

## Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0562**  
**Efektívne riadenie závlah, ako nástroj adaptácie na meniacu sa klímu**

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Viliam Bárek, CSc.**  
Príjemca **Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre - Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva**

### Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Katedra krajinného inžinierstva  
Trieda A. Hlinku 2  
949 76 NITRA

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

Na riešení sa nezúčastnil partner zo zahraničia.

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

Patentová prihláška: Riadenie závlahy na základe objemových zmien nadzemných častí rastlín, bola odoslaná zamestnávateľom do Strediska patentových informácií PATLIB so sídlom v Centre vedecko-technických informácií SR. Po odporúčaní zvýšenia kvality podanej prihlášky na úroveň funkčného prototypu bola prihláška dopracovaná a znovu zamestnávateľom podstúpená k hodnoteniu.

Patentová prihláška: Podzemný aplikátor závlahovej vody bola cestou zamestnávateľa odoslaná na posúdenie.

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

Evaluation of hyperspectral reflectance parameters to assess the leafwater content in soybean [elektronický zdroj] / Marek Kovár, Marián Brestič, Oksana Sytar, Viliam Bárek, Pavol Hauptvogel, Marek Živčák. -- ilustr. -- Popis urobený 5.6.2019. -- APVV-15-0562, APVV-15-0721, a VEGA-1-0831-17 a projekt č. 26220220180.In: Water. -- ISSN 2073-4441. -- Vol. 11, iss. 3 (2019), article number 443 [12 s.].

Chlorophyll fluorescence : understanding crop performance - basics and applications / Mohamed Hazem Kalaji ... [et al.]. -- 1st ed. -- Boca Raton : Taylor & Francis group, 2017. -- 222 s. : ilustr., tab. -- ISBN : 978-1-4987-6449-0 (brož.).

Chlorophyll Fluorescence Kinetics May Be Useful to Identify Early Drought and Irrigation Effects on Photosynthetic Apparatus in Field-Grown Wheat / Lenka Botyánszka ... [et al.]. -- ilustr. -- VEGA-1- 0589-19, VEGA 1-0683-20, APVV-18-465, APVV-15-0562, H2020 grantová zmluva No. 771367, OPVaI-VA/DP/2018/No. 313011T813.In: Agronomy-Basel. -- ISSN 2073-4395 online. -- Vol. 10, no. 9 (2020), article number 1275, [15 s.]. -- 10.3390/agronomy10091275. -- . --.

Evaluation of hyperspectral reflectance parameters to assess the leafwater content in soybean [elektronický zdroj] / Marek Kovár, Marián Brestič, Oksana Sytar, Viliam Bárek, Pavol Hauptvogel, Marek Živčák. -- ilustr. -- Popis urobený 5.6.2019. -- APVV-15-0562, APVV-15-0721, a VEGA-1-0831-17 a projekt č. 26220220180.In: Water. -- ISSN 2073-4441. -- Vol. 11, iss. 3 (2019), article number 443 [12 s.].

Monitoring of the dendrometric changes influenced by soil water content / Vladimír Kišš ...[et al.]. -- ilustr. -- APVV- 15-0562, KEGA- 047SPU-4/2017.In: Journal of Ecological Engineering. -- ISSN 2081-139X. -- Vol. 20, no. 1 (2019), s. 34-38.

Climate conditions impact on the sap flow into plants and their dendrometric changes / Anna Báreková ... [et al.]. -- ilustr. -- APVV-15-0562 a KEGA-047SPU-4/2017.In: Journal of Ecological Engineering. -- ISSN 2081-139X. -- Vol. 21, no. 6 (2020), s. 224-228. -- 10.12911/22998993/124077.

Príspevky publikované na zahraničných vedeckých konferenciách:

Optimization of irrigation based on SAP flow measurement / Vladimír Kišš, Martin Manina. -- ilustr.In: SGEM 2018. -- 1st ed.. -- 812 s.. -- 978-619-7408-42-3 SGEM. -- Sofia : STEP92 Technology, 2018. -- S. 547-555.

Effect of SAP FLOW at optimization irrigation / Vladimír Kišš, Martin Manina. -- ilustr.In: SGEM 2019. -- 1st ed.. -- 799 s.. -- 978-619-7408-82-9 (brož.) SGEM. -- Sofia : STEP92 Technology, 2019. -- S. 161-168.

BÁREK, Viliam, JOBBÁGY, Ján: Navrhovanie automatických závlahových systémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2019, ISBN: 978-80-552-2135-9

JOBBÁGY, Ján - KRIŠTOF, Koloman - BÁREK, Viliam. Meliorácie v poľnohospodárstve : vlastnosti pôdy, odvodňovanie a zavlažovanie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017. 253 s. ISBN 978-80-552-1676-8.

### **Uplatnenie výsledkov projektu**

Vysokoškolský poľnohospodársky podnik SPU, s.r.o. So sídlom: Hlavná 561, 95178 Kolíňany, IČO : 36553069, IČ DPH: SK 2020150000

AMV Slovakia s.r.o. Dostojevského 2, 940 63 Nové Zámky, IČO: 00616931 , IČ DPH: SK2021 051934

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

Prioritný cieľ bol výskum založený na sledovaní faktorov vstupujúcich do procesu hospodárenia rastliny s vodou, založených na kontinuálnych meraniach jednotlivých prvkov s cieľom stanoviť parameter čo najpresnejšie a jednoducho definujúci nástup potreby závlahy, ako nástroja predchádzania vodného stresu rastlín s priamym dôsledkom zlepšenia podmienok rastu. Vhodnú koreláciu s našimi potrebami ukázala rýchla kinetika fluorescencie chlorofylu, doplnená JIP testom. Na vybraných príkladoch je evidentné, že pri rôznych parametroch sa odlišne prejavil rozdiel v dodaní vody. Tieto rozdiely v účinku faktora „genotyp“ a faktora „závlaha“ sme sa pokúsili aj kvantifikovať prostredníctvom koeficientu  $\eta^2$  (Eta squared), ktorý je vyjadrením veľkosti efektu faktora.

Pri všetkých fluorescenčných parametroch, pri faktore „genotyp“ sme zaznamenali preukazný vplyv, aj keď parametre ETo/RC, Area, Bo majú menšiu veľkosť efektu ( $\eta^2$ ). Na druhej strane, hodnotenie veľkosti efektu faktora ( $\eta^2$ ) pre „závlahu“ ukazuje, že parameter normalizovaná Area (Sm), teda parameter kvantifikujúci kapacitu elektrónových prenášačov v elektrón transportnom reťazci, veľmi citlivo a vysoko preukazne reagoval na rozdiely v dostupnosti vody medzi variantmi a môže preto slúžiť ako dobrý indikátor nástupu stresu.

Ďalšia použitá technika je hyperspektrálna analýza pri hodnotení citlivosti pšeníc na deficit vody. V poľných podmienkach bolo preukázané, že vybrané parametre odvodené z hyperspektrálnych záznamov umožňujú veľmi rýchlu detekciu zmien porastu vyvolanú spustením odlišných režimov zavlažovania. Najvyššiu citlivosť preukázali indexy priamo detegujúce obsah vody (WBI index), no dostatočne vysokú citlivosť sme zaznamenali aj pri niekoľkých indexoch patriacich do iných skupín parametrov spektrálnej reflektancie.

Jednotlivé genotypy reagovali na deficit vody veľmi špecificky, pričom dochádzalo k redukcii jednotlivých úrodovných prvkov na rôznej úrovni.

Ďalším sledovaným parametrom bolo meranie prietoku miazgy v rastlinách (Sap Flow).

Merania boli vykonané na Orechu kráľovskom a Jabloni. Výsledky ukazujú koreláciu s

vodným potenciálom pôdy, charakterizujúcim stav pôdnej vody avšak pre praktické aplikácie je potrebné pokračovať vo výskume, nakoľko sa technické prostriedky tohto výskumu stále zdokonaľujú.

Pre praktické riadenie závlah sa zo skúmaných metód javia merania dendrologických zmien nadzemných častí rastlín, ako perspektívne. Analýzy ukázali, že rastliny takýmto prejavom veľmi presne detekujú nástup stresu. S použitím teórie nulového rastu je možné presne stanoviť potrebu dodania závlahy. Tento prístup k riešeniu riadenia závlah sme si cestou zamestnávateľa dali patentovať. Na základe odporúčenia pracovníkov VCTI SR sme dopracovali náš zámer do úrovne funkčného prototypu s ktorým sa uchádzame o patentové pokračovanie.

Stabilita a výška úrod sú znaky požadované ako vo vyspelých, tak aj rozvíjajúcich sa krajinách. Extrémna nestabilita úrod bola historicky najviac spojená s chorobami, škodcami a extrémnymi klimatickými podmienkami. Citlivosť plodín na extrémne klimatické podmienky zostáva veľkým problémom, nakoľko šľachtenie na zvýšenú rezistenciu ku klimatickým extrémom je pomalšia a menej úspešná ako šľachtenie na rezistenciu k chorobám a škodcom. Stabilitu úrod možno zvýšiť agronomickými aj genetickými zmenami. Vyššie a rôznorodejšie vklady energie vedú k väčšej kontrole a tým aj stabilite úrod, najmä ak sú prítomné správne riadené závlahy.

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

The priority goal was research based on monitoring the factors entering the plant water management process, based on continuous measurements of individual elements to accurately and easily defining the onset irrigation as a tool to prevent plant water stress with direct consequences of improving growth conditions. Appropriate correlation with our needs was shown by rapid kinetics of chlorophyll fluorescence, supplemented by ICU test. In the selected examples, it is evident that the difference in water supply manifested itself differently for different parameters. We also tried to quantify these differences in the effect of the "genotype" factor and the "irrigation" factor using the coefficient  $\eta^2$  (Eta squared), which is an expression of the magnitude of the factor effect.

For all fluorescence parameters, for the factor "genotype" we recorded a demonstrable effect, although the parameters  $E_{To} / RC$ , Area,  $B_o$  has a smaller effect size ( $\eta^2$ ). On the other hand, the evaluation of the magnitude of the effect factor ( $\eta^2$ ) for "irrigation" shows that the normalized Area ( $S_m$ ) parameter, ie the parameter quantifying the capacity of electron carriers in the electron transport chain, reacted very sensitively and highly demonstrably to differences in water availability between variants and it can therefore serve as a good indicator of the onset of stress.

Another technique used is hyperspectral analysis to assess the susceptibility of wheat to water deficit. It has been proven in field conditions that selected parameters derived from hyperspectral records allows very rapid detection of vegetation changes caused by the triggering of different irrigation regimes. The highest sensitivity was shown by indices directly detecting the water content (WBI index), but we also recorded a sufficiently high sensitivity in several indices belonging to other groups of spectral reflectance parameters. Individual genotypes responded to water deficit very specifically, with the reduction of individual fertile elements at different levels.

Another parameter monitored was the measurement of sap flow in plants (Sap Flow). Measurements were performed on the Royal Walnut and the Apple tree. The results show a correlation with the water potential of the soil, which characterizes the state of soil water. However, for practical applications it is necessary to continue in research, as the technical means of this research are constantly being improved.

Measurements of dendrological changes in the aboveground parts of plant appears as promising method for the practical irrigation management. Analyses have shown that plants detect the onset of stress very accurately by such a manifestation. By using the theory of zero growth, is possible precisely determine demand of irrigation supply. We patented this approach to the irrigation management solution through the employer. Based on the recommendations of VCTI SR employees, we have completed our intention to the level of a functional prototype with which we are applying for a patent continuation.

Stability and quantity of crop are characteristics required in both developed and developing countries. Extreme crop instability has historically been most associated with a disease,

pests, and extreme weather conditions. The susceptibility of crops to extreme climatic conditions remains a major problem, as breeding for increased resistance to climatic extremes is slower and less successful than breeding for resistance to diseases and pests. Crop stability can be increased by both agronomic and genetic changes. Higher and more diverse energy deposits lead to greater control and thus crop stability, especially if properly managed irrigation is present.