

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0326**

Smart mestá a ich inteligentná energetická chrbtica

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. František Janíček, PhD.**

Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave - Fakulta elektrotechniky a informatiky**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky, Fakulta elektrotechniky a informatiky STU v Bratislave

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Pri riešení projektu neprebehla spolupráca so zahraničným pracoviskom.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Patent:

Systém merania a riadenia elektrickej rozvodnej siete, číslo prihlášky 50047-2019.

Úžitkový vzor:

Systém riadenia elektrickej rozvodnej siete so spracovaním prebytkového výkonu lokálneho zdroja, číslo prihlášky 50090-2019.

Úžitkový vzor:

Systém merania a riadenia elektrickej rozvodnej siete, číslo 8643.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

JANÍČEK, František - BÚRAN, Marek - CERMAN, Anton - HANUS, Tomáš - KUBICA, Juraj - SZABOVÁ,

Miriam. Obnoviteľné zdroje na Slovensku a ich vplyv na elektrizačnú sústavu. 1. vyd.

Bratislava : Vydavateľstvo

Spektrum STU, 2019. 172 s., príl. ISBN 978-80-227-4966-4.

JANÍČEK, František - PERNÝ, Milan – KUJAN Vladimír, – ZUŠČAK, Jozef – ČESKÝ, Lukáš – ŠINDLER,

Marek [5 %]. Rozvodné zariadenia v energetike. 1.vyd. Bratislava : Vydavateľstvo Spektrum STU, 2019. 117 s.,

ISBN 978-80-227-4886-5.

CHUDÝ, Michal - THOPIL, George Alex - ALONSO, Gustavo – SLABBER, Johan F.M. Estimation of

occupational compensation based on a linear-quadratic methodology for the nuclear industry. In Safety Science.

Vol. 105, (2018), s. 1-8. ISSN 0925-7535 (2018: 3.619 - IF, Q1 - JCR Best Q, 1.290 - SJR,

Q1 - SJR Best Q). V
databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85041485016 ; CC: 000428823800001.
JANÍČEK, František - PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - VÁRY, Michal - BREZA, Juraj -
CHOCHOL,
Peter. The role of smart grid in integrating the renewable energies in Slovakia. In Energy &
Environment. Vol.
29, Iss. 2 (2018), s. 300-312. ISSN 0958-305X (2018: 1.092 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.300 -
SJR, Q3 –
SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85043995938 ; CC: 000429794500009
JANÍČEK, František - PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír – NÉMETHOVÁ, Jana. Biogas
stations in Slovakia –
Current state. In Transactions on Electrical Engineering. Vol. 7, No. 4 (2018), s. 79-85. ISSN
1805-3386.
MURÍN, Justín - HRABOVSKÝ, Juraj - GOGOLA, Roman - GOGA, Vladimír - JANÍČEK,
František.
Numerical analysis and experimental verification of eigenfrequencies of overhead ACSR
conductor. In
Transactions on Electrical Engineering. Vol. 5, No. 4 (2016), s. 116-121. ISSN 1805-3386
PACKA, Juraj - KUJAN, Vladimír - ŠTRKULA, Daniel - ŠÁLY, Vladimír - PERNÝ, Milan.
Changes of
insulation properties of photovoltaic cables caused by ageing treatment. In Transactions on
Electrical
Engineering. Vol. 6, No. 1 (2017), s. 6-9. ISSN 1805-3386
PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - MIKOLÁŠEK, Miroslav - JANÍČEK, František - KUJAN,
Vladimír –
PACKA, Juraj- HURAN, Jozef. Assesment of damage of solar heterojunction a-SiC/c-Si
induced by neutron
radiation. In Transactions on Electrical Engineering. Vol. 6, No. 1 (2017), s. 10-14. ISSN
1805-3386.
BRILLA, Igor - JANÍČEK, František. Numerical determination of voltage potential inside
nonhomogeneous
media using variational methods. In Acta Electrotechnica et Informatica. Vol. 19, No. 1
(2019), s. 25-31. ISSN
1335-8243.
ŠÁLY, Vladimír - PACKA, Juraj - PERNÝ, Milan. Present state of solar cell technology. In
Electrotehnica,
Electronica, Automatica. Vol. 66, No. 3 (2018), s. 9-14. ISSN 1582-5175 (2018: 0.373 - SJR,
Q2 - SJR Best Q).
V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85052194163.
MURÍN, Justín - HRABOVSKÝ, Juraj - GOGOLA, Roman – JANÍČEK, František. Dynamic
analysis of
overhead power lines after ice-shedding using finite element method. In Journal of
Electrical Engineering. Vol.
67, No. 6 (2016), s. 421-426. ISSN 1335-3632 (2016: 0.483 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.311 -
SJR, Q2 - SJR Best
Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85009247905 ; WOS: 000392921700005.
PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - JANÍČEK, František – MIKOLÁŠEK, Miroslav - VÁRY,
Michal –
HURAN, Jozef [10 %]. Electric measurements of PV heterojunction structures a-SiC/c-Si. In
Journal of
Electrical Engineering. Vol. 69, No. 1 (2018), s. 52-57. ISSN 1335-3632 (2018: 0.636 - IF,
Q4 - JCR
Best Q, 0.200 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85045267105 ;
WOS:
000438838400007.
ZUŠČAK, Jozef - KUJAN, Vladimír - JANÍČEK, František. Simulations and measurements
on a self-excited
induction generator. In Journal of Electrical Engineering. Vol. 69, No. 5 (2018), s. 359-365.
ISSN 1335-3632

(2018: 0.636 - IF, Q4 - JCR Best Q, 0.200 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: WOS: 000453413200005 ;
SCOPUS: 2-s2.0-85059595953.
STUHLÍKOVÁ, Lúbia - BENKO, Peter - JANÍČEK, František – POHORELEC, Ondrej - HRBÁČEK, Jiří.
Engineering education and science & technology popularization among youngsters supported by IT. In
Mathematics, Information Technologies and Applied Sciences 2017 [elektronický zdroj] : post-conference
proceedings of extended versions of selected papers. 1. vyd. Brno : University of Defence, 2017, CD-ROM, S. 226-234. ISBN 978-80-7582-026-6.
BRILLA, Igor - JANÍČEK, František. Numerical determination of voltage potential inside 2D anisotropic media using variational methods. In Aplicaciones de las ciencias 2016 : Tercer congreso multidisciplinario de ciencias aplicadas en Latinoamérica (COMCAPLA 2016). La Habana, Cuba. 6-9 diciembre, 2016. Azcapotzalco : Universidad Autónoma Metropolitana, 2016, S. 360-366. ISBN 978-607-28-0912-3.
BRILLA, Igor - JANÍČEK, František. Numerical determination of voltage potential inside 3D anisotropic media using variational methods. In Compendio de ciencia aplicada 2018 : IV Congreso Multidisciplinario de Ciencias Aplicadas en Latinoamérica. Yucatán, Mexico. Noviembre 20-23 de 2018. Coyoacán : Ciudad Universitaria, 2018, S. 34-41. ISBN 978-607-30-1322-2..
CORTÉS SÁNCHEZ, Borja - VÁRY, Michal - PERNÝ, Milan - JANÍČEK, František - ŠÁLY, Vladimír - PACKA, Juraj. Prediction and production of small PV power plant. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 211-215. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS: 000422921000038 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026669610.
ČESKÝ, Lukáš - JANÍČEK, František - KUBICA, Juraj - SKUDRIK, Filip. Overheating of primary and secondary coils of voltage instrument transformers. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 182-187. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS: 000422921000034 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026779036.
ĎURMAN, Vladimír - VÁRY, Michal - PACKA, Juraj - LELÁK, Jaroslav - ŠÁLY, Vladimír. Assessment of dielectric properties of cable insulation. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 333-336. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS: 000422921000063 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026624782.
GAJDOŠ, Martin - JANÍČEK, František. Utilization of expert systems in severe accident management. In EPE 2018 : 19th International scientific conference on electric power engineering. Brno, Czech Republic. May 16-18, 2018. Brno : University of Technology, 2018, S. 538-541. ISBN 978-1-5386-4612-0. V databáze: IEEE: 8395968 ; WOS: 000439649500102 ; SCOPUS: 2-s2.0-85050364664.
JANÍČEK, František - PERNÝ, Milan - HOLJENČÍK, Jozef - ŠÁLY, Vladimír - GIEMZA, Markus. Use of microwave for energy recovery from different types of waste. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 698-702. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS:

000422921000129 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026639332.
PACKA, Juraj - VÁRY, Michal - LELÁK, Jaroslav - ŠÁLY, Vladimír. Degradation of 230/400 V distribution cables with PVC insulation. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 292-295. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS: 000422921000055 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026661326.
PACKA, Juraj - ĎURMAN, Vladimír - SULOVÁ, Janka. Behaviour of fire resistant cable insulation with different flame barriers during water immersion. In EPE 2019 : 20th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 15-17, 2019. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2019, S. 265-268. ISBN 978-1-7281-1334-0. V databáze: IEEE: 8778165 ; SCOPUS: 2-s2.0-85070474835.
PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - PUZOVÁ, Marta - VÁRY, Michal - KUJAN, Vladimír. Thermographic diagnostics of a DC traction railway system. In EPE 2018 : 19th International scientific conference on electric power engineering. Brno, Czech Republic. May 16-18, 2018. Brno : University of Technology, 2018, S. 376-380. ISBN 978-1-5386-4612-0. V databáze: IEEE: 8396022 ; WOS: 000439649500071 ; SCOPUS: 2-s2.0-85050352802.
PERNÝ, Milan - ŠÁLY, Vladimír - ĎURMAN, Vladimír - MIKOLÁŠEK, Miroslav - JANÍČEK, František [2- HURAN, Jozef. Complex electrical characterization of a-Si/c-Si solar heterostructures with conductive antireflection coatings. In EPE 2019 : 20th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 15-17, 2019. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2019, S. 566-570. ISBN 978-1-7281-1334-0. V databáze: IEEE: 8778044 ; SCOPUS: 2-s2.0-85070479188.
ŠÁLY, Vladimír - PERNÝ, Milan - JANÍČEK, František - HURAN, Jozef - MIKOLÁŠEK, Miroslav - PACKA, Juraj. Impedance spectroscopy of heterojunction solar cell a-SiC/c-Si with ITO antireflection film investigated at different temperatures. In Journal of Physics: Conference Series. Vol. 829, Iss. 1 : Applied nanotechnology and nanoscience international conference 2016. Barcelona, Spain. November 9-11, 2016 (2017), Art. no. 012019 [6] s. ISSN 1742-6588 (2017: 0.241 - SJR, Q3 - SJR Best Q). V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85018418850 ; WOS: 000411623500019.
ŠÁLY, Vladimír - PERNÝ, Milan - PACKA, Juraj - JANÍČEK, František - VÁRY, Michal - MIKOLÁŠEK, Miroslav - HURAN, Jozef. AC and DC response of heterojunction a-SiC/c-Si for PV application. In EPE 2017 : 18th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 17-19, 2017. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2017, S. 623-626. ISBN 978-1-5090-6406-9. V databáze: IEEE ; WOS: 000422921000116 ; SCOPUS: 2-s2.0-85026649452.
ŠÁLY, Vladimír - ĎURMAN, Vladimír - VÁRY, Michal - PERNÝ, Milan - JANÍČEK, František. Assessment of encapsulation materials for solar cells. In ICREN 2018 : International conference on

renewable energy.

Barcelona, Spain. April 25-27, 2018. Fontenay-aux-Roses : PremC, 2018, 7 s. V databáze: SCOPUS: 2-s2.0-85056705616.

ŠÁLY, Vladimír - PERNÝ, Milan - ANDRÁŠ, Milan. Photovoltaics integrated in skylights and facades of modern shopping malls. In EPE 2019 : 20th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech Republic. May 15-17, 2019. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2019, S. 183-187. ISBN 978-1-7281-1334-0. V databáze: IEEE: 8777981 ; SCOPUS: 2-s2.0-85070467434.

ŠÁLY, Vladimír - PÁČKA, Juraj - ĎURMAN, Vladimír - LELÁK, Jaroslav. Dielectric properties of PVC leads.

In EPE 2019 : 20th International scientific conference on electric power engineering. Kouty nad Desnou, Czech

Republic. May 15-17, 2019. Ostrava : Technical University of Ostrava, 2019, S. 269-272. ISBN 978-1-7281-

1334-0. V databáze: IEEE: 8778110 ; SCOPUS: 2-s2.0-85070458690.

VÁRY, Michal - PÁČKA, Juraj - ĎURMAN, Vladimír - LELÁK, Jaroslav - ŠÁLY, Vladimír. Polarization in

cables with current load. In EPE 2018 : 19th International scientific conference on electric power engineering.

Brno, Czech Republic. May 16-18, 2018. Brno : University of Technology, 2018, S. 381-385. ISBN 978-1-

5386-4612-0. V databáze: IEEE: 8396001 ; WOS: 000439649500072 ; SCOPUS: 2-s2.0-85050341083.

ZIMBA, Sydney K. - CHUDÝ, Michal - JANÍČEK, František. Imbalance energy in Southern African power

pool. In 2017 IEEE PES-IAS power Africa conference : Accra, Ghana. June 27-30, 2017. Danvers : IEEE, 2017,

S. 407-412. ISBN 978-1-5090-4746-8. V databáze: IEEE ; WOS: 000426661400070 ; SCOPUS: 2-s2.0-

85034263478.

BRILLA, Igor - JANÍČEK, František. Numerical determination of voltage potential inside nonhomogeneous

media using variational approach. In CAIP'2019 : 14° Congreso interamericano de computación aplicado a la

industria de procesos. Lima, Perú. 21 al 24 de Octubre del 2019. Lima : Pontificia Universidad Católica del

Perú, 2019, S. 857-867. ISBN 978-612-48025-3-9.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledkom projektu je nový výrobok „zariadenie koncentrátora meracieho systému (KMS) s vlastným softvérom centrály inteligentného meracieho systému (CMS)“ a jeho chránenie patentom resp. úžitkovými vzormi.

Výrobok je vhodný pre inštaláciu do sektora energetiky, ako je prevádzkovateľ distribučnej siete resp. prevádzkovateľa rozsiahlejších budov s viacerými „podružnými meraniami“. Výhodnosť integrovaného protokolu IEC61850 ponúka možnosť využitia v rozvodniach elektrizačnej sústavy(IED) a lokálnych alebo centrálnych dispečingoch.

Teoretické a chránené výsledky umožňujú ich komercializáciu smerom na generovanie nových vedecko - výskumných spoluprác a inovácii pre komerčné subjekty s ohľadom na praktickú využiteľnosť v elektrizačných a prenosových sústavách (aj v lokálnych mikrogridoch).

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Výsledkom riešenia projektu je zostavenie prototypu koncentrátora meracieho systému (KMS) s vlastným softvérom centrály inteligentného meracieho systému (CMS). Z tohto prototypu je priamo odvodený samotný nový výrobok. Koncentrátor z hardvérovej stránky

obsahuje procesorovú dosku(NXP/Freescale i.MX 7 ARM), dosku backplanu, komunikačnú dosku 3G konektivity, kombinovaný modul GPS/WiFi, powerline komunikačnú dosku G3/PRIME. Z pohľadu vlastného softvéru je centrála inteligentného meracieho systému postavená na jadre Linuxu mainline 4.9.7 spolu s frameworkom OpenDAF a databáze Cassandra. Štandard IEC-61850 je napojený priamo do OpenDAFu s konfiguráciou cez jazyk Station Configuration description language (SCL) - postavené na jazyku XML (IEC-61850-6).

Najvýznamnejším výstupom, ktorý odpovedá samotného výsledku projektu je aj podaný patent „Systém merania a riadenia elektrickej rozvodnej siete“ (prihláška č. 50047-2019) a dva úžitkové vzory

„Systém riadenia elektrickej rozvodnej siete so spracovaním prebytkového výkonu lokálneho zdroja“, číslo prihlášky 50090-2019 a „Systém merania a riadenia elektrickej rozvodnej siete“, číslo 8643.

Z hľadiska publikačných výstupov boli presiahnuté plánované ukazovatele a viaceré výstupy boli prezentované a publikované v zahraničných časopisoch (konferenciách). Projekt prispel k vydaniu vedeckej monografie „Obnoviteľné zdroje na Slovensku a ich vplyv na elektrizačnú sústavu“ a k vydaniu vysokoškolskej učebnice „Rozvodné zariadenia v energetike“. Projekt takto prepojil samotný aplikovaný výskum aj s vzdelávacou úlohou príjemcu - Fakulty elektrotechnicky a informatiky STU v Bratislave.

Výsledky projektu budú priamo použiteľné na realizáciu produktov a systémov v oblasti merania a automatizácie energetiky.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The outcome of the project is a construction of a metering system concentrator prototype with its own smart metering datacenter software. Novel product itself is directly derived from this prototype. From the hardware point of view, concentrator includes a processor board (NXP / Freescale i.MX 7 ARM), a backplan board, a 3G connectivity board, a combined GPS / WiFi module and a G3 / PRIME powerline communication board. From the software point of view, the software datacenter of the smart metering system is built on the Linux mainline 4.9.7 along with the OpenDAF framework and the Cassandra database. The IEC-61850 standard is connected directly to the OpenDAF with a configuration via Station Configuration description language (SCL) - based on XML (IEC-61850-6).

The most significant output, which corresponds to the project outcome itself, is filing a patent application "Power grid measurement and control system" (Application No. 50047-2019) and two utility model applications "Power grid control system with local source surplus-excess processing", (Application No. 50090-2019) and "Power grid measurement and control system", (No. 8643).

In terms of publication outcomes, planned indicators were exceeded and several outputs were presented and published in foreign journals (conferences). The project contributed to the publication of the scientific monograph "Renewable Sources in Slovakia and their impact on the Power Grid" and to the publication of the university textbook "Power Distribution Equipment in Energy Sector". The project thus linked the applied research with the educational role of the beneficiary - The Faculty of Electrical Engineering and Information Technology of the Slovak University of Technology in Bratislava.

The project results will be directly applicable in the realisation phase of products and systems in the field of energy metering and smart-grid automation.