizsgálni minden csatlakozási kérelmet és természetesen a jó mérnök mindig a biztonság irányába tér el, ha nem áll minden információ a rendelkezésére. Így egy olyan intelligens funkció, amely több információt bocsát a hálózati engedélyes mérnök rendelkezésére, nagy fegyvertény.

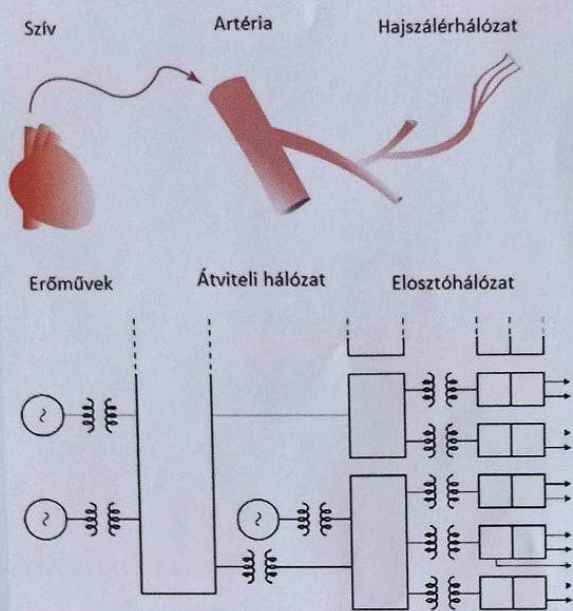
A csomópontokból és a rajtuk értelmezett összeköttetésekből álló gráfokat jól ismerjük középiskolai tanulmányainkból. Egy gimnazista esetében elősegítik a rendszerezés képességének és a kombinatív logikus gondolkodás készségének fejlődését, esetünkben pedig alkalmasak a villamosenergia-rendszer egy részének leírására.

Az elosztóhálózatok tehát tökéletesen leképezhetők gráfokkal. E gráfok esetében a csúcsok az egyes sínek, ahol kíváncsiak vagyunk a rendszer állapotára. Villamosenergia-rendszerek esetében a gyűjtősínekre csatlakoznak a fogyasztók, valamint a termelők, amelyek alapvetően meghatározzák a teljes struktúra működését. A hálózathoz ők vesznek ki, vagy táplálnak be teljesítményt a gráf csúcsainál, a síneknél. A gráf élei a vezetékek, kábelek, amelyeken mérni tudunk bizonyos mennyiségeket, vagy pszeudomérést generálni hozzájuk, neurális hálókval. Ezek a mért mennyiségek általában az áramló hatásos és meddő teljesítmények. Az állapotváltozók pedig az egyes síneken megjelenő feszültségek és terhelési szögek. Emiatt kell

igazán nagy hangsúlyt fektetni az állapotbecslésre, ugyanis valós rendszerek esetében különböző műszaki megfontolások miatt nem ezeket szokás mérni. Valamilyen módon számítani, meghatározni, becsülni kell őket, ehhez használunk állapotbecslő algoritmust.

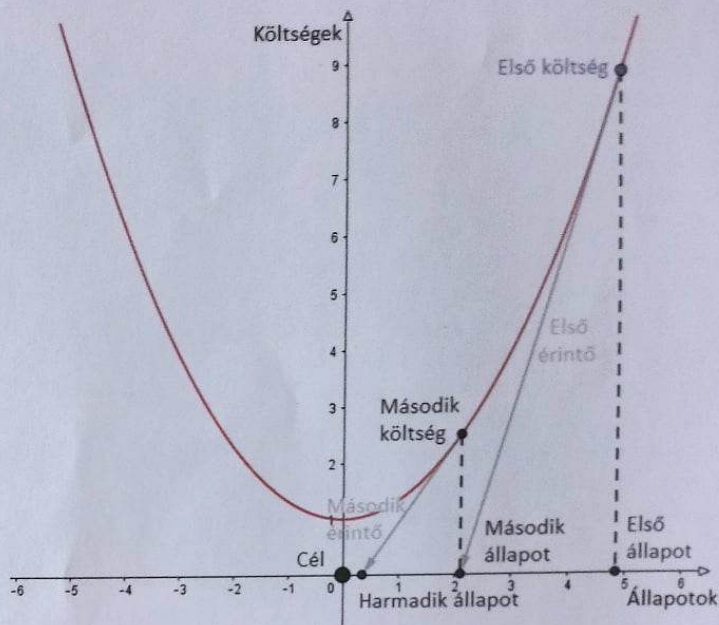
Newton, Gauss és az állapotbecslés

Több opció is felmerülhet a megfelelő állapotbecslő algoritmus kiválasztásával kapcsolatban. A két legnagyobb népszerűséget élvező módszer a Newton-, illetve a Gauss–Newton-féle. Előbbi elgondolás könnyebben megérthető az egyszerű szemléltethetőség miatt. Az elosztóhálózati állapotbecslés igazából egy nemlineáris minimalizálás. Ismert és ismeretlen mennyiségeket tartalmazó kifejezések minimumát keressük, hiszen a mért mennyiségek becslés szerinti értékét fejezzük ki a becsült mennyiségek segítségével és a mért, valamint a kifejezett mennyiségek egymástól való eltérésének négyzetösszegét minimalizáljuk. Ez tulajdonképpen egy költségfüggvény minimalizálását jelenti. A Newton-módszer egyszerűen végzi ezt el. Mindig megvizsgálja, hogy az aktuális állapothoz tartozó költség érintőegyenese hol vesz fel zérus értéket és azt választja új állapotnak. Ezt szemlélteti egyváltozós esetben a következő oldalon látható grafikon.



Az erőműveknek az emberi szív, az átviteli hálózatnak az artéria, az elosztóhálózatnak a hajszálérhálózat feleltethető meg

(FORRÁS: CK12.ORG; BME VILLAMOSMŰVEK TANSZÉK – VILLAMOS ENERGETIKA)



Az első állapothoz tartozó első költségből húzott érintő mentén lehet eljutni a második állapotba. Innen a hozzá tartozó második költséget kiszámolva húzható érintő a harmadik állapot meghatározásához. Így közelít az algoritmus folyamatosan a cél, azaz a költségminimumot jelentő állapot felé.

A Gauss–Newton-módszer is hasonló, ott is fontos szerepet játszik a költségfüggvény linearizálása. A kutatási eredmények azt mutatják, hogy ezt célszerűbb használni, mivel nem köti meg az alkalmazható ismert adatok számát, ráadásul az ezek pontossága szerinti súlyozást is lehetővé teszi. A kiindulási pont egy olyan rendszert leíró, nemlineáris vektoregyenlet, amelynek egyik oldalán a mért vagy a pszeudomérés által generált adatok vektora szerepel, a másik oldalán pedig egy olyan kifejezés, amely függ az állapotváltozók vektorától. Ez utóbbit az állapotváltozók vektora szerint deriválva kapható egy Jacobi-mátrix, amely az egyes állapotváltozók differenciálisan kicsiny megváltozásának érzékenységről hordoz információt. Az eddig tárgyalt kifejezések és egy diagonális, adatpontoság szerinti súlyozást lehetővé tevő mátrix segítségével már kiszámítható egy korrigálóvektor, amellyel így ciklikusan javítható a becslés. Ezzel jobb kép kapható a rendszer állapotáról, így az elosztóhálózati engedélyes meg tud győződni afelől, hogy a rendszer elbírná-e az új háztartási méretű kiserőmű csatlakozását. Így teljesülhet a napelemes beruházás megvalósulásának igénye és létrejöhet a tiszta energia-termelés, ami környezetvédelmi érték.

Potenciális felhasználók

Magyarországon a cikk megírásának pillanatában, 2022 tavaszán hat elosztói engedélyes található. Ezek az ELMŰ Hálózati Kft., az E.ON Dél-dunántúli Áramhálózati Zrt., az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt., az MVM Démász Áramhálózati Kft., az MVMÉMász Áramhálózati Kft. és az OPUS TITÁSZ Áramhálózati Zrt. E korszerű és innovatív technológia használatához ezeknek a szereplőknek gazdasági érdekük is fűződik, hiszen a Nemzeti Energia- és

Klímatervben lefektetett vállalások miatt a megújuló energiaforrások integrálása nem csupán lehetőség, hanem kötelesség is. Az integráláshoz pedig elengedhetetlen, hogy jobb képet kapjon az üzemeltető a hálózatról, ami lényegesen kisebb költséggráfordítással jár, mint minden érintett területen nagyobb keresztmetszetű vezetékekre cserélni az aktuálisakat.

Természetesen a hálózatfejlesztésre is szükséges megfelelő erőforrásokatallokálni, azonban jelentős költségek takaríthatók meg, ha csupán

Magyarországon hat elosztói engedélyes található
(FORRÁS: EON.HU)



a ténylegesen szükséges eszközök kerülnek beépítésre a hálózatba. Ennek is létezik környezetvédelmi vonatkozása, hiszen ha nem használnánk ki az olyan innovatív megoldásokat, mint az állapotbecslő funkció, akkor a rengeteg új vezeték, kábel, transzformátor és további berendezés gyártása jelentős plusz hulladék keletkezésével járna. Ebből pedig az következne, hogy egy napelemes beruházás életciklus-elemzéssel vizsgálva, már kevésbé lenne zöld beruházás. Jelenleg próbaprojekt keretében a felsorolt potenciális felhasználók közül az E.ON Észak-dunántúli Áramhálózati Zrt. foglalkozik elosztóhálózati állapotbecsléssel. Az MTA-BME Lendület FASTER Kutatócsoporthoz kapcsolódó kutatásomhoz ők biztosítottak elosztóhálózati adatokat.

Hol tart a kutatás?

A téma vizsgálata több lépcsőből áll. Elsőként 2020-ban TDK, 2021-ben pedig OTDK I. helyezett munkám keretében szimulációkat végeztem a *Neplan*, illetve a *DIGSILENT PowerFactory* szoftver segítségével. Az elosztóhálózatok szempontjából releváns szerkezeteket szimuláltam. Olyan hálózatokat modelleztem, amelyek már több hazai és nemzetközi munkában is referenciaként szerepeltek. Vizsgáltam, hogy az itt kiszámított teljesítményáramlás-futtatások teljesítményadataiból milyen pontossággal képes a program meghatározni az állapotváltozókat. Kitértem az algoritmusnak a határozatlanságra és rendszerméretre való érzékenységére is. Ehhez olyan hálózatokon végeztem szimulációkat, mint az IEEE Európai Kisfeszültségű Teszthálózata, a CIGRÉ vagy az európai Közös Kutatóközpont hálózata. Az elkészült szoftver automatizált futtatást és gördülékeny adatfeldolgozást tesz lehetővé.

Ezt követően az MTA-BME Lendület FASTER Kutatócsoporttal együttműködve a 2021-es TDK-munkámban egy új platformon, a *Python PandaPower* könyvtárának segítségével fejlesztettem tovább az elosztóhálózati állapotbecslő algoritmust úgy, hogy az többféle valós hálózaton is képes legyen hatékony működésre. A magyarországi tesztek előtt,

a hatékonyság vizsgálatának céljából a szlovén Besnica hálózatán teszteltem a szoftvert. Foglalkoztam a pontosság hálózatomérettől, terheléstől és mérési vagy éppen pszeudomérési bizonytalanságtól való függésével. A bizonytalanságot Gauss-szórás beállításával szimuláltam, míg az egyes terhelési állapotokat valós állapotokból állítottam elő állandókkal való szorzások segítségével. Az egyes feszültségamplitúdó-becslések relatív hibái is kecsesek voltak, illetve a terhelési szögek hibái sem voltak elfogadhatatlan értékűek, de ezeknél mindenképpen szükségesnek bizonyult korrekció alkalmazása. Az ehhez szükséges korrekciós eljárást Balatonakali, Balaton-szepezd és Győr transzformátorkörzetein demonstráltam 52 hét adatait felhasználva, abból a szemléletes eseteket kiemelve. Ezt megelőzően még foglalkoztam egyszerű és összetett fogyasztói modellekkel, valamint eltérő hálózatleképezési módszerekkel is. Így kitértem az egyes fogyasztók időben és térben való különböző homogén és inhomogén eseteire, valamint a teljesen manuális és pontos, illetve különböző automatizált közelítő leképezésekre. Bár elosztóhálózatok esetén kevés mérőberendezés áll rendelkezésre, de azokat célszerű optimálisan elhelyezni. Fejlesztett szoftveremet kiegészítettem úgy, hogy az nagy, 70-100 sínből álló hálózatok esetén két jól elhelyezett mérő eredményét és pszeudomérési adatokat felhasználva, képes legyen feszültségamplitúdók esetében 1 százaléknál pontosabb, terhelési szögek esetén 5 százaléknál pontosabb becslést adni. Egyúttal a jó elhelyezések meghatározására is alkalmas a szoftver.

Továbbá a PandaPower könyvtár belső működését módosítva olyan funkciót valósítottam meg, amely képes a környezet belső működését megfigyelni és ezáltal lépéshossz-korrekciót lehetővé tenni. További kutatásaim során ezt is szeretném vizsgálni. Ezenkívül a különböző korrekciós technikák kidolgozásában és az optimális mérőelhelyezés megtalálásában szeretnék a jövőben neurális hálókra is támaszkodni.

BÉKÉSI GERGŐ BENDEGÚZ
BME Villamosmérnöki
és Informatikai Kar,
Villamos Energetika Tanszék

MB | MAGYAR
BRANDS
2021



A MAGYAR MÁRKA ÉRTÉK