

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE**

**MECHANIZAČNÁ FAKULTA
Katedra strojov a výrobných systémov**

**Technické, technologické a ekologické predpoklady
využívania závlah v súčasnom poľnohospodárstve**

Autoreferát dizertačnej práce
na získanie vedecko-akademickej hodnosti
philosophiae doctor
vo vednom odbore 41 – 15 – 9
Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby



Ing. Pavol Hlubina

Nitra, 2007

Dizertačná práca bola vypracovaná v externej forme doktorandského štúdia na Katedre strojov a výrobných systémov Mechanizačnej fakulty Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorand: Ing. Pavol Hlubina

Katedra strojov a výrobných systémov
Fakulta mechanizačná
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce: doc. Ing. Ján Simoník, PhD.

Katedra strojov a výrobných systémov
Fakulta mechanizačná
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: prof. Ing. Jaroslav Páltik, PhD.

Katedra strojov a výrobných systémov MF SPÚ v Nitre
prof. Ing. Mikuláš Látečka, PhD., rektor SPÚ v Nitre,
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva SPÚ v Nitre
doc. Ing. Ján Hríbik, CSc., riaditeľ š.p. Hydromeliorácie Bratislava

Autoreferát bol odoslaný dňa

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra strojov a výrobných systémov, Fakulta mechanizačná, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa o h pred komisiou pre obhajobu dizertačných práce vedného odboru 41 – 15 - 9 Technika a mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby na Mechanizačnej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre.

Miesto konania: Katedra strojov a výrobných systémov
Mechanizačná fakulta
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

Miestnosť:

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Mechanizačnej fakulty SPU v Nitre..

Predseda komisie pre obhajoby vo vednom odbore 41 – 15 - 9

Prof. Ing. Jozef Hrubec, CSc.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Abstrakt

Dizertačná práca sa zaoberá problematikou závlahových zariadení z pohľadu technologického vybavenia čerpacích staníc, efektívnosti prevádzky zariadení vo vzťahu spotreby elektrickej energie k odberu závlahovej vody. Rieši náhradu pôvodných postrekovačov na širokozáberových pivotových zavlažovačoch závlahovými dýzami. Posudzuje kvalitu pásových zavlažovačov vyrobených na Slovensku z hľadiska pozdĺžnej rovnomernosti navíjania hadice na bubon zavlažovača.

V časti analýzy ročných odberov závlahovej vody a spotrebovanej elektrickej energie poukazuje na rozdielnu využiteľnosť technologických zariadení, ktorá výrazne ovplyvňuje ekonomiku prevádzky závlahových zariadení.

U širokozáberového zavlažovača Fregat práca rieši rovnomernosť závlahovej dávky na jednotlivých ramenách zavlažovača s nainštalovanými náhradnými dýzami. Vykonali sa merania za účelom zistenia koeficientu rovnomernosti postreku a priamo na závlahovom stroji sa overila veľkosť závlahovej dávky po celej dĺžke závlahového stroja. Overili sa kvalitatívne parametre pásových zavlažovačov vyrobených na Slovensku v prevádzkových podmienkach.

Abstract

In this presented work we analyze the issues of irrigation equipment in the point of view to technological facilities of irrigation plants, effective equipment operation regarding to ratio of electrical energy consumption to irrigation water flow. We solve the replacement of previous sprinklers on broad-band irrigators for irrigation jets and review the quality of band irrigators made in Slovakia in the aspect of longitudinal uniformity of hose winding to irrigators drum.

In part of the annual irrigation water flow and electrical energy consumption analyses we've indicated different efficiency of technological facilities, which markedly influences the economical operation of irrigation plants. By the broad-band irrigator „Fregat“ we designed and tested the uniformity of irrigation on every irrigators arm with installed subsidiary jets. We executed the measurement in purpose to find out the coefficient of spray uniformity and right on the irrigator we verified the irrigation water amount on the whole length of irrigation machine. We confirmed the quality parameters of band irrigators made in Slovakia in working conditions.

Obsah

| | |
|--|----|
| Abstrakt | 3 |
| Úvod | 5 |
| Cieľ práce | 5 |
| Materiál a metódy | 6 |
| Technologické zariadenia čerpacích staníc | 6 |
| Analýza odberov závlahovej vody a spotreby elektrickej energie | 7 |
| Overenie parametrov postrekovacích dýz | 7 |
| Testovanie pozdĺžnej rovnomernosti pásových zavlažovačov a postrekovačov | 9 |
| Súhrn výsledkov s uvedením nových poznatkov | 10 |
| Technologické zariadenia čerpacích staníc | 10 |
| Ročné odbery vody a spotreby elektrickej energie | 11 |
| Overenie parametrov postrekovacích dýz | 13 |
| Testovanie pozdĺžnej rovnomernosti pásových zavlažovačov a parametrov postrekovačov | 16 |
| Záver | 18 |
| Vedecký prínos dizertačnej práce a jej využitie v spoločenskej praxi | 22 |
| Zoznam použitej literatúry | 23 |
| Zoznam publikovaných prác autora súvisiacich s riešenou problematikou | 25 |

Úvod

Pôda a voda patria k hlavným bohatstvám slovenskej krajiny. Závlaha svojim vplyvom na biosystém je význačným a účinným krajínovotvorným prostriedkom, ktorý pri správnej aplikácii priaznivo vplýva na ochranu a tvorbu životného prostredia.

Základné funkcie regulácie vodného režimu v poľnohospodársky využívanej krajine zabezpečujú hydromelioračné zariadenia. V rámci výstavby závlah na výmere viac ako 300 tis. ha bolo vybudovaných 484 čerpacích staníc, 228 km kanálových privádzačov a 180 vodných nádrží. Poľnohospodárske podniky zakúpili pre potreby zavlažovania cca 16 tisíc pásových zavlažovačov a 420 širokozáberových závlahových strojov. Tieto technické a technologické prostriedky vyžadujú neustálu starostlivosť s cieľom zachovania ich funkčnej schopnosti.

Na základe tejto skutočnosti bol v rokoch 1999 – 2002 spracovaný vedecko-technický projekt „Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva“. Jedným z cieľov subprojektu 02 „Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení“ bolo vypracovanie informačného systému pre komplexnú analýzu súčasného technologického stavu závlahových a odvodňovacích zariadení.

Doplňovanie nedostatku prirodzených zrážok vo vegetačnom období cestou zavlažovania je technicky a organizačne náročný proces, ktorý vyžaduje odborný prístup.

Cieľ práce

Zastaranosť a opotrebovanosť závlahových zariadení, požiadavky na efektívnu prevádzku pri rastúcich nákladových vstupoch vyžaduje potrebu zhodnocovať stav závlahových zariadení a určovať nové podmienky pre optimalizáciu ich prevádzky a ekonomickej efektivity.

Na základe uvedeného cieľom tejto práce je:

1. vykonať prieskum a analýzu technologických zariadení na závlahových čerpacích staniciach. Poukázať na technické predpoklady modernizácie ovládacích prvkov s modernizáciou technologických zariadení na čerpacích staniciach
2. vypracovať analýzu ročných odberov závlahovej vody na vybraných staniciach a spotreby elektrickej energie. Porovnať údaje s projektovanými parametrami staníc,
3. navrhnuť a skúškami overiť parametre postrekovacích dýz, ako náhradu za postrekovače z drahých kovov u širokozáberových zavlažovačov Sigmatic

- s realizovanou prestavbou na hydropohon. a na rekonštruovaných širokozáberových zavlažovačoch Fregat z pohľadu požiadaviek na rovnomernosť závlahovej dávky,
4. vykonať testovanie pásových zavlažovačov vyrobených v Slovenskej republike pre overenie parametrov porovnateľných s dovážanými zavlažovačmi z pohľadu pozdĺžnej rýchlosti navíjania hadice na cievku pásového zavlažovača. Súčasne vykonať testovanie parametrov postrekovačov Rain – Bird a Twin pre návrh na vybavenie uvedených zavlažovačov vhodným postrekovačom.

Materiál a metódy

Splnenie cieľov dizertačnej práce vyžadovalo v prvom kroku zabezpečiť údaje o zabudovaných zariadeniach na jednotlivých čerpacích staniciach. Tieto sú zaznamenané v technologických kartách, kde sú evidované podstatné údaje o čerpadlách, elektropohonoch, transformačných staniciach, 22kV vzdušných elektrických prípojkách, zdvíhacích zariadeniach, tlakových nádobách a pod.

Technologické zariadenia čerpacích staníc.

Zo spracovanej údajovej základne technologických zariadení boli osobitne spracované údaje o typoch čerpadiel a elektromotorov k čerpadlám. Tieto údaje boli spracované samostatne za každý región. Hlavná databáza bola vytvorená z údajov tzv. hlavných (závlahových) čerpadiel.

Tab. 1 Evidencia typov a technických parametrov čerpadiel v regióne

| Typ čerpadla | Výrobné číslo | Q l/s | H m | Otáčky n/min | Funkčnosť | Poznámka |
|--------------|---------------|----------|--------|-----------------|-----------|----------|
|--------------|---------------|----------|--------|-----------------|-----------|----------|

Obdobným spôsobom bola vytvorená databáza pre elektromotory hlavných čerpadiel.

Tab. 2 Evidencia typov a technických parametrov elektromotorov v regióne

| Typ elektromotora | Výrobné číslo | Otáčky n/min | Výkon kW | Poznámka |
|-------------------|---------------|-----------------|-------------|----------|
|-------------------|---------------|-----------------|-------------|----------|

V konečnej fáze boli spracované a vyhodnotené technické údaje o viac ako 1100 čerpadlách a elektromotoroch. Údaje podľa regiónov boli spracované formou grafických prehľadov.

Analýza odberov závlahovej vody a spotreby a elektrickej energie

Pre systém spracovania údajov o odbere vody boli vypracované tzv. dodacie listy (Tab. 3). V týchto boli zaznamenané všetky potrebné údaje o typoch detailu, časovom období prevádzky, počtoch prevádzkovaného detailu a použitého postrekovača. Výkonnostné parametre konkrétneho postrekovača boli prevzaté z údajov príslušných výrobcov závlahového detailu v závislosti od použitej dýzy a dosahovaného prevádzkového tlaku. Vypočítané množstvá odberu vody závlahovým detailom boli vzájomne porovnávané s výkonnostnými parametrami čerpadiel na čerpacej stanici. Údaje boli vyhodnocované denne a sumarizované po ukončení mesiaca.

Tab. 3. Evidencia odberu závlahovej vody detailom v m³

| DODACÍ LIST - odber závlahovej vody za mesiac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|----------|------------------------|-----|------------------------|----|------------------------|--------|------------------------|-----|------------------------|----|------------------------|--------|------------------------|-----|------------------------|----|------------------------|--------|------------------------|-----|---------------------------------|
| Výkaz o prevádzke závlahového detailu - čerpacia stanica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Odberateľ: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Druh detailu | Výkon postrekovača DN dýzy v mm | Pondelok | | | Utorok | | | Streda | | | Štvrtok | | | Piatok | | | Sobota | | | Nedeľa | | | Voda celkom ha / m ³ |
| | | Z | ks | hod | Z | ks | hod | Z | ks | hod | Z | ks | hod | Z | ks | hod | Z | ks | hod | Z | ks | hod | |
| | | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | K | odber v m ³ | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Pre získanie údajov priemernej spotreby elektrickej energie na jednotku odobratej vody sme sledovali a vyhodnocovali spotrebovanú elektrickú energiu a množstvo dodanej vody na príslušnom odbernom mieste. Pri mesačnom sledovaní odberu vody za príslušnú čerpaciu stanicu boli zároveň vykonané prepočty podielu spotrebovanej elektrickej energie v kWh k odobratej vode v m³ jednotlivými odberateľmi. Na základe mesačných podkladov boli vyhodnotených údaje za jednotlivé čerpacie stanice za obdobie rokov 1995 – 2006.

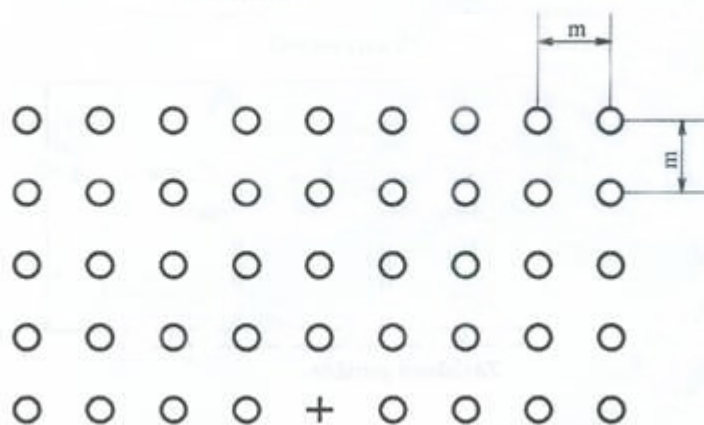
Vzhľadom na rôzne projektované parametre podávacích čerpacích staníc, resp. závlahových čerpacích staníc boli namerané údaje rozdelené podľa druhu čerpacích staníc resp. vyhodnocované a porovnávané v rámci príslušných závlahových sústav. V konečnej fáze sme údaje spracovali v grafickej forme s vyznačením trendovej čiary predmetnej údajovej základne.

Overenie parametrov postrekovacích dýz.

Pri zadaní výroby dýz s rôznym prietokovými otvormi sme postupovali podľa STN ISO 8026 „Poľnohospodárske zavlažovacie zariadenia – Rozstrekovače“. V súlade so všeobecnými podmienkami pre výber materiálu na výrobu sme zvolili

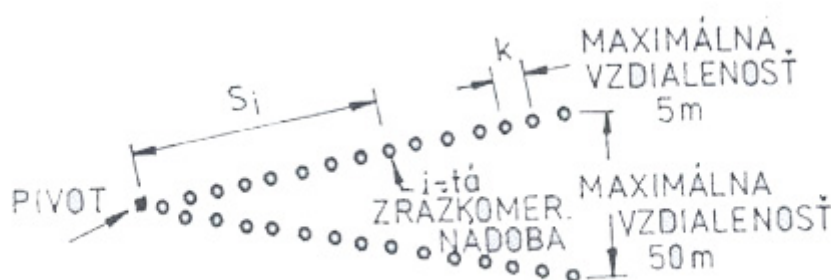
materiál silon. Dýza bola konštruovaná s možnosťou jej osadenia na pôvodnej konštrukcii ramena zavlažovača v mieste pôvodného postrekovača.

Experimenty sa uskutočnili na spevnenej ploche v areáli čerpacej stanice Oravné. Merné nádoby vyhovovali požiadavkám STN ISO 8026 a na skúšobnej ploche boli umiestnené do štvorcov s dĺžkou strany 1m.



Obr. 1 Rozmiestnenie merných nádob ($m = 1m$) pri skúške rovnomernosti

Z nameraných údajov boli vypočítané koeficienty rovnomernosti (CDU) pre jednotlivé dýzy. V ďalšej etape sme dýzy umiestnili na širokozáberevý zavlažovač Fregat, kde sme sledovali pozdĺžnu rovnomernosť zavlažovania. Súbor hodnôt závlahových dávok sme zisťovali v zrážkomerných nádobách po jednom prechode zavlažovača. Zrážkomerné nádoby boli umiestnené v dvoch lúčoch vychádzajúcich od pivota zavlažovača, pričom ich vzdialenosť na koncoch je max. 50 m (vid'. Obr. 2)



Obr. 2 Rozmiestnenie merných nádob pri skúške rovnomernosti širokozáberevého postrekovača

*Testovanie pozdĺžnej rovnomernosti pásových zavlažovačov
a postrekovačov*

Z pásových zavlažovačov vyrobených v Slovenskej republike - NOVMET 90/320 MT, TEKO 90/340 MT a RELA 90/340 MT sme na vybratom stroji vykonali meranie z pohľadu pozdĺžnej rýchlosti navíjania hadice na cievku pásového zavlažovača a získané hodnoty boli porovnávané s normatívnymi hodnotami.

Tab. 4 Údaje rýchlosti navíjania hadice pre zistenie pozdĺžnej rovnomernosti

| Vrstva hadice | Poloha hadice | Čas tm min. | Čas th hod. | Dĺžka l m | Rýchlosť v m.h-1 | Odchýlka vstvy % | Rozptyl max-min % | Odchýlka celkom % |
|---------------|---------------|-------------|-------------|-----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | L, S, P | | | | | | | |

Legenda: L, S, P ľavá (stred, pravá) strana bubna zavlažovača

Pomocou terčikov bolo vyznačené miesto, kde sa odčítaval začiatok a koniec meraného úseku na hadici. Dĺžky meraných úsekov boli v dĺžke 5 m. Z dôvodu získania uceleného prehľadu pozdĺžnej rovnomernosti sme sledovali aj úseky navíjania hadice pri prechode na ďalšiu vrstvu. Hodnoty rýchlostí navíjania pre jednotlivé vrstvy boli porovnávané s hodnotou rýchlosti pre prvú vrstvu (Tab. 4).

Nakoľko bol zavlažovač vybavený trojstupňovou prevodovkou, merania boli vykonané pre každý rýchlostný stupeň. Testovanie sa uskutočnilo na pozemkoch Agropartner a.s. Plavecké Podhradie s pásovým zavlažovačom NOVMET.

Závislosti nameraných hodnôt boli vyjadrené pomocou grafu pre jednotlivé rýchlostné stupne a jednotlivé vrstvy navíjania hadice na bubon zavlažovača.

Pre vyhodnocovanie výkonových parametrov postrekovačov zahraničnej výroby využívaných na pásových zavlažovačoch obdobných prietokových parametroch sme pre experiment použili postrekovač Raind-Bird.

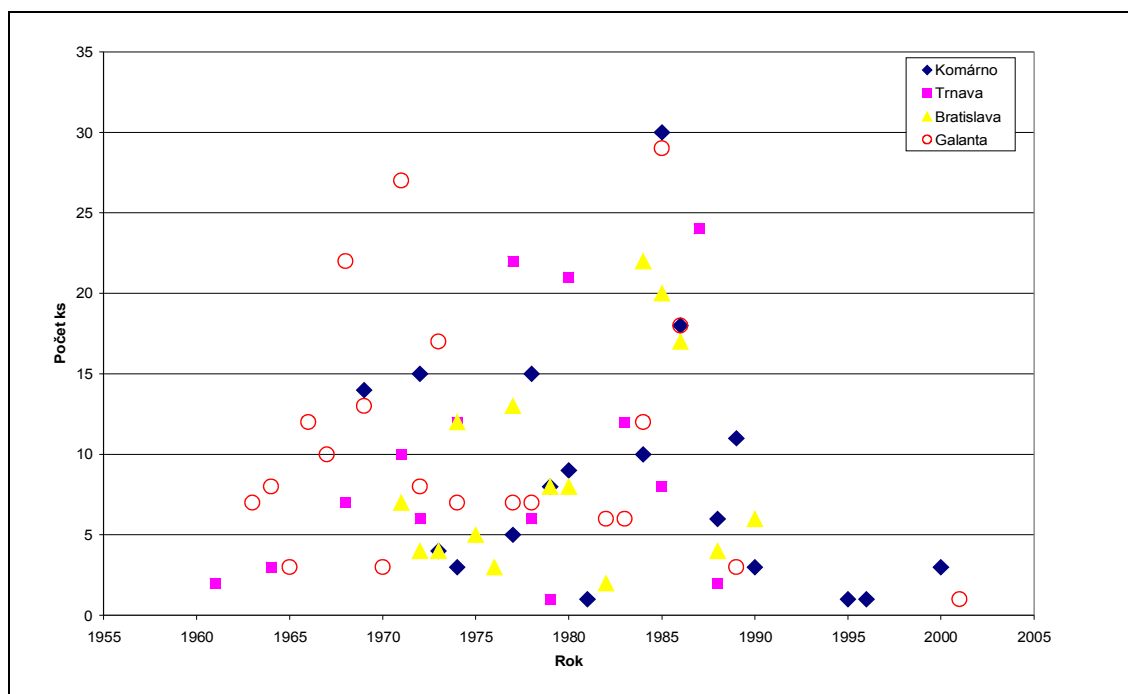
Postup testovania určuje STN ISO 7749-2 „Poľnohospodárske zavlažovacie zariadenia – Otáčavé postrekovače“ 2 časť: rovnomernosť zavlažovania a skúšobná metodika. Merné nádoby boli rozmiestnené v rovnakých vzdialenostiach od seba pozdĺž polomeru zavlažovanej plochy, pričom za počiatočný bod sa považuje miesto, na ktorom je nainštalovaný postrekovač.

Koeficient rovnomernosti zavlažovania na úrovni 100 % vyjadruje absolútne rovnomerné zavlažovanie celého poľa. Nižšie percentuálne hodnoty CDU vyjadrujú menšiu rovnomernosť zavlažovania.

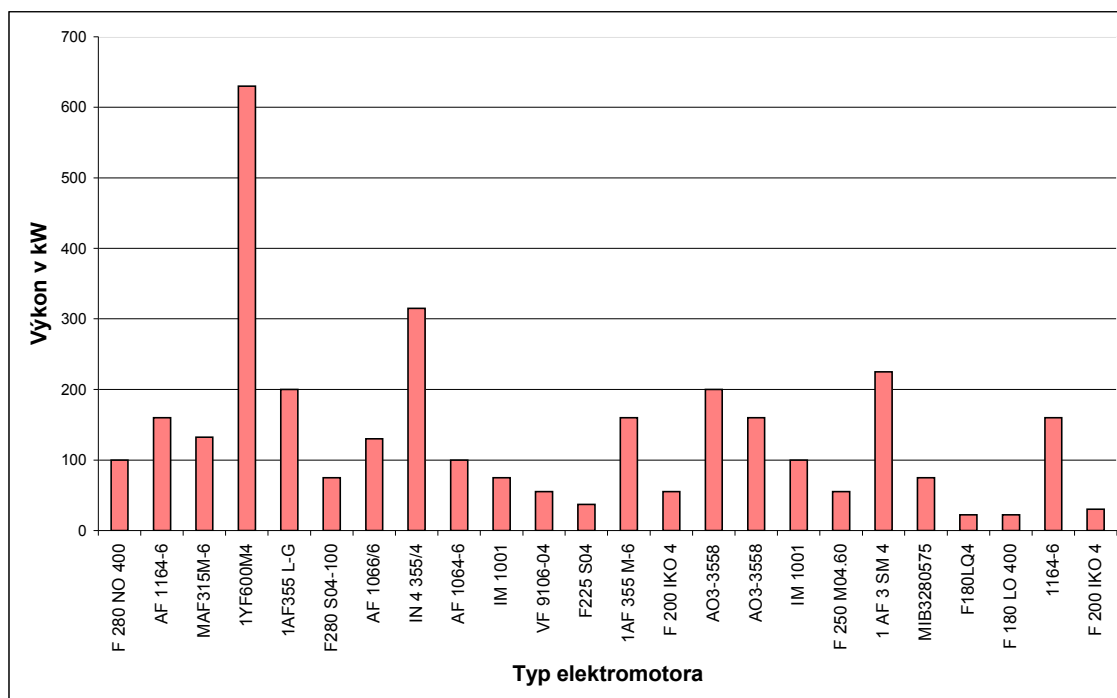
Súhrn výsledkov s uvedením nových poznatkov.

Technologické zariadenia čerpacích staníc.

V rámci Slovenskej republiky boli spracované údaje technologických kariet 15 podávacích čerpacích staníc, 245 závlahových čerpacích staníc a 3 odberných objektov z rozhodujúcich závlahových oblastí Slovenska. V Slovenskej republike je evidovaných cca 280 funkčných závlahových čerpacích staníc, z nich bolo analyzovaných 87,5 %. Spracovanie tejto údajovej základne súviselo s úlohou vypracovať informačný systém pre komplexnú analýzu technologického stavu závlahových zariadení - subprojekt 02 „Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení“ ako súčasť VTP „Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva“. Etapa získavania a spracovávanía údajov predstavovala z hľadiska prácnosti jednu z najnáročnejších súčastí riešenia subprojektu. V ďalšej fáze boli samostatne vyhodnotené údaje o čerpadlách a samostatne o elektromotoroch. V prípade potreby zabezpečenia náhradného čerpadla prípadne elektromotora je možné na základe požadovaných technických parametrov vybrať obdobný druh zariadenia.



Obr. 3 Časové obdobie uvádzania čerpadiel do prevádzky vo vybraných regiónoch



Obr. 4 Grafické vyjadrenie príkonov elektromotorov v regióne Trnava

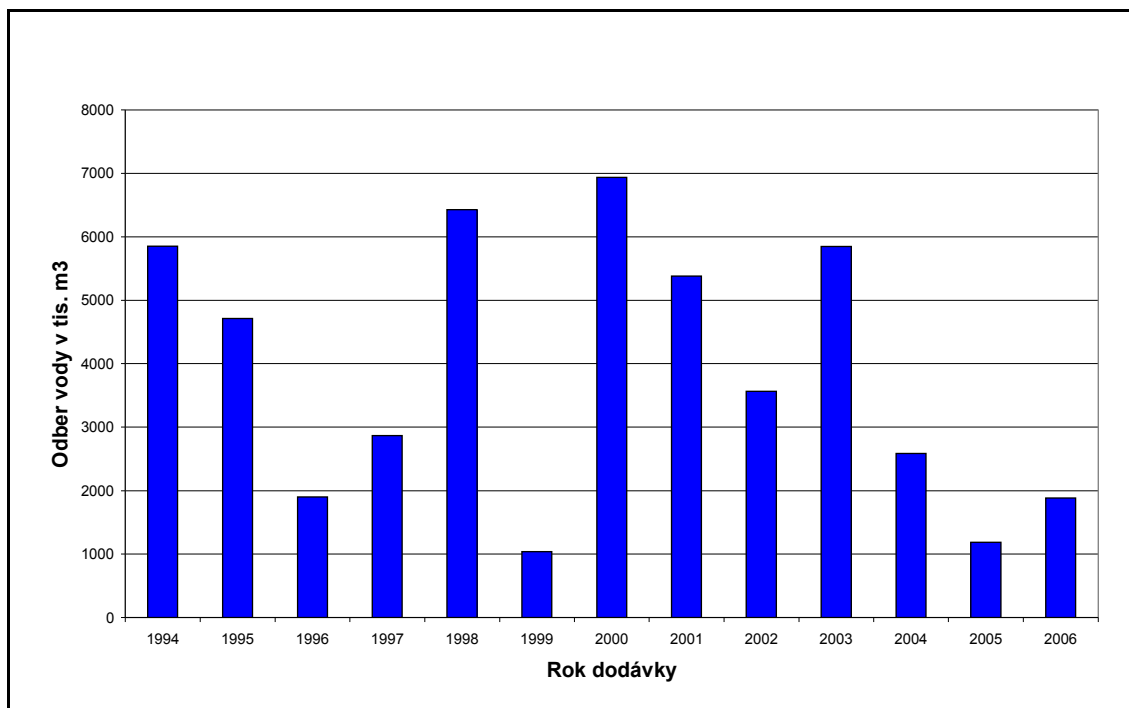
Ročné odbery vody a spotreby elektrickej energie

Pri výbere čerpacích staníc pre sledovanie vybratých parametrov sme prihliadali na taký výber staníc, ktoré boli v priebehu vegetačného obdobia každoročne využívané. Podmienkou bola aj jednotná metodika sledovania zvolených parametrov. Tieto podmienky spĺňali závlahové systémy v oblasti Nové Mesto nad Váhom – Piešťany – Hlohovec – Trnava.

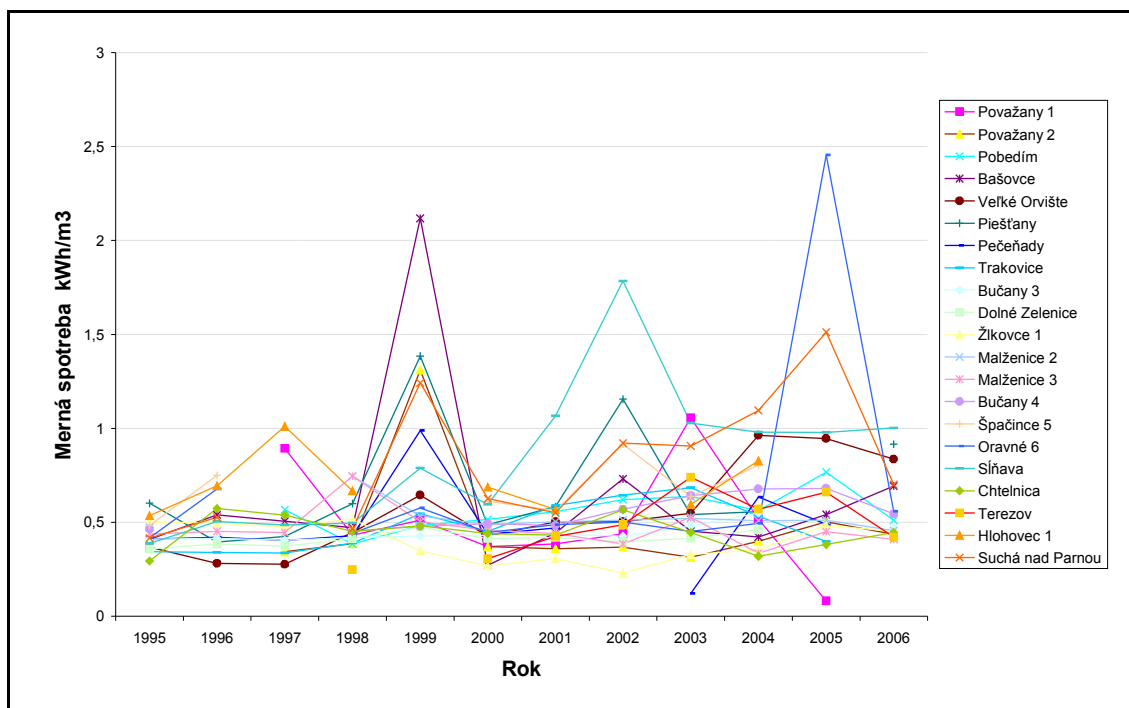
Pre dodávku vody k čerpacím staniciam slúžia podávacie čerpace stanice a odberné objekty pre nadlepšovanie prietokov vody na tokoch s vybudovanými odbermi vôd pre závlahy. Z uvedeného technického riešenia vyplýva zvýšená energetická náročnosť závlahových sústav na odber elektrickej energie.

Na vybraných prevádzkovaných čerpacích staniciach bolo mesačne zisťované množstvo dodanej závlahovej vody a spotrebovanej elektrickej energie. Údaje boli spracované a vyhodnotené za obdobie 1995 – 2006, t.j. dvanásťročné obdobie.

Postupné zvyšovanie cien elektrickej energie umocňuje požiadavku na efektívne využitie parametrov čerpadla s elektromotorom, nakoľko náklady na energiu tvoria najvyššiu časť z nákladov súvisiacich s dodávkou závlahovej vody.



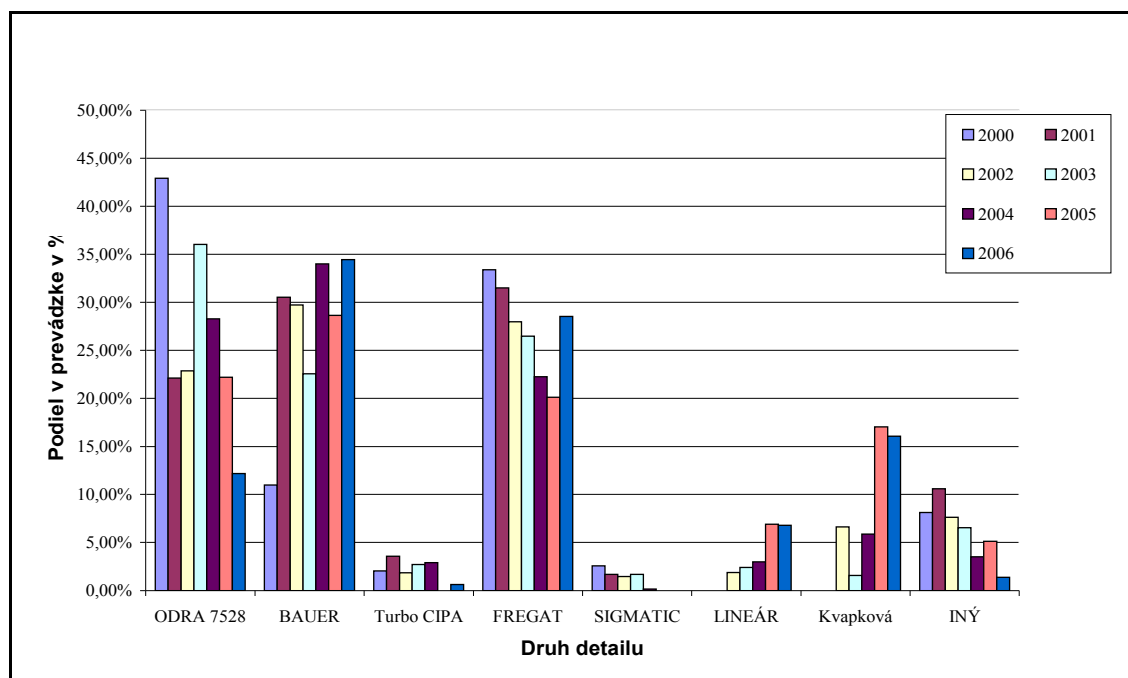
Obr. 5 Prehľad dodávky závlhovej vody za roky 1994 až 2006 – Agrostav Trnava a.s.



Obr. 6 Prehľad o priemernej ročnej spotrebe elektrickej energie v regióne Trnava

Využitie prietokových parametrov čerpacích staníc priamo ovplyvňuje nasadenie závlahového detailu.

V rámci riešenia danej problematiky sme vyhodnocovali prevádzku závlahového detailu v regióne Trnava za roky 2000 – 2006.



Obr. 7 Podiel dodávky závlahovej vody v oblasti Trnava –Hlohovec – Piešťany - Nové Mesto nad Váhom podľa druhu detailu za roky 2000 – 2006

Na pozitívnom odbere závlahovej vody pásovými zavlažovačmi ODRA 7528 sa prejavila dotačná podpora na rekonštrukcie a modernizácie pohybových častí zavlažovačov. Rekonštrukcia pôvodných olejových okruhov výrazne skvalitnila ekonomickú prevádzku zavlažovačov a dočasne zvýšila nasadenie tohto detailu.

Širokozáberové zavlažovače sa vyznačujú pomerne vysokou produktivitou. Z dôvodu ich rozkrádania sa zvyšujú náklady na ich opätovné uvedenie do prevádzky a počet funkčných zavlažovačov každoročne klesá.

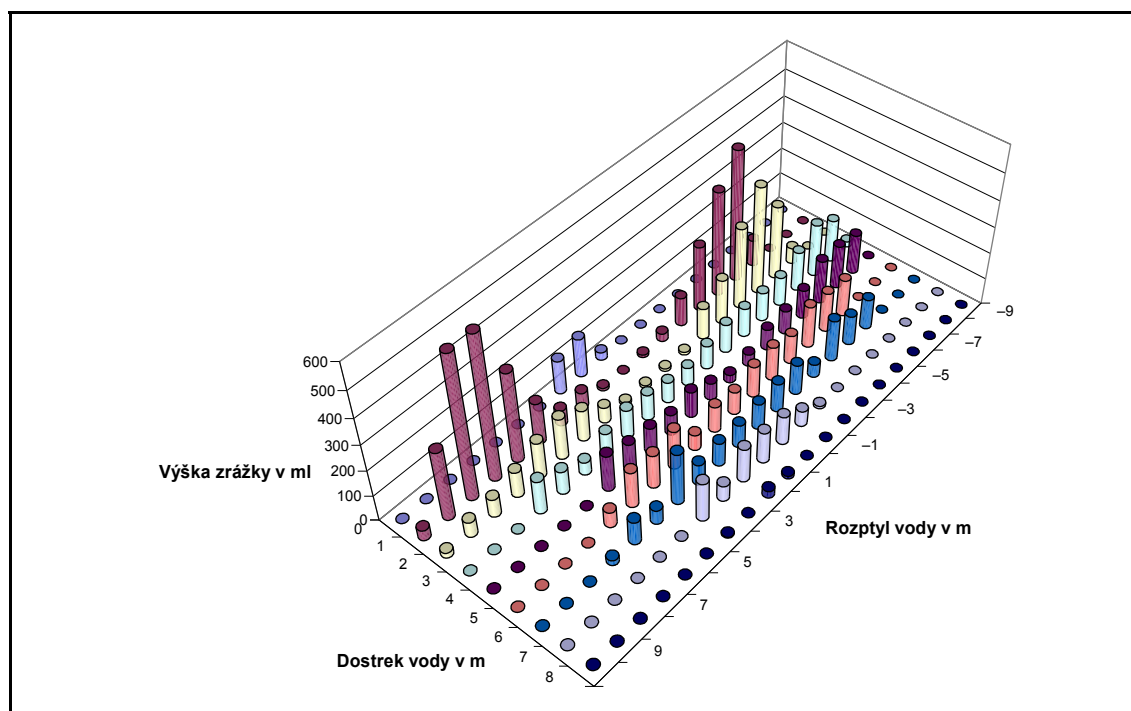
Overenie parametrov postrekovacích dýz

Širokozáberové zavlažovače vykazujú klesajúci trend využívania okrem iného aj z dôvodu rozkradnutia postrekovačov. Vzhľadom na uvedený problém sme riešili náhradu odcudzených pôvodných postrekovačov dýzami s rôznym priemerom otvoru. Ako tvarový vzor bola použitá dýza používaná na závlahovej konzole ZK – 50 výrobcu Sigma Olomouc. Po predbežnom výpočte otvorov dýzy, ktoré vychádzajú od priemeru 3,6 – 12 mm sme prvé skúšobné dýzy vyrobili s otvorom 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 mm. Namerané údaje boli zaznamenávané do príslušnej tabuľky (Tab. 5).

Tab. 5 Hodnoty zrážok v ml v merných nádobách pre dýzu DN 10 b

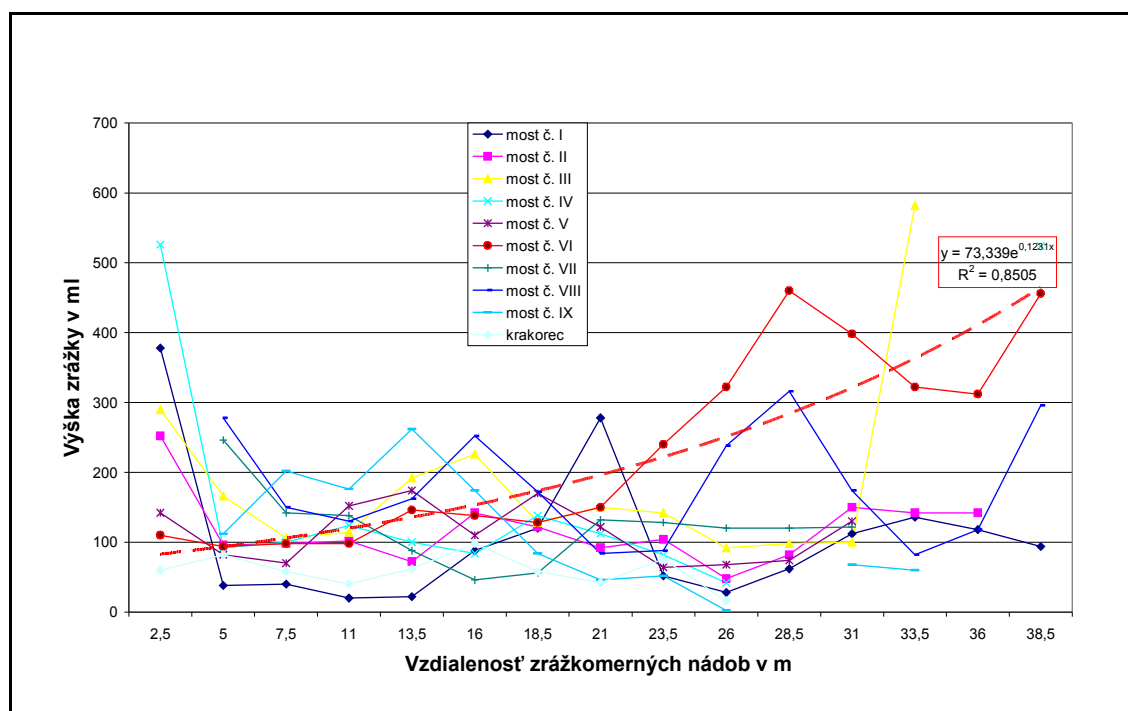
| riadok/stĺpec | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| -9 | 0 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -8 | 0 | 0 | 0 | 160 | 150 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -7 | 0 | 0 | 60 | 200 | 165 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6 | 0 | 100 | 280 | 150 | 165 | 140 | 115 | 0 | 0 |
| -5 | 0 | 500 | 410 | 110 | 110 | 150 | 112 | 0 | 0 |
| -4 | 0 | 400 | 310 | 110 | 90 | 160 | 158 | 0 | 0 |
| -3 | 0 | 250 | 170 | 110 | 80 | 110 | 50 | 0 | 0 |
| -2 | 0 | 110 | 120 | 110 | 45 | 130 | 115 | 10 | 0 |
| -1 | 0 | 30 | 10 | 90 | 30 | 120 | 110 | 60 | 0 |
| 0 | Dýza | 10 | 10 | 70 | 65 | 88 | 100 | 110 | 0 |
| 1 | 30 | 0 | 10 | 80 | 100 | 100 | 88 | 120 | 10 |
| 2 | 150 | 10 | 10 | 100 | 80 | 60 | 90 | 130 | 27 |
| 3 | 130 | 60 | 60 | 110 | 100 | 150 | 80 | 60 | 0 |
| 4 | 0 | 60 | 120 | 90 | 110 | 130 | 200 | 150 | 3 |
| 5 | 0 | 160 | 160 | 50 | 140 | 140 | 55 | 0 | 0 |
| 6 | 0 | 350 | 140 | 90 | 0 | 60 | 90 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 560 | 100 | 130 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 |
| 8 | 0 | 560 | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 0 | 270 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 40 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Legenda: riadok = rozptyl vody , stĺpec = dostrek vody



Obr. 8 Grafické znázornenie dostreku vody a výšky zrážok pre dýzu DN 10 b

V ďalšej etape overovania sme dýzy osadili na širokozábberový zavlažovač Fregat. Zo zrážkomerných nádob umiestnených vo vzdialenosti 2,5 m od seba sme vytvorili dva lúče.



Obr. 9 Grafické znázornenie výšky zrážok pre jednotlivé mosty Fregat – lúč č.2

Tab. 6 Hodnoty zrážok a miesta osadenia dýz na zavlažovači Fregat – lúč 2

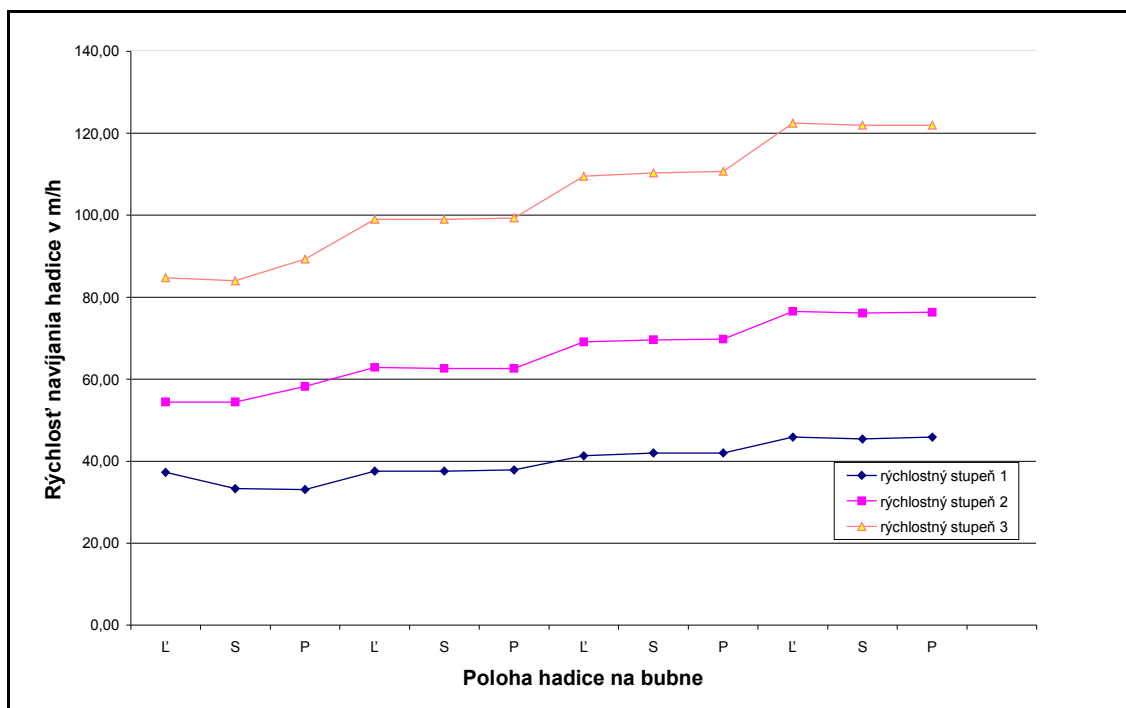
| | Osadenie trysiek na širokozábberovom zavlažovači Fregat | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------------|------------|
| Vzdialenosť, m | 2,5 | 5,0 | 7,5 | 11,0 | 13,5 | 16,0 | 18,5 | 21,0 | 23,5 | 26,0 | 28,5 | 31,0 | 33,5 | 36,0 | 38,5 |
| | | | D4 | | | | | D4 | | | | | | D4 | |
| most č. I. | <u>378</u> | 38 | 40 | 20 | 22 | 88 | 120 | 278 | 52 | 28 | 62 | 112 | 136 | 118 | 94 |
| | | | D4 | | | | | D5 | | | | | D5 | | |
| most č. II. | <u>252</u> | 96 | 98 | 102 | 72 | 142 | 122 | 92 | 104 | 48 | 82 | 150 | 142 | 142 | - |
| | | | D5 | | | | | D5 | | | D6 | | | | |
| most č. III. | <u>290</u> | 166 | 106 | 114 | 192 | 226 | 128 | 150 | 142 | 92 | 98 | 100 | <u>582</u> | | |
| | | | D6 | | | | D6 | | | | | D6 | | | |
| most č. IV. | <u>52</u> <u>6</u> | 92 | 100 | 124 | 100 | 84 | 138 | 112 | 82 | 42 | * | * | * | * | <u>524</u> |
| | | | D7 | | | | D7 | | | | D7 | | | | |
| most č. V. | 142 | 82 | 70 | 152 | 174 | 110 | 112 | 170 | 122 | 64 | 68 | 74 | 130 | | |
| | | | D8 | | | | D8 | | | | | D8 | | | |
| most č. VI. | 110 | 94 | 98 | 98 | 146 | 138 | 128 | 150 | 240 | 322 | 460 | 398 | 322 | 312 | <u>456</u> |
| | | | D8 | | | | D8 | | | | | D9 | | | |
| most č. VII. | * | 246 | 142 | 138 | 88 | 46 | 56 | 132 | 128 | 120 | 120 | 122 | * | | |
| | | | D9 | | | | D9 | | | | | D10 | | | |
| most č. VIII. | <u>278</u> | 150 | 130 | 162 | 252 | 172 | 84 | 88 | 238 | 316 | 174 | 82 | 118 | <u>296</u> | |
| | | | D11 | | | | D11 | | | | D11 | | | | |
| krakorec | 82 | 58 | 40 | 62 | 98 | 58 | 42 | 76 | 16 | | | | | | |

D4 – miesto osadenie a veľkosť otvoru dýzy, **D** - nefunkčná dýza (upchaná nečistotami)

*Testovanie pozdĺžnej rovnomernosti pásových zavlažovačov
a parametrov postrekovačov*

Merania sa uskutočnili na pozemkoch Selekt Bučany v regióne Trnava a Agrosystém s.r.o. Drahovce v regióne Piešťany. Nakoľko zavlažovač je vybavený tromi rýchlostnými stupňami, merania boli uskutočnené s využitím všetkých rýchlostných stupňov. Zavlažovač je konštrukčne prispôbený pre vstupné pracovné tlaky 0,5 – 1,0 MPa a je vybavený plnoprietoknou turbínou s možnosťou mechanickej regulácie navíjania závlahovej hadice s priemerom 90 mm.

Z uskutočnených meraní navíjania hadice pri zaradenom prvom rýchlostnom stupni sa prejavili malé rozdiely rýchlostí navíjania v jednotlivých vrstvách. Po prechode hadice na ďalšie vrstvy sa prejavila zmena rýchlostí navíjania. Táto zmena rýchlosti v jednej vrstve sa pohybuje v rozmedzí do 7 %, pri porovnaní rýchlostí počas celého pracovného procesu navíjania sa prejavil nedostatočný účinok mechanického zariadenia znižujúceho prietok vody turbínou pri prechode jednotlivými vrstvami navíjania.



Obr. 10 Grafické vyjadrenie rýchlosti navíjania hadice podľa vrstiev pre jednotlivé rýchlostné stupne

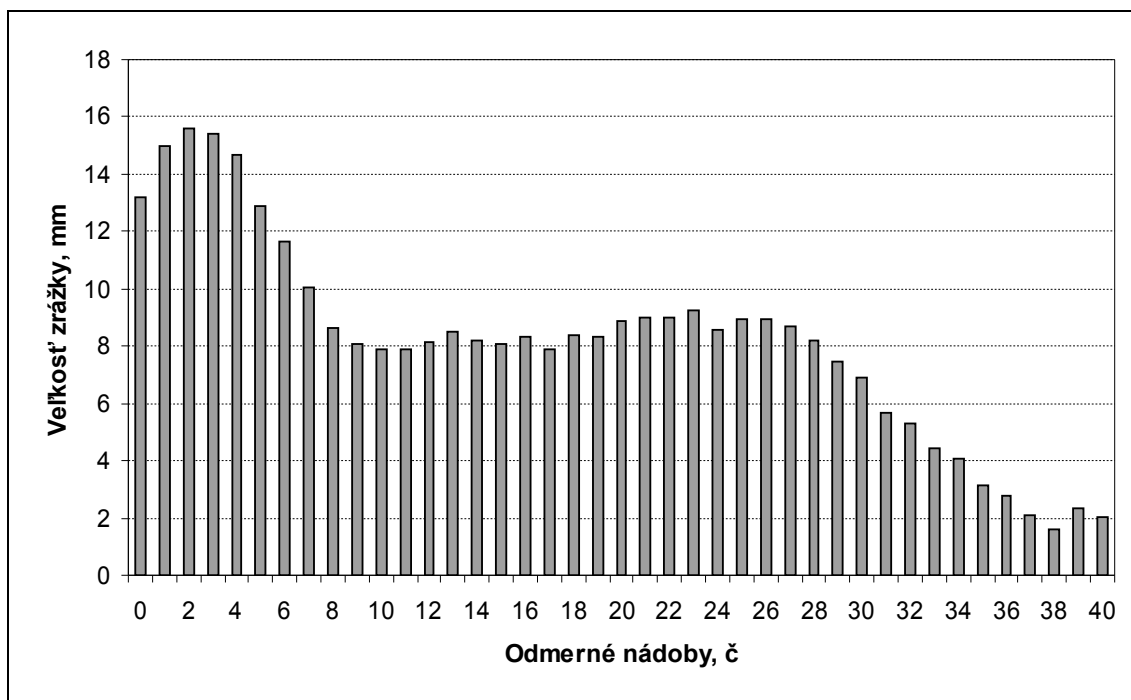
Po doladení nastavenia mechanickej regulácie bude možné rozptyl rýchlostí navíjania hadice medzi jednotlivými vrstvami zavlažovača minimalizovať.

Meranie parametrov postrekovačov sa uskutočnilo s postrekovačom Rain Bird SR 2003. Rovnomernosť (rozdelenie intenzity) postreku platná pre jeden postrekovač je jedným z najdôležitejších ukazovateľov kvality závlahy postrekom. V súčasnosti sa odporúča v súlade so znením ON 754307 hodnotiť rovnomernosť postreku pomocou podielu efektívne zavlaženej plochy na celkovej ploche pod závlahou v predpísanej tolerancii od strednej hodnoty závlahovej dávky. Prechádza sa na hodnotenie rovnomernosti postrekovačov podľa normy ISO 7749-2 "závlahové zariadenia – rotačné postrekovače, časť 2 : rovnomernosť postreku a skúšobné metódy.

Rovnomernosť postreku v poľných skúškach bolo vykonané postrekovačom Rain Bird typ SR2003, výrobné číslo 5832 s veľkosťou dýzy 20,0 mm

Postrekovače firmy RAIN BIRD sú vhodné na osadenie na pásové ale aj na pivotové zavlažovače. Postrekovače SR 2003 sú vyrobené zo zliatiny, táto modifikácia má sadu dýz s kovovým ústím. Vylepšený variant postrekovačov sú typy SR 2005.

Postrekovač sa skúšal na pozemkoch podniku SELEKT a.s. Výskumný a šľachtiteľský ústav Bučany. Pracovalo sa na rovinnatom pozemku s nulovým sklonom na podmietnutom strnisku pšenice s nerovnomerne zapraveným strniskom.



Obr. 11 Dažďomerná krivka postrekovača RAIN-BIRD SR 2003

Záver

Technické, technologické a ekologické predpoklady využívania závlah v súčasnom poľnohospodárstve je téma neustále diskutovaná v odbornej verejnosti. V rámci spracovania vedecko-technického projektu „Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva“, subprojektu 02 „Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení“ sa prvý krát pristúpilo k celkovej evidencii technických zariadení zabudovaných v objektoch čerpacích staníc, odberných objektov resp. špeciálnych staníc – podávacích, plávajúcich a pod.

Spracované údaje poukazujú na veľkú rozmanitosť typov a výkonností čerpadiel a elektromotorov v rámci jednotlivých regiónov.

Technické riešenie starších čerpacích staníc neumožňuje s dostatočnou efektívnosťou dodávať vodu menším odberateľom, nakoľko výkony čerpadiel zodpovedajú veľkoplošnému nasadeniu závlahovej techniky. Z uvedeného dôvodu je potrebné riešiť náhradu nevyužívaných (vo väčšine prípadov nefunkčných resp. odcudzených) kľudových čerpadiel za čerpadlá s menšou výkonnosťou. Podmienkou je neprekročenie maximálnej kapacity čerpacej stanice uvedenej vo vodoprávnom rozhodnutí o užívaní stavby resp. maximálneho príkonu zabudovaných elektrospotrebičov – tzv. technického maxima. Uvedené technické riešenie je možné na základe súčasných poznatkov v prvom rade uplatňovať u tých čerpacích staníc, kde pôvodný plán osevných postupov bol po transformácii poľnohospodárskych podnikov rozdrobený na menšie výmery. Druhou podmienkou je kapacita funkčného závlahového detailu s možnosťou odberu závlahovej vody minimálne v objeme 50 % výkonnosti zabudovaného čerpadla. Prípady neefektívneho odberu závlahovej vody sa vyskytujú najmä na starších závlahových čerpacích staniach. Tieto sú vybavené rovnakými čerpadlami v počte 4 – 6 ks s vysokými výkonnosťami (nad 350 m³/hod. dodanej vody). Navrhované riešenie zmeny výkonnosti minimálne jedného čerpadla bolo navrhnuté a realizované na čerpacej stanici Bašovce. Pôvodne zabudované agregáty v počte 6 kusov dosahujú výkonnosť čerpadla 380 m³/hod a príkon elektromotora 160 kW. Z uvedeného počtu jedno nefunkčné čerpadlo bolo nahradené čerpadlom o výkonnosti 144 m³/hod s príkonom elektromotora 75 kW. Predmetné riešenie navrhujeme postupne realizovať pri rekonštrukciách a modernizáciách čerpacích staníc s perspektívou pravidelných odberov vody.

Meniace sa dodacie podmienky a cenové relácie odberu elektrickej energie vyžadujú priebežné sledovanie a vyhodnocovanie spotreby elektrickej energie v kWh na m³ dodanej závlahovej vody. Na základe zistených údajov je potrebné pre každé odberné miesto posúdiť a navrhnúť optimalizáciu prevádzkových parametrov čerpadiel, elektromotorov a závlahového detailu.

Nutnou súčasťou modernizácie elektrických a technologických zariadení z hľadiska znižovania prevádzkových nákladov na obsluhu čerpacích staníc je modernizácia automatiky. Možnosť nastavenia zahájenia a ukončenia denného zavlažovania podľa dohodnutého časového a kvantitatívneho odberu závlahovej vody umožňuje spustiť zavlažovanie bez prítomnosti obsluhy.

U čerpacích staníc v rámci sústavy Trnavská tabuľa sever predmetné riešenie bolo odskúšané na všetkých čerpacích staniaciach sústavy a výsledok potvrdil zlepšenie efektívnosti prevádzky vrátane optimalizácie spotreby elektrickej energie u podávacej čerpacej stanice ako aj jednotlivých čerpacích staníc.

U širokozaberových zavlažovačov sa rekonštrukciou pohonných jednotiek dosiahlo opätovné sprevádzkovanie niekoľkých desiatok zavlažovačov. Rozkradnuté a značne poškodené pivotové zavlažovače boli sprevádzkované za ekonomicky prijateľných nákladov, niekoľko násobne nižších ako sú obstarávacie náklady na nové závlahové zariadenia porovnateľnej výkonnosti. U sprevádzkovaných strojov zostáva na doriešenie dodržanie podmienok rovnomerného rozdelenia závlahovej dávky po celej pracovnej dĺžke závlahového stroja. Vývojom a testovaním postrekovacích dýz sa vytýčila jedna z možností riešenia skvalitnenia závlahovej dávky.

Ekologické predpoklady využívania závlah sa prejavili v riešení prestavieb starých pásových zavlažovačov typu PZT 75, ODRA 7528 a HRON 90/320. Prestavba týchto závlahových strojov na hydropohon vylúčila používanie olejových okruhov ako neekologických konštrukčných prvkov zavlažovačov. V rámci Slovenska bolo uvedeným spôsobom modernizovaných viac ako 200 pásových zavlažovačov. Turbínový pohon prispel k podstatnému zníženiu porúch zavlažovačov, ktoré spôsobovali nielen nerovnomerné závlahové dávky, ale aj utlačanie pôdy pri pohybe mechanizmov zabezpečujúcich opravy poškodených častí resp. podmáčanie pôdy pri poruchách pohybových jednotiek.. Efektivita sa zároveň prejavila v znížení nákladov na údržbu a prevádzku uvedených zavlažovačov. Kontinuálny pohyb postrekovača dosiahnutý zabudovaním turbíny pri navíjaní hadice zlepšil rovnomernosť závlahovej dávky.

Výroba a testovanie pásových zavlažovačov typu NOVOMET, TEKO, RELA potvrdila, že výrobné podniky v Slovenskej republike sú schopné vyrobiť kvalitnú závlahovú techniku. Prevádzkové parametre splňujú podmienky na efektívny odber závlahovej vody z vybudovaných hlavných závlahových zariadení bez nároku na ich rekonštrukciu resp. modernizáciu. Vybavenie závlahovej techniky je možné doplniť ďalšími regulačnými prvkami vo vzťahu k spoločensko-sociálnej situácii v danej oblasti.

Náhradou pôvodných postrekovačov SP 20 za nové typy postrekovačov Bauer, Twin, Rain-Bird resp. Senior sa dosiahla vyššia kvalita rovnomernosti závlahovej dávky.

Znižovanie podielu podpory finančných prostriedkov na zachovanie funkčnosti, ochrany resp. na údržbu a opravy hlavných melioračných zariadení zo strany MP SR nedáva predpoklady na udržanie optimálneho prevádzky schopného stavu zariadení. Tieto sú zároveň vystavené neustálemu poškodzovaniu resp. rozkrádaniu.

U nákladov súvisiacich s odberom závlahovej vody sa naopak prejavuje trend zvyšovania nákladov za odobratý m^3 závlahovej vody. Priemerné náklady na elektrickú energiu v roku 2004 predstavovali hodnotu v rozmedzí 0,73 – 1,87 Sk/ m^3 odobratej vody. V roku 2006 predstavovali tieto náklady 1,38 – 3,05 Sk/ m^3 . V extrémne nízkych požiadavkách na odber vody náklady dosahovali hodnotu viac ako 15 Sk/ m^3 .

Náklady na prevádzku čerpacej stanice vrástli z 0,70 Sk/ m^3 dodanej vody v roku 2004 na 1,10 Sk/ m^3 dodanej vody v roku 2006.

K riešeniu problematiky závlahových zariadení neprispieva ani chýbajúca ucelená koncepcia budúcnosti hlavných melioračných zariadení ako aj oddiaľovanie prijatia „Zákona o hydromelioráciách“, ktorý by právne a systémovo začlenil hydromeliorácie, ktorých hodnota predstavuje viac ako 7 mld. Sk do právneho poriadku Slovenska.

Problematika ochrany, prevádzky a opráv závlahových zariadení každoročne prináša problémy správcovi hlavných melioračných zariadení v zabezpečení dostatočného zdroja finančných prostriedkov pre úhradu opodstatnených nákladov súvisiacich so zachovaním funkčnosti, ochrany a havarijných opráv zariadení.

U odberateľov závlahovej vody problém nastáva už v procese návrhu osevných postupov, Výber optimálneho zaradenia plodín náročných na vlahu na územie so zabudovanými závlahovými zariadeniami a zhodnotenie plánovaných nákladov do ekonomiky rastlinnej výroby je nutný aj z hľadiska striedania plodín v rámci danej

výmery. Nasadenie plánovaného závlahového detailu vyžaduje zabezpečenie jeho údržby resp. v prípadoch značnej opotrebovanosti riešenie vhodnej modernizácie. Nákup novej závlahovej techniky zo širokého sortimentu pásových zavlažovačov, širokozáberovej závlahovej techniky resp. iného typu závlahových zariadení vyžaduje kvalifikované posúdenie prietokových a tlakových parametrov podzemných rúrových rozvodov a celkového stavu elektrických a technologických zariadení.

Klesajúce využívanie závlahových zariadení je ovplyvňované práve technickým stavom zariadení, ktoré operatívne nedokáže dodať dostatok závlahovej vody v príslušnej rastovej fáze danej kultúry vo vzťahu k nedostatočnému rozloženiu prirodzených zrážok počas vegetačného obdobia. Široký výber závlahovej techniky vytvára pre potenciálnych záujemcov problém pri výbere stroja vhodného pre jeho prevádzkovanie na vybudovaných závlahových podzemných rúrových rozvodoch. Vysoké výkonnostné parametre spôsobujú veľké bodové odbery, čím znemožňujú efektívne rozmiestnenie závlahového detailu na ďalších hydrantoch umiestnených za miestom bodového odberu. Pásové zavlažovače s priemerom hadice 100, 110 mm svojím prietokom sú porovnateľné s výkonnosťou širokozáberových zavlažovačov. Pri ich uvádzaní do prevádzky je nutné posúdiť prietokové parametre podzemných rúrových rozvodov.

Veľkú úlohu z hľadiska znižovania nákladov na prevádzku závlahových čerpacích staníc zohráva aj využívanie nových prvkov v automatizácii riadenia prevádzky čerpacích staníc. Neustále zmeny podmienok odberu elektrickej energie, ktorá sa stáva najväčšou položkou prevádzkových nákladov čerpacích staníc si vyžaduje inštaláciu prvkov zabezpečujúcich blokáciu chodu elektrických zariadení čerpacej stanice počas obdobia energetickej výseče resp. iných extrémnych prevádzkových podmienok. V roku 2005 bolo nutné riešiť obmedzenie prevádzky elektrických spotrebičov maximálne do výšky dopredu dohodnutej rezervácie mesačného odberu v kW. Prekročenie tohto výkonu o 1 kW predstavoval penalizáciu v hodnote 1000,- Sk/kW. Pri zabudovaných spotrebičoch 75 – 200 kW bola úspora vynaložených finančných prostriedkov na uvedené blokovanie chodu čerpacej stanice k hodnote možného finančného postihu podstatná.

Vedecký prínos dizertačnej práce a využitie v spoločenskej praxi

Rozkrádanie závlahových zariadení je jedným z najvýraznejších problémov zachovania funkčnosti závlahových zariadení. Tento problém sa týka nielen hlavných melioračných zariadení, ale aj závlahového detailu – prvkov riadiaceho procesu zabudovaného na závlahových strojoch.

Z výsledkov doktorandskej dizertačnej práce vyplýva nasledovný vedecký prínos:

- Spracovanou analýzou zabudovaných technologických zariadení na čerpacích staniaciach – čerpadiel, elektromotorov a pod., bola vytvorená ucelená databáza týchto zariadení, čo vytvára základ pre technicko-ekonomické hodnotenie ich prevádzky a návrh na ich následné efektívne využívanie.
- Rozšírenia a doplnenie metodiky hodnotenia efektívnosti hlavných závlahových zariadení a závlahového detailu je možné využiť v ďalšej vedeckej práci pri riešení koncepcie ekonomickej efektívnosti celého závlahového procesu.
- Prínos práce spočíva tiež v navrhovaní a riešení sfunkčnenia širokozáberových pivotových zavlažovačov z pohľadu skvalitňovania rovnomernosti závlahovej dávky.
- Dosiahnuté výsledky získané pri vyhodnocovaní spotreby elektrickej energie súvisiacej s dodávkou závlahovej vody a celkových nákladov na elektrickú energiu je možné využiť pri riešení návrhu na modernizáciu a rekonštrukciu zariadení resp. pri riešení koncepcie ďalšieho smerovania využívania závlahových zariadení.

V súčasnosti sa prejavujú požiadavky niektorých odberateľov na nákup samonosných čerpadiel zavesených za traktorom na zavlažovanie plodín v záujmovom území závlah. Tento spôsob zavlažovania je z ekonomického, technického ale aj ekologického hľadiska málo perspektívny, pokiaľ sa nejedná o závlahu špeciálnej plodiny s malou výmerou na veľkej závlahovej sústave (jahody a pod.). Aj tento dôvod nastoľuje požiadavky na zefektívňovanie a optimalizáciu celého procesu prevádzky závlahových zariadení.

Získané poznatky sú postupne uvádzané do závlahárskej praxe. Prostredníctvom odborných časopisov *Moderná mechanizácia*, denníka *Roľnícke noviny* a pod. je s výsledkami oboznamovaná široká verejnosť. Prezentáciou na špecializovaných podujatiach „Deň závlahovej techniky“ uskutočňovaných v minulosti v Bratislave,

v Špačinciach a v posledných rokoch pri Komárne v oblasti Ďulov Dvor je možné porovnávať získané výsledky medzi odbornou verejnosťou.

Zoznam použitej literatúry

1. ANTAL, J.: Agrohydroológia, 2 vyd. Nitra, SPÚ, 1999 168 s. ISBN 80-7137-610-8
2. BAYER, J. 1999. Nové technologicko-technické trendy pri rekonštrukciách a modernizáciách závlahových čerpacích staníc. In Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. storočia. Zborník referátov z vedeckej konferencie VÚMKI. Bratislava: Semisoft, 1999, s. 197 – 201. ISBN 80-85755-08-4
3. BAYER, J. Analýza potreby a technického riešenia priamych meraní odberov závlahovej vody na ZČS, 2005 s. 20. Hydromeliorácie š.p. Bratislava
4. BODNÁR, J. a. i. : Meliorácie/Ďalej. Bratislava, SPF, 2000. 94 s.
5. BODNÁR, J. – JUHÁS, G. – HLUBINA, P. et. al.2000: Návrh transformácie meliorácií, SPF, Bratislava, 94 s.
6. CATI – Center for irrigation technology: Current Listing of International Irrigation Standards (September 2000)
7. HELDI, A.: Zavlažovanie z pohľadu súčasnej ekonomiky. In: Hospodárenie v závlahových podmienkach. Poradenská príručka VÚZH. Bratislava: Semisoft, 1998, s. 121 – 139. ISBN 80-85755-04-1.
8. HEINIGE, V. – VELEBNÝ, V. – BLAHA, J. et al. 1998: Hydromelioračné stavby, STÚ Bratislava: 321 s ISBN 80-227-1089-X,.
9. HRÍBIK, J.: Analýza prevádzkových parametrov závlahovej čerpacej stanice. In: Vedecké práce VÚZH. Bratislava : Semisoft, 1999, s. 83-94.
10. HRÍBIK, J.: Rekonštrukcia a modernizácia závlahových sústav v podmienkach transformovaného poľnohospodárstva. In: Záverečná Syntetická správa za VIP, VÚZH. Bratislava : Semisoft, 1997, 98 s..
11. KING, B.A.- STARK, J.C. - KINCAID, D.C.: Spotlight on Sprinkler Irrigation Uniformity. <http://www.greenmediaonline.com/ij/2000/0600/0500iss.asp> (18.3.2004)
12. LAMM, F.: Uniformity of In-canopy Center Pivot Sprinkler Irrigation, Kensas State University, July 1998 <http://www.oznet.ksu.edu/irrigate/UICCP98.html> (20.5.2001)
13. LANTZKE, N.: Best practices for Irrigation and Fertiliser Management on Sandy Soils, National Program for Sustainable Irrigation (March 2003) <http://www.npsi.gov.au/knowledge.asp?Ref=103> (7.11.2005)

14. LÁTEČKA, M.: Rovnomernosť postreku pri závlaha otáčavými postrekovačmi. SPÚ Nitra, 2000, s.58. ISBN 80-7137-678-7
15. LÁTEČKA, M. – KLEMENTOVÁ, E. – SIMONÍK, J. : Transformačné modelovanie rovnomernosti pri závlaha pri závlaha postrekom, Acta Horticulturae et Regioecturae, Volume 4, 2002, str. 9-11.
16. MASÁR, M. – SIMONÍK, J. 1999. Modernizácia a rekonštrukcia závlahového detailu. In: Hydromelióracie Slovenska na prahu 21. storočia. Zborník referátov z vedeckej konferencie VÚMKI. Bratislava : Semisoft, 1999, s. 215 – 220. ISBN 80-85755-08-4
17. MOLINÉ, L. Etude des techniques traditionnelles d'irrigation en cevennes.Orstom-universite Montpellier III Paul Valery, 1998
18. NOVOTNÝ, M. – MASÁR, M. 1998. Využívanie modernej závlahovej techniky a jej parametre. In: Hospodárenie v závlahových podmienkach. Poradenská príručka VÚZH. Bratislava : Semisoft, 1998, s. 97 – 121. ISBN 80-85755-04-1.
19. NOZDROVICKÝ, L. – RATAJ, V. – MIHAL, P.: Mechanizácia rastlinnej výroby a jej hospodárne využívanie. SPÚ Nitra, 1997, s 127. ISBN 80-7137-439-3.
20. PACIGA, A. 1975. Čerpadlá, armatúry, potrubia. SVŠT Bratislava. 148 s. ISBN 85 - 256 – 75
21. PARAJKA, J.: Mapovanie zrážok regiónu východného Slovenska. In: Vplyv antropogénnej činnosti na vodný režim nížinného územia. Bratislava: Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied Bratislava, 1999, s. 193-197.
22. REHÁK, Š. a i. : Stratégia hydromelióracií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva Slovenska. Bratislava, Záverečná syntetická správa o výsledkoch riešenia VTP 27 – 08. 2003. 166 s.
23. RŮŽIČKA, M.: Technika a kvalita zavlažování. ÚZPI Praha, 1996. s.50 ISSN 0862-3562.
24. SIMONÍK, J.: Kvalitatívne hodnotenie pásových zavlažovačov. In. Acta technologica agriculturae Nitra, 1998, č.2, s.51-54.
25. SOLOMON, K.: Sprinkler Irrigation Uniformity <http://cati.csufresno.edu/cit/rese/90/900803> (18.3.2004)
26. USDA – United States Department of Agriculture, Laura McGinnis: ARS Scientists Collaborate to Increase Irrigation Accuracy (October 2005) <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2005/051007.htm> (7.11.2005)
27. WILLIAMS, J.: Using Time Domain Reflectometry to Measure, Journal of Undergraduate Research, Volume 5, Issue 2 - November 2003 http://www.clas.ufl.edu/jur/200311/papers/paper_williams.html (7.11.2005)

28. WILSON T. – ZOLDOSKE D.: Evaluating Sprinkler irrigation Uniformity, CATI Publication, July 1997 <http://www.wateright.org/evalsprink.asp> (20.5.2001)

Zoznam publikovaných prác autora súvisiacich s riešenou problematikou

ADF Vedecké práce v domácich nekarentovaných časopisoch

- ADF1 Vývoj zavlažovača NOVMET 90-320 MT a jeho kvalitatívne ukazovatele / Ján Simoník, Mikuláš Látečka, Milan Masár, Pavol Hlubina
In: Acta technologica agriculturae. - ISSN 1335-2555. - Roč. 3, č. 2 (2000), s. 52-55.

AFC Publikované príspevky na zahraničných vedeckých konferenciách

- AFC1 Prestavba a modernizácia čerpacích staníc závlahových sústav / Ján Simoník, Pavol Hlubina
In: Zemědělská technika a energetika na prahu nového tisíciletí : Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference : České Budějovice 28.6-29.6.2001. - České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2001. - ISBN 80-7040-495-7. - s. 61-63.
- AFC2 Modernizácia čerpacích staníc regiónu Bratislava - vidiek / Ján Simoník, Mikuláš Látečka, Pavol Hlubina
In: Technika v procesech trvale udržitelného hospodaření a produkce bezpečných potravin : Sborník příspěvků z mezinárodní vědecké konference spojené se setkáním vysokoškolských a výzkumných pracovišť : Brno 11.-12.9.2002. - Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2002. - ISBN 80-7158-604-2. - s. 148-152.

Využitie prvkov diaľkového ovládania v prevádzke závlahových zariadení / Pavol Hlubina In.: 2. medzinárodná konferencia automatizácia a mechanizácia prevádzky závlahových systémov, Bratislava 413 003/90, ISBN 80-233-0076-8, s.15-17

AFD Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

- AFD1 Vývoj zavlažovača NOVMET 90-320 MT / Ján Simoník, Milan Masár, Pavol Hlubina
In: Kvalita a spolehlivost' strojov : 5. medzinárodné vedecké sympóziu pri Medzinárodnom strojárskom veľtrhu 2000 : Nitra 31.5.-1.6.2000. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2000. - ISBN 80-7137-720-1. - s. 91-92.
- AFD2 Vybavenosť podnikateľských subjektov závlahovou technikou / Ján Simoník, Marek Halás, Pavol Hlubina
In: Agrotech Nitra 2001 : Poľnohospodárska technika na začiatku 21. storočia : Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie : Nitra 6.6.2001. - 1. vyd. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2001. - ISBN 80-7137-874-7. - s. 351-355.
- AFD3 Vývoj zavlažovača Novmet 90-320 MT a jeho hodnotenie z hľadiska rovnomernosti postreku / Mikuláš Látečka, Ján Simoník, J. Hríbik, P. Hlubina

In: ENVIRO NITRA 2000 : Medzinárodná konferencia : Nitra 4.5.2000. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2000. - s. 133-136.

AFD4 Analýza stavu technologických zariadení čerpacích staníc / Ján Simoník, Pavol Hlubina In: Kvalita a spoľahlivosť strojov : 6. medzinárodné vedecké sympóziu pri Medzinárodnom strojárskom veľtrhu 2001 : Nitra 30.-31.5.2001. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2001. - ISBN 80-7137-873-9. - s. 56-58.

AFD5 Modernizácia čerpacích staníc a rúrových sietí regiónu Trnava / Pavol Hlubina, Ján Simoník
In: Vidiecke stavby 2001 - architektúra - konštrukcie - technológie : Zborník referátov z medzinárodnej konferencie : Nitra 4.7.2001. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2001. - ISBN 80-7137-882-8. - s. 95-99.

AFD6 Prestavba a modernizácia čerpacích staníc / Ján Simoník, Pavol Hlubina
In: Kvalita a spoľahlivosť strojov : 7. medzinárodné vedecké sympóziu : Sprievodná akcia Medzinárodného strojárkeho veľtrhu 2002 : Nitra 29.-30.5.2002 [elektronický zdroj]. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2002. - ISBN 80-8069-034-0. - s. 54-56.

SIPK 567873

AFD7 Modernizácia čerpacích staníc = Modernization bucket stations / Pavol Hlubina, Ján Simoník
In: Kvalita a spoľahlivosť strojov [elektronický zdroj] = Quality and reliability of machines : 9. medzinárodné vedecké sympóziu / [zostavovateľ: Jozef Žarnovský]. - 1. vyd. - Elektronický konferenčný zborník. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2004. - ISBN 80-8069-369-2. - S. 26-28. - 1 elektronický optický disk (CD ROM).

BDF Odborné práce v nekarentovaných domácich časopisoch

BDF1 Faktory ovplyvňujúce výber závlah / Ján Simoník, Pavol Hlubina
In: Naše pole. - ISSN 1335-2466. - Roč. 8, č. 5, (2004), s. 29-30. - Spôsob prístupu: <http://www.nasepole.sk/pole05/clanok.asp?ArticleID=23>

1 Problematika prevádzky a údržby závlahových zariadení / Pavol Hlubina

In: Roľnícke noviny. - Roč. [70], č. 216 (1999).

2 Pred závlahovou sezónou 2001 / Pavol Hlubina

In: Roľnícke noviny 22.2.2001, s. 4.

BODNÁR, J. – JUHÁS, G. – HLUBINA, P. et. al.2000: Návrh transformácie meliorácií, SPF, Bratislava, 94 s.

- Aktívna činnosť vo vedeckovýskumných tímoch
- Masár, M. – Simoník, J – Hlubina, P a kol. 1997. Príprava a realizácia informačného systému pre servis a údržbu závlahovej techniky. Záverečná správa za účelovú činnosť : VÚZH Bratislava 1997. 36 s. (spoluriešiteľ)
- Masár, M. – Simoník, J. – Hlubina a kol. 1998. Modernizácia a rekonštrukcia strojov závlahového detailu : Záverečná správa za účelovú činnosť.: VÚZH Bratislava, 1998. 38 s. (spoluriešiteľ)

- Reháč, Š. a kol. 1999. Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva, riešenie čiastkovej úlohy v etape 02 – Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení a v etape 03 – Možnosti modernizácie a rekonštrukcie závlahových zariadení, hľadanie optimálnej varianty z aspektu ekonomickej reálnosti : Priebežná správa. Bratislava : VÚMKI 1999, digitalizovaná forma výsledkov. (spoluriešiteľ).
- Masár, M. – Simoník, J - Hlubina P. 2000. Štúdia aplikácie rekonštruovanej závlahovej techniky : Záverečná správa za účelovú činnosť. Bratislava : VÚMKI, 2000, (spoluriešiteľ)
- Halás. M. – Hríbik, J. Hlubina, P. – Masár. M. – Simoník, J. 2000. Analýza technologického stavu závlahového detailu na Slovensku : Záverečná správa. Bratislava : VÚMKI, 2000. 65 s. (spoluriešiteľ)
- Simoník, J. – Hlubina, P. 2000. Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva, riešenie čiastkovej úlohy v etape 02 – Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení a v etape : Priebežná správa za vecnú etapu. Bratislava : VÚMKI, 2000, (spoluriešiteľ).
- Simoník, J. – Hlubina, P. 2001. Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva, riešenie čiastkovej úlohy v etape 02 – Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení a v etape : Priebežná správa za vecnú etapu. Bratislava : VÚMKI, 2001, (spoluriešiteľ).
- Simoník, J. – Hlubina, P. 2002. Stratégia rozvoja hydromeliorácií v trvalo udržateľnom rozvoji poľnohospodárstva, riešenie čiastkovej úlohy v etape 02 – Technologická modernizácia hydromelioračných zariadení a v etape : Záverečná správa za vecnú etapu. Bratislava : VÚMKI, 2002, (spoluriešiteľ).
- Látečka, M. – Okenka, I. – Simoník, J. – Hlubina, P. 2002. Rekonštrukcia a modernizácia širokozáberových zavlažovačov. : Záverečná správa grantového projektu, číslo projektu 1/7662/20. Nitra : SPU, 2002, (spoluriešiteľ).
- Simoník, J – Hlubina P. a kol. 2003. Spracovanie metodologických hodnotiacich postupov na rekognoskáciu a analýzu parametrov. Analýza variantných riešení rekonštrukcie a modernizácie závlahového detailu a jej technických parametrov. Analýza riadenia nasadenia závlahového detailu. Priebežná správa za vecnú etapu projektu APVT 26-015002 Bratislava : Hydromeliorácie š.p., 2003, 61 s.
- Simoník, J. – Hlubina P. a kol. Expertný systém na rekognoskáciu stavu a prehodnocovanie výkonných prvkov závlahových sústav, ktoré sú súčasťou intenzívnych poľnohospodárskych technológií. Záverečná správa za vecnú etapu 3 projektu APVT 26-015002. Bratislava : Hydromeliorácie, š.p., 2004, 49 s
- Simoník, J. – Hlubina, P. 1999. Hodnotenie rovnomernosti postreku postrekovača postrekovača RAIN BIRD SR 2000: Záverečná správa. Nitra : SPU, 1999. 15 s.