

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0489**

**Analýza sucha viackriteriálnymi metódami štatistiky a data miningu z pohľadu návrhu adaptačných opatrení v krajine**

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Milan Čistý, PhD.**

Príjemca **Slovenská technická univerzita v Bratislave**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

### Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

-

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

-

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

Kahiluoto, H., Kaseva, J., Balek, J., Olesen, J. E., Ruiz-Ramos, M., Gobin, A., ... & Trnka, M. (2019). Decline in climate resilience of European wheat. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(1), 123-128.

Mäkinen, H., Kaseva, J., Trnka, M., Balek, J.,... & Kahiluoto, H. (2018). Sensitivity of European wheat to extreme weather. *Field Crops Research*, 222, 209-217.

Cistý, M., Bajtek, Z., & Celar, L. (2017). A two-stage evolutionary optimization approach for an irrigation system design. *Journal of Hydroinformatics*, 19(1), 115-122.

Kováč, L., Jakubová, J., & Mišlan L. 2020. Interakcia suchých podmienok, výživy a obrábania pôdy na úrody suchovzdorných plodín In: Eliminovanie degradačných procesov v pôde obnovením biodiverzity. Zborník vedeckých prác. NPPC, Bratislava 2020. s.148-155. ISBN 978-80-8163-035-4.

Soldánová, V. (2020) Determination of unknown inflows when evaluating reservoir water balance. *Spektrum STU*, 2020. 75 s. Edícia vedeckých prác, ISBN 978-80-227-5054-7.

Cistý, M., Soldanova, V., Cyprich, F., Holubova, K., & Simor, V. (2021). Suspended sediment modelling with hydrological and climate input data. *Journal of Hydroinformatics*, 23(1), 192-210.

Čistý, M., Cyprich, F., & Soldanova, V. A comparison of linear and machine learning models for the simulation of soil moisture. In *Machine Learning and Data Mining in Pattern Recognition : Volume I, proceedings of the 15th International Conference MLDM 2019*. New York, NY, USA, July 20-25, 2019. 1. vyd. Leipzig : ibai-publishing, 2019, online, s. 104-116. ISSN 1864-9734. ISBN 978-3-942952-62-0.

## **Uplatnenie výsledkov projektu**

Projekt vo svojich výstupoch poskytuje softvérové riešenia a metodiky výpočtov, ktoré je možné uplatniť v inžinierskej praxi pri návrhu adaptačných opatrení voči suchu. Konkrétne ide o softvérové riešenie optimálneho návrhu závlahovej sústavy, závlahovej nádrže a postupy pre určenie mesačných prietokov v nemeraných povodiach, ktoré sú potrebné pri týchto výpočtoch. Obsahuje odporúčania pre prax v oblasti vhodnej agrotechniky v podmienkach sucha a zmeny klímy, ktoré sú publikované v dostupnej literatúre. Merané údaje a vzniknuté databázy pôdnej vlhkosti v oblasti Záhoria a Východoslovenskej nížiny sú cenným výstupom pre prax a prípadný nadväzujúci výskum. Projekt poskytuje aj výsledky, ktoré sa uplatnia v akademickej sfére a vo výuke na univerzite; získalo sa know-how pri práci s rôznymi simulačnými modelmi, metodikami strojového učenia, programovania, atď.

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

Projekt mal päť základných cieľov, ktoré splnil. Možno ich zhrnúť nasledovne:

- Meranie, spracovanie a vyhodnotenie hydrofyzikálnych vlastností pôdy. Tento cieľ bol realizovaný v dvoch odlišných podmienkach SR - na Záhori a na Východoslovenskej nížine. Okrem vzniknutých databáz boli tieto údaje spracovávané interpolovaním pomocou hĺbkovej analýzy údajov a využité pri simuláciách a modelovaní sucha
- Vývoj metód strojového učenia pre analýzu a prognózu časových radov veličín umožňujúcich analyzovať suchu. V publikáciách projektu sú prezentované takéto analýzy pre prietoky v tokoch, pôdnu vlhkosť a iné veličiny
- Bola uskutočnená viacrozmernú štatistická analýza týchto veličín a časových radov
- v oblasti agro-hydrologického modelovania boli uskutočnené a publikované analýzy významných poľnohospodárskych oblastí SR, najmä modelom DAISY. Tieto práce boli publikované vo viacerých výstupoch, k najvýznamnejším patrí publikácia v časopise PNAS s IF = 9,58 "Kahiluoto et al.. (2019). Decline in climate resilience of European wheat. Proceedings of the National Academy of Sciences"
- vývoj metód pre optimálny návrh adaptačných opatrení na zmiernenie dopadov sucha v agrárnej krajine sa riešitelia projektu snažili poňať multidisciplinárne, keďže tieto opatrenia môžu byť technické aj agronomické. V projekte bol riešený 1.) návrh a evaluácia zdrojov vody, 2.) využitie odvodňovacích kanálov na vylepšení vlhkostných pomerov v krajine, 3.) optimálny návrh distribučných rozvodov závlahových sústav, 4.) návrh vhodných agronomických opatrení a plodín v podmienkach sucha

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

The project had five basic goals, which were met. They can be summarized as follows:

- Measurement, treatment and evaluation of soil hydrophysical properties. This goal was realized in two different conditions in the Slovak Republic - in Záhorie and in the East Slovak lowlands. In addition to the resulting databases, these data were processed by data mining and used in drought simulations and modeling.
- Development of machine learning methods for analysis and prognosis of time series of variables enabling drought analysis. The project publications present such analyzes for flows in streams, soil moisture etc
- multidimensional statistical analysis of these quantities was performed
- Regarding agro-hydrological modeling, analyzes of agricultural areas of the Slovak Republic were performed and results were published (DAISY). These works were published in several outputs, the most important being the publication in the journal PNAS with IF = 9.58 "Kahiluoto et al .. (2019). Decline in climate resilience of European wheat. Proceedings of the National Academy of Sciences"
- methods for the optimal design of adaptation measures to mitigate the effects of drought in an agrarian country - the project developers tried to understand it multidisciplinary, as these measures can be both technical and agronomic. The project addressed 1.) design and evaluation of water sources, 2.) use of drainage channels to improve humidity in the country, 3.) optimal design of irrigation systems, 4.) design of appropriate agronomic measures and crops in drought conditions.