

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-16-0505**Krátkodobá PREDIKcia výroby fotovoltaickej energie pre potreby napájania inteligentných budov - PREDICON**Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Róbert Hudec, PhD.**

Príjemca

Žilinská univerzita v Žiline - Fakulta elektrotechniky a informačných technológií**Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený**

Katedra multimédií a informačno-komunikačných technológií, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline

Katedra elektroenergetiky a elektrických pohonov, Fakulta elektrotechniky a informačných technológií, Žilinská univerzita v Žiline

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

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

[1] PP 30-2020 Pokročilá IoT meteostanica. Róbert Hudec [et al.]. - Úrad priemyselného vlastníctva SR - dátum podania prihlášky 01.04.2020 (v konaní).

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/Patent/Detail/30-2020>

[2] PP 103-2020 Zariadenie na plošné meranie kvality ovzdušia. Róbert Hudec [et al.]. - Úrad priemyselného vlastníctva SR - dátum podania prihlášky 24.09.2020 (v konaní).

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/Patent/Detail/103-2020>

[3] PUV 44-2020 Pokročilá IoT meteostanica. Róbert Hudec [et al.]. - Úrad priemyselného vlastníctva SR - dátum podania prihlášky 01.04.2020, dátum zverejnenia prihlášky 13.01.2021 (zverejnená prihláška).

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/44-2020>

[4] PUV 163-2020 Zariadenie na plošné meranie kvality ovzdušia. Róbert Hudec [et al.]. - Úrad priemyselného vlastníctva SR - dátum podania prihlášky 24.09.2020 (v konaní).

<https://wbr.indprop.gov.sk/WebRegistre/UzitkovyVzor/Detail/163-2020>**Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače**

[1] R. Hudec, P. Kamencay, M. Benčo, S. Matúška: Krátkodobá predikcia výroby fotovoltaickej energie pre potreby napájania inteligentných budov, Elektrevue, vol. 20, no. 4, s. 93-98, ISSN 1213-1539, August 2018.

[2] M. Novak, P. Belany, M. Roch, P. Bracinik: Analysis of a Local Factors affecting the Performance of the Photovoltaic Panels, International Journal of Engineering and Technical Research (IJETR), pp. 2454-4698, Vol.8, Iss. 10, ISSN: 2321-0869, October 2018.

- [3] M. Vestenický, S. Matuska, R. Hudec, P. Kamencay: Sensor network proposal based on IoT for a prediction system of the power output from photovoltaic panels, 28th International Conference Radioelektronika, s. 1-4, 19.-20, April, Praha 2018. DOI 10.1109/RADIOELEK.2018.8376390
- [4] M. Novak, P. Belany, A. Bolf, M. Roch: Design of a control system for an intelligent building, ELEKTRO 2018, Mikulov, 2018, pp. 1-4., 21.-23. May 2018. DOI: 10.1109/ELEKTRO.2018.8398304
- [5] M. Novak, P. Belany, A. Bolf, M. Roch, P. Bracinik: Off-grid model of photovoltaic system with real time monitoring function, IEEE International Energy Conference (ENERGYCON), Limassol, Cyprus, pp. 1-5., 3.-7. June 2018. DOI: 10.1109/ENERGYCON.2018.8398804
- [6] M. Vestenický, S. Matuska, R. Hudec: Simple method of photovoltaic panel power characteristic measurement based on Arduino hardware platform, 13th International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport (TRANSCOM 2019), Transportation Research Procedia, Elsevier High Tatras, Nový Smokovec, Vol. 40, pp. 579-585, 2019, ISSN: 2352-1465. DOI: 10.1016/j.trpro.2019.07.083
- [7] M. Sinko, P. Kamencay, P. Sykora, M. Benco, R. Hudec: Cloud-Type Classification of Ground-Based Images using Deep Learning, International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Starý Smokovec, Slovakia, 2019, ISBN: 978-1-7281-4966-0. DOI: 10.1109/ICETA48886.2019.9040149
- [8] M. Paralíc: A Short-Time Prediction of Sun Radiation Intensity, International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Starý Smokovec, Slovakia, 2019, ISBN: 978-1-7281-4966-0. DOI: 10.1109/ICETA48886.2019.9039997
- [9] R. Hudec, P. Kamencay, M. Benco, S. Matuska, M. Radilova, M. Novak: Analýza oblohy za účelom krátkodobej predikcie počasia využitím neurónovej siete, Elektrotechnika, vol. 22, no. 3, s. 93-98, ISSN 1213-1539, June 2020.
- [10] M. Novak, P. Belany, P. Bracinik and M. Roch: Návrh neurónovej siete pre predikciu spotreby elektrickej energie, ELEKTROENERGETIKA journal, Vol.13, No.1, ISSN 1337-6756, 2020.

Uplatnenie výsledkov projektu

Hlavným výsledkom projektu je vytvorenie hardvérovej a aj softvérovej platformy pre monitorovanie a predikciu výkonu fotovoltickej energie využívajúce technológie IoT, počítačového videnia a umelej inteligencie. Výsledky projektu nájdú uplatnenie ako súčasť systémov inteligentných budov pri krátkodobom manažmente napájania jej súčastí prípadne predikcii dostupnosti elektrickej energie z jej fotovoltickej elektrárne pri napájaní elektromobilov. Keďže súčasťou riešenia je aj vytvorenie IoT siete senzorov, výsledky je možné využiť pre krátkodobú predikciu počasia, ako subsystém skorého varovania na území, ktoré IoT meteorostanice pokrývajú (napr. mesto) alebo ako službu verejnosti formou zdieľania dát v sledovanej oblasti vrátane monitorovania kvality ovzdušia.

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

V rámci riešenia projektu a publikovaných príspevkov bola navrhnutá hlavná meteorologická stanica pre fotovoltickú elektrárňu (Predicon-Main) a sieť kompaktných IoT staníc (Predicon-Cube) pre miestne monitorovanie počasia a zhromažďovania meteorologických údajov na úrovni mestskej aglomerácie. Taktiež bola vyvinutá vlastná verzia kamerovej jednotky (Predicon-Cam) pre snímanie 360° oblohy zostrojenej z ľahko dostupných elektronických komponentov a 3D tlač. Následne bol navrhnutý systém pre krátkodobú predpoveď výkonu fotovoltickej elektrárne využitím neurónovej siete a systém pre detekciu a popis dynamických parametrov objektov vyskytujúcich sa na oblohe a vytvorenie 3D rekonštrukčného algoritmu. Za účelom krátkodobej predpovede výkonu fotovoltickej elektrárne bol navrhnutý systém pokročilej IoT meteorostanice a systém pre sémantickú analýzu oblohy zahŕňajúci sledovanie pohybu a evolúcie mračien. Taktiež bol vytvorený systém pre lokálny odhad tranzmisivity slnečného žiarenia a navrhnutý predikčný model spotreby elektrickej energie využitím neurónovej siete. Nakoniec bol vytvorený systém pre plošné monitorovanie kvality ovzdušia.

V rámci celej doby riešenia projektu bolo publikovaných 29 príspevkov (z toho jedna práca publikovaná v recenzovaných vedeckých časopisoch v SR, 4 príspevky v recenzovaných vedeckých časopisoch v zahraničí, 10 príspevkov v zborníkoch v SR a 14 príspevkov v

zborníkoch v zahraničí). Taktiež boli podané dve patentové prihlášky, dve prihlášky na úžitkový vzor a boli vytvorené tri prototypy. S riešeným projektom súviseli dve obhájené doktorandské práce.

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

As part of the project and published contributions, a main meteorological station for the photovoltaic power plant (Predicon-Main) and a network of compact IoT stations (Predicon-Cube) for local weather monitoring and meteorological data collection at the level of the urban agglomeration were designed. A custom version of the camera unit (Predicon-Cam) was also developed to capture 360° of the sky built from easily accessible electronic components and 3D printing. Subsequently, a system for short-term power prediction of a photovoltaic power plant using neural networks and a system for detection and description of dynamic parametric objects occurring in the sky and creation of a 3D reconstruction algorithm were designed. For short-term prediction of the power of a photovoltaic power plant, a system of an advanced IoT weather station and a system for semantic analysis of the sky, including monitoring of the movement and evolution of clouds, were designed. The system was also designed for local estimation of solar transmissivity and a proposed predictive model of electricity consumption using neural networks. Finally, a system for comprehensive air quality monitoring was determined.

A total of 29 papers throughout the project were published (one paper was published in peer-reviewed scientific journals in the Slovak Republic, 4 papers in foreign peer-reviewed scientific journals, 10 papers in proceedings in the Slovak Republic and 14 papers in foreign proceedings). Two patent applications and two utility model applications have been filed. Three prototypes were also created. Two defended doctoral theses were related to the project.