Fakulta elektrotechniky a informatiky STU participuje na významnom projekte z oblasti smart energetiky

STU FEI

Abstrakt

Slovenská republika ako súčasť Európskej únie (EÚ) je povinná akceptovať európske legislatívne dokumenty a plniť príslušné záväzky a dohody. Krajiny EÚ sú vo veľkej miere závislé na dovoze primárnych zdrojov energie z politicko-ekonomicky nestabilných regiónov. Navyše vo viacerých krajinách má energetika a priemysel nie zrovna ekologický charakter, preto prišlo v pomerne nedávnom období z prostredia európskej komisie (EK) k zásadnej reforme energetickej politiky. Táto reforma spočíva v zvýšení podielu obnoviteľných zdrojov v rámci „energetického mixu", v zvyšovaní energetickej efektívnosti v súkromnom a verejnom sektore (zateplenie budov, úspornejšie osvetlenie a pod.) a v zavádzaní tzv. inteligentných sietí. Tieto riešenia síce na jednej strane prinášajú očakávaný efekt, no prinášajú celý rad problémov, ktoré treba riešiť. Projekt „Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa", ďalej len CE2, si kladie za cieľ v nadväznosti na niektoré ambiciózne ciele Európskej komisie prinášať riešenia. Napr. pripraviť slovenský energetický sektor na nové výzvy plynúce z aktuálnych európskych smerníc v týchto oblastiach, priniesť nové pohľady na matematicko-fyzikálne modely inteligentných sietí, resp. vytvoriť simulačné prostredia pre širokú verejnosť, ktoré by poskytovali užívateľom technicky a ekonomicky si namodelovať „svoj mikrogrid". Tento príspevok je venovaný doterajším výsledkom riešenia projektu, ktoré boli dosiahnuté na FEI STU.

Úvod

Aktivity EÚ v oblasti zelenšej energetiky siahajú do obdobia okolo roku 2000, kedy boli zverejnené dokumenty s názvom ***Zelená kniha EÚ o obnoviteľných zdrojoch energie a Energia pre budúcnosť: Obnoviteľné zdroje energie – Biela kniha pre stratégiu a akčný plán spoločenstva.***

Spoločným menovateľom týchto dokumentov sú novo definované ciele v rámci energetickej politiky, ktoré by sa mali vo výsledku odzrkadliť v konkurencieschopnejšej a zároveň ekologickejšej celoeurópskej energetike. Nástroje na dosiahnutie vytýčených cieľov sú jednak politického (liberalizácia energetiky, vnútorný trh, jednotný postup v energetických otázkach) ako aj čisto technického charakteru (diverzifikácia energetických zdrojov, masívnejšie zavádzanie obnoviteľných zdrojov energie (OZE), nízkouhlíková energetika, energetická efektívnosť a pod.).

Hlavným nástrojom komisie pre dosahovanie tohto ambiciózneho cieľa sa stal viacročný program akcií v oblasti energetiky ***Inteligentná energia – Európa.*** Tieto zámery dostali postupne v priebehu posledných 20. rokov reálnu podobu v sérii vydaných Smerníc Európskeho parlamentu. Dodajme, že tieto smernice sú pre jednotlivé štáty záväzné, pričom voľba konkrétnych metód na dosiahnutie cieľov, rešpektujúc národné špecifiká, je ponechaná na príslušné vnútroštátne orgány. Napĺňanie záväzkov v oblasti vedy a výskumu zabezpečujú rámcové programy EÚ. V štrukturálnej politike, teda v realizačnej fáze, sú to aj u nás dostupné štrukturálne fondy EÚ [1, 2] . Vďaka týmto nástrojom, v nadväznosti na vyššie uvedené ciele, sa v uplynulom období realizoval celý rad výskumných projektov a konkrétnych opatrení. V rámci realizačných projektov prišlo napr. v nadväznosti na Smernicu Európskeho parlamentu a rady č. 2001/77/ES o podpore elektriny vyrobenej z OZE na vnútornom trhu s elektrinou [3] na Slovensku k rozsiahlemu budovaniu fotovoltických elektrární a bioplynových staníc. Z novších aktivít spomeňme iniciatívu ***Čistá energia pre všetkých Európanov.*** Je to balík ôsmich legislatívnych aktov, ktorými sa EÚ zaviazala znížiť emisie CO_2 do roku 2030 najmenej o 40 % a zároveň modernizovať hospodárstvo EÚ a zabezpečiť rast a pracovné miesta pre všetkých európskych občanov. Ako identifikuje EÚ, sektor budov je v Európe najväčším spotrebiteľom energie, pričom takmer 75 % je energeticky neefektívnych a dá sa očakávať, že 80 % z nich bude v užívaní aj o 50. rokov. Prijímané opatrenia na európskej aj národnej úrovni sú zamerané na to, aby sa do roku 2050 dosiahol dlhodobý cieľ týkajúci sa zníženia emisií skleníkových plynov a dekarbonizácie fondu budov, ktorý je zodpovedný za 36 % všetkých emisií CO_2 v Únii.

Ďalším zaujímavým segmentom je oblasť energetickej efektívnosti v sektore budov. Táto problematika bola implementovaná do smernice Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/844 z 30. mája 2018, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, ktorá bola transponovaná do právneho systému Slovenskej republiky zákonom č. 378/2019 Z. z [4, 5]. Z vyššie uvedeného možno predpokladať, že aktivity smerujúce k zvyšovaniu energetickej efektívnosti verejných budov, ako aj malých a stredných podnikov, budú finančne podporované z európskych nástrojov (štrukturálne fondy) aj naďalej, t.j. v novom programovom období EÚ.

Tieto aktivity, ako aj ďalšie nespomenuté (napr. podpora používania biopalív, podpora kogenerácie založenej na dopyte po využiteľnom teple, atď) majú spoločného menovateľa a tým je potreba diverzifikácie energetických zdrojov vzhľadom na rastúcu závislosť na Rusku (zemný plyn) a Blízkom východe (ropa), s čím úzko súvisí aj synergický ekologický efekt (zníženie produkcie skleníkových plynov).

Výskumné aktivity FEI STU v oblasti OZE a SMART energetiky

Voľba konkrétnych krokov pri napĺňaní cieľov, ktoré sú definované v príslušnej smernici, je ponechaná na národné kompetencie. Dodajme, že napr. masívnejšie zavádzanie výroby zo zdrojov OZE v rámci napĺňania cieľa 14 % podielu OZE na koncovej spotrebe energií v roku 2020, prinášalo nové problémy v podobe ohrozenia stability elektrizačnej sústavy a k tomu prináležiace nové výskumno-vývojové výzvy.

Výskumné aktivity v jednotlivých krajinách v oblasti energetiky (v nadväznosti na aktuálne technické výzvy súvisiace s implementáciou príslušnej smernice) sú financované prostredníctvom tzv. Rámcových programov EÚ pre výskum a technický rozvoj. Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI) Slovenskej technickej univerzity (STU), najmä vďaka Ústavu elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky (ÚEAE), patrí spomedzi slovenských univerzít medzi lídrov v počte riešených projektov tohto typu, a teda významným spôsobom participuje na procese Inteligentná Európa.

V uplynulej „desaťročnici" boli na FEI STU v kooperácii s vedeckými inštitúciami, napr. SAV, a priemyselnými partnermi riešené nasledujúce projekty: Národné centrum pre výskum a aplikácie obnoviteľných zdrojov energie, Dobudovanie Národného centra pre výskum a aplikácie obnoviteľných zdrojov energie, Veterno-solárny elektrický akumulačný systém, Zvyšovanie energetickej bezpečnosti SR, Kompetenčné centrum pre nové materiály, pokročilé technológie a energetiku, Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov a Efektívne riadenie výroby a spotreby energie z obnoviteľných zdrojov [6].

Výsledkom týchto aktivít bolo, okrem knižných, karentovaných, vedeckých a odborných publikácií, zrealizovanie experimentálnych zariadení (napr. sústava poprepájaných OZE zdrojov v priestoroch Laboratórií vysokých napätí v Bratislave v mestskej časti Trnávka tvoriaca mikrogrid), obstaranie unikátnej prístrojovej techniky a softvérov, vznik patentov, úžitkových vzorov, ale aj skvalitnenie pedagogického procesu aplikovaním najaktuálnejších poznatkov z danej oblasti.

Obr. 1. Jedno z miest realizácie výskumných aktivít projektu CE2 - vysunuté pracovisko FEI STU, LVN Trnávka. Umiestnenie „pútača" riešeného projektu.

CE2 v kontexte európskej smernice

Projekt CE2 je úzko prepojený na nosnú znalostnú oblasť „Energetika", pričom jeho riešiteľmi sú 4 renomované inštitúcie. Nadnárodná: Atos IT Solutions and Services, s.r.o., výskumné: Slovenská technická univerzita v Bratislave (STU) a Ústav materiálov a mechaniky strojov Slovenskej akadémie vied (ÚMMS SAV) a podnikateľský subjekt Sféra, a.s. Projekt CE2 je pokračovaním projektu „Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov (CE1)", ktorý bol riešený v rokoch 2014 – 2015 [7].

V rámci projektu sú realizované výskumné aktivity a inteligentné riešenia reagujúce na súčasné trendy a na požiadavky Smernice európskeho parlamentu a rady 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov a potreby zaistenia dostupnej, bezporuchovej, kvalitnej a manažovateľnej energie využívajúce nové energetické technológie. Riešenie projektu sleduje nasledujúce tematické línie:

- Priemyselný výskum v oblasti ekonomického modelovania energetických sústav,
- experimentálny vývoj ekonomického modelu efektivity mikrosiete,
- nezávislý výskum a vývoj v oblasti modelovania a simulácie lokálnych energetických sústav v priemysle (mikrosietí) a ich vplyvu na ostatnú elektrizačnú sústavu,
- nezávislý výskum a vývoj v oblasti získavania a spracovania dát z experimentálnej modelovej prevádzky multifunkčnej laboratórnej mikrosiete,
- priemyselný výskum v oblasti optimalizácie dátových štruktúr prvkov elektrizačnej sústavy pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí /mikrosietí,
- experimentálny vývoj v oblasti vývoja nástrojov pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí.

Predkladané aktivity projektu napĺňajú súčasne aj ciele programu Horizont 2020 zaangažovaním žiadateľa a partnerov projektu a ich excelentných výskumných pracovísk na riešení výskumu, ktorého výstupom bude inovovaný spôsob výroby, skladovania a obchodovania elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov energií vrátane monitorovania tohto systému, a to s pridanou hodnotou zvyšujúcou konkurencieschopnosť v európskom hospodárskom priestore. Významný je aj medzinárodný presah projektu, ktorý spočíva v angažovaní tímov špičkových zahraničných výskumníkov (Španielsko, Holandsko).

Výskumné aktivity CE2 v oblasti mikrosietí

Mikrosiete, resp. mikrogridy (microgridy), predstavujú lokálne energetické siete, ktoré sú schopné autonómnej prevádzky, ale zvládajú aj napojenie na väčšiu sieť, napr. štandardnú elektrizačnú sústavu. Keďže častokrát v koncepte mikrosiete nachádzajú svoje miesto aj OZE zdroje s nepredikovateľným charakterom produkcie (fotovoltika), pre dokonalý manažment výroby, spotreby a akumulácie elektrickej energie ako aj „sfázovavania" s konvenčnou energetickou sieťou, je výhodné využitie poznatkov z konceptu umelej inteligencie. Výskumné aktivity v oblasti mikrosietí sú v súlade so stratégiou Európskej únie na zlepšenie ekono-

Obr. 2. Ilustračný obrázok znázorňujúci jeden z mnohých možných variantov tzv. mikrogridu

mickej situácie s názvom „Europe 2020: European strategy for smart, sustainable and inclusive growth", pričom sa od postupného zavádzania mikrosietí očakáva dekarbonizácia energetiky a vyššia miera energetickej sebestačnosti [8].

Výskumní partneri projektu CE2 t.j. FEI STU a ÚMMS SAV disponujú unikátnou zostavou zdrojov OZE - mikrogidom s akumulačnými prvkami a príslušným riadiacim softvérom s možnosťou dlhodobého záznamu dát o výrobe a spotrebe v rámci systému. ÚEAE FEI STU v LVN disponuje ***unikátnou vhodne prepojenou zostavou energetických zdrojov a komponentov*** (fotovoltika, tepelné čerpadlo, solárny koncentrátor, bioplynová stanica, kogeneračná jednotka, veterná turbína a akumulačné prvky s príslušným riadiacim systémom). Podobne, aj ÚMMS SAV disponuje unikátnou zostavou zdrojov OZE (FV elektráreň, geotermálny vrt) a zariadeniami pre akumuláciu energie s príslušným softvérovým vybavením.

V oboch prípadoch je úlohou FEI STU a ÚMMS SAV v rámci projektu ***monitorovať efektivitu získavania a používania energie z OZE*** v období počas riešenia projektu v danej lokalite, poskytovať získané údaje pre tvorbu optimalizačných modelov pre ostatných riešiteľov projektu, verifikovať vytvorené modely v reálnej experimentálnej prevádzke laboratória, prípadne v experimentálnej prevádzke simulovať niektoré extrémne stavy, ktoré by mohli v reálnej prevádzke nastať. Súčasťou mikrogridu na Trnávke je aj laboratórium smart meteringu. STU má v rámci projektu v kompetencii riešiť aj oblasť ***Modelovanie a simulácia lokálnych energetických sústav.*** Cieľom je zostaviť počítačový model inteligentnej siete (vrátane rôznych energetických zdrojov, vedení, záťaží, meracích a regulačných prvkov) a návrh opatrení na predchádzanie nepriaznivých stavov v sieti aplikovaním vhodných inteligentných meracích a riadiacich systémov.

Získané experimentálne dáta sú sprístupnené všetkým riešiteľom projektu na verifikáciu simulácií pre mikrosiete, tvorbu databáz, modelov a ďalšie projektové aktivity. Priemyselný partner, spoločnosť Sféra, a.s., má za úlohu optimalizovať dátové štruktúry prvkov elektrizačnej sústavy pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí/mikrosietí, ako aj vývoj nástrojov pre modelovanie a simuláciu inteligentných sietí/mikrosietí.

Vďaka projektu CE2 došlo v LVN na Trnávke k dovybaveniu laboratórií novými experimentálnymi zariadeniami (tepelné čerpadlo vzduch – voda, systém pre akumuláciu energie) ako aj spotrebnými zariadeniami (nakladač, kosačka), ktoré sú potrebné na experimentálnu činnosť s bioplynovou stanicou, ktorá bude v rámci projektu tiež zmodernizovaná.

Dovybavenie laboratórií obstaranými obslužnými zariadeniami vytvára prepodklady pre sfunkčnenie a zefektívnenie experimentov na bioplynovej stanici a tým aj „obohatenie" mikrogridu o ďalší OZE zdroj.

Dosiahnuté výsledky

Výskumné tímy STU ako aj partnerov pracujú na napĺňaní tzv. míľnikov projektu, t.j. tematických celkov, ktoré komplexne pokrývajú zvolené oblasti výskumu vyplývajúce z už spomenutej Smernice európskeho parlamentu a rady 2018/2001 z 11. decembra 2018 [9].

Tím pracovníkov z STU má za úlohu výskum v tematickej oblasti s názvom ***Modelovanie a simulácie lokálnych energetických sústav.*** Parciálnymi výstupmi tejto činnosti by mal byť:

- Výskum matematického modelovania energetických komponentov v lokálnych energetických sústavách,
- návrh a realizácia konkrétneho simulačného modelu mikrosiete v špičkovom energetickom simulačnom prostredí (bude riešené obstaraným softvérom),
- výskum univerzálneho simulačného modelu mikrosiete použitím metód UI a v projekte vytvoreného kybernetického modelu mikrosiete,
- analýza správania sa mikrosiete v núdzových situáciách.

V čase publikovania tohto príspevku sa podarilo, vďaka úspešnému VO, obstarať

Obr. 3. Sústava unikátnych energetických zdrojov v LVN na Trnávke (Bratislava)
a) bioplynová stanica, b) solárny koncentrátor, c) fotovoltické panely a veterná turbína.

Obr. 4. Obstarané tepelné čerpadlo vzduch – voda, ktoré bude súčasťou mikrogridu.

Efektivitu aktivity na pracovisku zvyšujú aj takéto zariadenia.

a dovybaviť mikrogrid v Národnom centre Laboratóriu obnoviteľných zdrojov a iných laboratóriách FEI STU v Bratislave na Technickej ul. č. 5 novými zariadeniami (tepelné čerpadlo, batériové úložisko a pod.) a sfunkčniť zber a systematické ukladanie experimentálnych dát, ktoré sú poskytované ostatným riešiteľom na numerické simulácie a overovanie modelov.

V rámci užšieho výskumu (kolektív FEI STU) zameranému na modelovanie energetických komponentov v lokálnych sústavách bol výskum sústredený na frekvenčné závislosti jednofázových záťaží, meraním a vyhodnotením ich vplyvu na reguláciu frekvencie siete. V súvislosti s reguláciou frekvencie bola posudzovaná aj frekvenčná závislosť záťaže, teda aký vplyv má charakter záťaže na vývoj a proces regulácie frekvencie v sústave.

Významný progres nastal v oblasti simulovania lokálnych energetických sústav pre možnosť využitia modelovania a simulácie v podmienkach priemyslu alebo sebestačných regiónov. Zvolená bola sústava obnoviteľných zdrojov energie a akumulačných prvkov napájajúcich izolovanú chatovú osadu. Výstupom simulovania boli časové priebehy rôznych elektrických veličín (napätí, prúdov, výkonov), ktoré predstavujú komplexný popis správania sa takéhoto systému. Boli realizované aj výskumné práce zamerané na modelovanie energetických zdrojov v dostupných simulačných energetických prostrediach (MATLAB). Obstaraný špičkový energetický simulačný program bude v ďalších etapách slúžiť na modelovanie dynamických procesov v elektrizačnej sústave v súlade s požiadavkami vyhlášky RfG NC (European Network Code Requirements for Generators). Výsledky týchto aktivít boli diseminované formou publikácií v karentovaných [10-13], recenzovaných [14-16], odborných [7, 17, 18] periodikách a zborníkoch z vedeckých konferencií [19, 20].

Záver

Doposiaľ získané výsledky projektu ukazujú, že stanovené úlohy budú naplnené a projekt úspešne ukončený.

Riešenie úloh projektu CE2 prináša viaceré celospoločenské benefity:

- zvýšenie kredibility STU (modernejšie laboratóriá, spolupráca s priemyslom),
- príprava slovenského energetického sektora na riešenie nových výziev vyplývajúcich zo súčasnej energetickej politiky EÚ (smernice),
- transfer získaných poznatkov smerom k odbornej verejnosti a zakomponovanie do pedagogického procesu na FEI a FIIT STU,
- vytvorenie modelov a softvérov užitočných pre prax (napr. vytvorenie jednoduchého simulačného nástroja, vhodného aj pre širokú verejnosť, ktorý bude schopný modelovať investície OZE v podobe mikrosiete).

Ing. Milan Perný, PhD.
e-mail: milan.perny@stuba.sk
prof. Ing. František Janíček, PhD.
e-mail: frantisek.janicek@stuba.sk
prof. Ing. Vladimír Šály, PhD.
e-mail: vladimir.saly@stuba.sk
doc. Ing. Juraj Packa, PhD.
e-mail: juraj.packa@stuba.sk
Ing. Zoltán Kováč
e-mail: kovac.zoltan8@gmail.com

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky
Fakulta elektrotechniky a informatiky, Slovenská technická univerzita v Bratislave
Ilkovičova 3, 812 19 Bratislava, Slovenská republika
http://www.ueae.fei.stuba.sk/
https://ice-rise.sk/

Poďakovanie
Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Medzinárodné centrum excelentnosti pre výskum inteligentných a bezpečných informačno-komunikačných technológií a systémov – II. etapa, Kód ITMS: 313021W404, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja.
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020

VÝSKUMNÁ AGENTÚRA

MINISTERSTVO DOPRAVY A VÝSTAVBY SLOVENSKEJ REPUBLIKY

Literatúra

[1] Obnoviteľné zdroje energie v EÚ a na Slovensku (online: https://www.enviroportal.sk/clanok/obnovitelne-zdroje-energie-v-eu-a-na-slovensku)
[2] Zelená kniha o energii: novinka alebo ani nie? (online: https://euractiv.sk/section/ekonomika-a-euro/news/zelena-kniha-o-energii-novinka-alebo-ani-nie/)
[3] Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2001/77/ES z 27. januára 2001 o podpore elektrickej energie vyrábanej z obnoviteľných zdrojov energie na vnútornom trhu s elektrickou energiou (online: https://op.europa.eu/sk)
[4] Dlhodobá stratégia obnovy fondu budov, Ministerstvo Dopravy a Výstavby SR, december 2020, https://ec.europa.eu/energy/sites/default/files/documents/sk_2020_ltrs.pdf
[5] Smernica Európskeho Parlamentu a Rady (EÚ) 2018/844 z 30. mája 2018 (online: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0844&from=en)
[6] PERNÝ, Milan - JANÍČEK, František - ŠÁLY, Vladimír. Špičkový výskum a popularizácia vedy ako dôsledok úspešnej realizácie projektu "Národné centrum pre výskum a aplikácie obnoviteľných zdrojov energie". In Energetika, strojárstvo 2018. Bratislava : Infoma Business Trading, 2017, S. 47-48. ISBN 978-80-89087-74-7.
[7] ŠÁLY, Vladimír - PACKA, Juraj - PERNÝ, Milan - KOVÁČ, Zoltán - JANÍČEK, František - SZABOVÁ, Miriam. STU, Slovenská Akadémia Vied a priemyselní partneri riešia v rámci spoločného projektu kľúčové otázky zo smart energetiky, Magazín Mobilita Stroje Technológie Ekológia #86, ročník 16, 3/2021 ISSN 2644-6839
[8] Microgrid, Advanced Control Methods and Renewable Energy System Integration, ISBN 978-0-08-101753-1.
[9] NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2016/631 zo 14. apríla 2016, ktorým sa stanovuje sieťový predpis pre požiadavky na pripojenie výrobcov elektriny do elektrizačnej sústavy, dostupné online (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0631&from=LV)
[10] PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - ĎURMAN, Vladimír - PACKA, Juraj - KURCZ, János - MIKOLÁŠEK, Miroslav - HURAN, Jozef. Electrical response of silicon heterojunction solar cells with transparent conductive oxide antireflective coating. In Acta Physica Polonica A. Vol. 139, No. 1 (2021), s. 39-45.
[11] SUMEGA, M. - BOU EZZEDINE A. - GRMANOVÁ G. - ROZINAJOVÁ V. (2020) Prediction of Photovoltaic Power Using Nature-Inspired Computing. In: Tan Y., Shi Y., Tuba M. (eds) Advances in Swarm Intelligence. ICSI 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12145. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53956-6_3
[12] KLOSKA, Matej - ROZINAJOVÁ, Viera. Distribution-Wise Symbolic Aggregate ApproXimation (dwSAX). In Intelligent Data Engineering and Automated Learning - IDEAL 2020 : 21st International Conference, Guimaraes, Portugal, November 4–6, 2020, Proceedings. 1. vyd. Cham : Springer International Publishing, 2020, S. 304-315. ISBN 978-3-030-62361-6.
[13] CINTULA, Boris - ELESCHOVÁ, Žaneta - CENKÝ, Matej - JANIGA, Peter - BENDÍK, Jozef - BELÁŇ, Anton. Three-phase and single-phase measurement of overhead power line impedance evaluation. In Energies. Vol. 14, Iss. 19 (2021), Art. no. 6314 [24] s. ISSN 1996-1073
[14] JANÍČEK, František - ČESKÝ, Lukáš - SKUDŘÍK, Filip. On single pole instrument voltage transformer overheating. In Journal of Electrical Engineering. Vol. 72, No. 1 (2021), s. 29-34. ISSN 1335-3632
[15] JANÍČEK, František - PONIČAN, Ján - SADLOŇ, Matej. Impact of the fixed and variable component of electricity price on the economic viability of a small-scale photovoltaic power plant. In Journal of Electrical Engineering. Vol. 72, No. 2 (2021), s. 140-147. ISSN 1335-3632
[16] PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - ANDRÁŠ, Milan - VALÁŠEK, Lukáš - PACKA, Juraj. Possibilities of increasing of energy efficiency in a small enterprises - case study. In International Journal of Sustainable Development and Planning. Vol. 16, iss. 2 (2021), s. 395-402. ISSN 1743-7601
[17] SLÁVIK, Jakub - HOLIŠ, Martin - PONIČAN, Ján - SADLOŇ, Matej. Tri piliere Smart grid. In ATP Journal. Roč. 27, č. 10 (2020), s. 18-21. ISSN 1335-2237
[18] KOVÁČ, Zoltán - PERNÝ, Milan. Perspektíva multifunkčnej technológie budov MESLED. In Energetika, strojárstvo 2021. Bratislava : Infoma Business Trading, 2020, S. 51-53. ISBN 978-80-89087-87
[19] DODEK, Martin - MIKLOVIČOVÁ, Eva - TÁRNÍK, Marián. Implementation of selected control theory algorithms for embedded real-time systems. In Process Control 2021 : 23nd International Conference on Process Control. Štrbské Pleso, Slovakia. June 1-4, 2021. 1. ed. Danvers : IEEE, 2021, S. 19-24. ISBN 978-1-6654-0330-6
[20] KURCZ, János - BELÁŇ, Anton - ŠÁLY, Vladimír - PERNÝ, Milan. The course of renewable resources production. In ELITECH´21 [elektronický zdroj] : 23th Conference of Doctoral Students, May 26, 2021. 1. ed. Bratislava : Vydavateľstvo Spektrum STU, 2021

BEZPLATNÁ
DISTRIBÚCIA
do hlavných odvetví
slovenského hospodárstva

Databázy prezentovaných firiem z ročeniek:

Poľnohospodárstvo, Potravinárstvo 2021
Stavebníctvo 2021

ENERGETIKA STROJÁRSTVO

Commercial
ENERGETICS
ENGINEERING
Directory

2022

www.infoma.sk

Príhovor generálneho sekretára Zväzu elektrotechnického priemyslu SR 3
Príhovor generálneho sekretára Zväzu strojárskeho priemyslu SR 4

NOMENKLATÚRA

ENERGETIKA, ELEKTROTECHNIKA A ELEKTRONIKA 5

- **Energetika**
  Automatizácia a meranie v energetike
  Dodávatelia elektriny
  Elektroenergetika
  Energetické stroje a zariadenia
  Vykurovanie objektov
  Zdroje energie
- **Elektrotechnika a elektronika**
  Elektronické súčiastky, prvky a uzly
  Elektrotechnické materiály, elektroinštalácie
  Osvetľovacia technika a spotrebná elektrotechnika
  Silnoprúdová elektrotechnika
  Telekomunikačná a rádiokomunikačná technika
- **Služby**
  Služby odborné
  Služby súvisiace

Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s. 21

STROJÁRSTVO 29

- **Materiály a komponenty pre strojárstvo**
  Hutné polotovary a výrobky
  Spojovací a kotviaci materiál
  Výrobky iných odvetví pre strojárstvo
- **Spracovanie kovov a materiálov**
  Stroje na obrábanie, tvarovanie a úpravu kovov
  Špeciálne technológie spracovania materiálov
  Povrchová úprava kovov a materiálov
  Zváranie a zváračská technika
  Náradie a nástroje
- **Hydraulika, pneumatika, kompresory, filtrácia**
  Filtre, filtrácia
  Hydraulika, hydraulické prvky a systémy
  Kompresory
- **Automatizácia, meranie, regulácia**
  Automatizačná a riadiaca technika
  Diagnostika, tribológia
  Meracia a laboratórna technika
  Meracia a regulačná technika
- **Vzduchotechnika, vykurovanie a ekotechnika**
  Chladiace a mraziace zariadenia, sušiarne
  Vykurovanie objektov
  Vzduchotechnika, klimatizácia
- **Stroje, zariadenia a technológie iné**
  Dopravná, manipulačná a skladová technika
  Montáže a rekonštrukcie strojovo-technologických zariadení
  ... pre iné odvetvia priemyslu
- **Služby**
  Informačné technológie
  Inžinierske a projektové služby
  Finančné služby
  Veľtrhy a výstavy
  Veda, výskum, vzdelávanie
  Služby súvisiace

Slovenská technická univerzita v Bratislave 47
Žilinská univerzita v Žiline 68
Technická univerzita v Košiciach 70
Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove

Kontakty na úrady a inštitúcie 77
Ministerstvo hospodárstva a výstavby Slovenskej republiky
Úrad pre reguláciu sieťových odvetví
Slovenská inovačná a energetická agentúra

Prezentované spoločnosti
Ročenka Stavebníctvo 2021 80
Ročenka Poľnohospodárstvo - Potravinárstvo 2021 88
Ročenka Energetika – Strojárstvo 2022 104

Register prezentovaných spoločností 111

Vydalo:
INFOMA Business Trading, spol. s r. o.
Bulharská 70
821 04 Bratislava 2
tel.: +421 2 4342 1531
e-mail: infoma@infoma.sk
www.infoma.sk
Editor: Ing. Milan Nehaj

Grafické spracovanie:
INFOMA grafické štúdio
Bulharská 70
821 04 Bratislava 2
e-mail: grafika@infoma.sk
Mgr. Marcel Kostelník

Redakčná rada:
Ing. Miroslav Porubän
Ing. Július Geleta
Emília Gurská
Natália Ivanová

Recenzenti:
Ing. Milan Gašparovič
Vlastimil Rosa

Tlač:
Tlačiareň Kežmarok GG s.r.o.
Kežmarok

ISBN 978-80-89087-91-4
9 788089 087914

Copyright © INFOMA Business Trading, spol. s r. o. 2021.
Dvadsiatedruhé vydanie. Náklad: 4000 výtlačkov. **Všetky práva vyhradené.**