

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
MECHANIZAČNÁ FAKULTA

Katedra strojov a výrobných systémov

**Hodnotenie efektívnosti závlahovej techniky pri zavlažovaní  
vybraných plodín**

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

Ing. Ján Jobbágy

Nitra, 2007

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

**Doktorand:** Ing. Ján JOBBÁGY  
Katedra strojov a výrobných systémov  
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

**Vedúci dizertačnej práce:**  
Doc. Ing. Ján SIMONÍK, PhD.  
Katedra strojov a výrobných systémov, MF SPU v Nitre

Oponenti: prof. Ing. Aurel SLOBODA, PhD.  
profesor na Katedre bezpečnosti a kvality produkcie,  
Strojnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach

doc. Ing. Ján HRÍBIK, PhD.  
poverený riaditeľ podniku Hydromeliorácie š.p., Bratislava

doc. Ing. Vladimír RATAJ, PhD.  
Katedra strojov a výrobných systémov, MF SPU v Nitre

Autoreferát bol odoslaný dňa .....

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra strojov a výrobných systémov, Mechanizačná fakulta, 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 SPU 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

## S Ú H R N

Cieľom práce bolo rozpracovanie metód pre riadenie zavlažovania s využitím poznatkov z oblasti presného poľnohospodárstva. Podľa rozpracovaných metód sa uskutočnilo presné zavlažovanie a potom sa namerané a získané výsledky zhodnotili.

V prvom rade bolo potrebné získať informácie o hraniciach pozemku, ich presnú geografickú polohu a rozlohu. Rozloha prvého pozemku bola 62,5 ha, druhého 28 ha a tretieho 22 ha. Na prvom pozemku sa stanovilo 30 monitorovacích bodov, na druhom 24, a na treťom 19. Na týchto monitorovacích bodoch sa stanovili základné hydrolimity. Na záver sa v monitorovacích bodoch stanovila vlhkosť pôdy ako rozhodujúci faktor pre určenie závlahovej dávky. Počas celého vegetačného obdobia sa aplikovalo precízne na prvom pozemku šesť závlahových dávok, na druhom sedem dávok a na treťom päť závlahových dávok. V porovnaní s konvenčným aplikovaním vody sa pri precíznom zavlažovaní stanovili úspory vody, energie a nákladov.

*Dizertačná práca bola riešená v rámci výskumného projektu VEGA 1/0587/03 „Implementácia prvkov presného poľnohospodárstva v manažmente vybraných systémov pestovania poľných plodín“, ktorý bol riešený v rokoch 2003 – 2005 na Katedre strojov a výrobných systémov Mechanizačnej fakulty SPU v Nitre.*

## A B S T R A C T

The aim of this work was processing methods for irrigation controlling with knowledge utilization from precision agriculture sphere. According to the in-processed methods precision irrigation process was performed and obtained results were evaluated.

At first, was necessary to obtain information about array bounds, their exact geographical location and area. The area of first array was 62.7 ha, of second 28 ha and third 22.5 ha. Thirty monitoring points were determined on the first array, on the second 24 and on the third 19. Baseline hydrolimits were determined on these monitoring points. In conclusion was allocated moisture content of soil in monitoring points as critical factor for irrigation batch definition. Six irrigation batches were applied precise on the first array during whole vegetal period, on the second seven batches and on the third five irrigation batches. Compared with conventional water application, were determined savings of water, electric energy and costs.

*Dissertation thesis was part of research project VEGA number 1/0587/03 „Implementation of attributes of precision farming in management of selected cropping systems“, that was solved in 2003 – 2005 in Department of Machines and Production Systems, Faculty of Agricultural Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra.*

## Ú V O D

Poľnohospodárske výrobné systémy závisia na využití vodných zásob pre život. Na jednotlivých miestach je treba meniť množstvo vody, vzhľadom na pôdnu variabilitu v priestore (zloženie pôdy, topografia, pôdna vodná kapacita, pomer vsakovania a odvodňovania). Zavlažovanie by preto malo byť premenlivé medzi rôznymi zónami parcely. Keďže mobilné zavlažovacie systémy (zariadenia) aplikujú vodu v konštantnom pomere, niektoré plochy môžu obsahovať príliš veľa vody, pokiaľ iné množstvo nedostatočné.

Presné zavlažovanie ako aspekt presného poľnohospodárstva je práve na začiatku skúmania a predstavuje aplikovanie vody v presnom mieste a s presnou dávkou. Používanie presného poľnohospodárstva pre manažment závlah je stále v stave vývoja a potrebuje ešte veľa výskumov a experimentálnej práce na vymedzenie jeho uskutočniteľnosti a aplikovateľnosti (Sourell, 2003).

Jediným predpokladom existencie a ďalšieho rozvoja závlah v súčasných podmienkach slovenského poľnohospodárstva je zabezpečenie stabilných výnosov, vysokej kvality produkcie, vylúčenie devastácie pôdy (tvorba kaluží a povrchového odtoku, deštrukcia pôdnych agregátov a pod.) a ekonomická efektívnosť ich prevádzky. Pretože prevádzkové náklady neustále stúpajú, v snahe dosiahnuť aplikáciou závlah maximálny efekt, je potrebné vytvoriť podmienky pre elimináciu vplyvu technologických a prevádzkových nedostatkov.

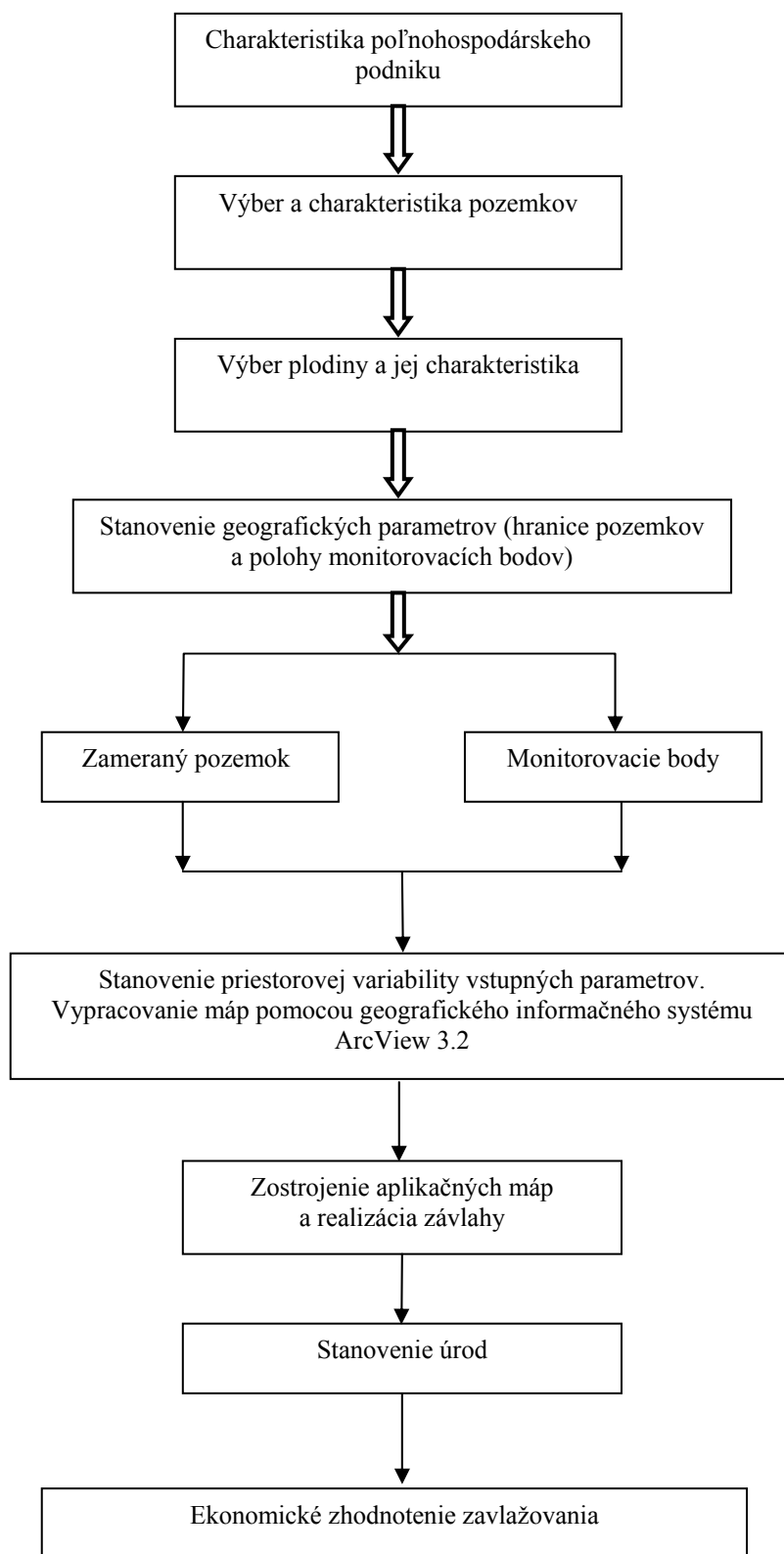
## C I E Ľ P R Á C E

Cieľom práce je rozpracovanie metód pre riadenie zavlažovania s využitím poznatkov z oblasti presného poľnohospodárstva. Zameráme sa na nasledovné dielčie prístupy:

- charakteristika poľnohospodárskeho podniku,
- výber pozemkov a plodiny,
- stanovenie geografických parametrov,
- analýza variability vstupných parametrov,
- návrh metódy precízneho aplikovania závlahovej dávky v závislosti od vybraných vlastností pôdy,
- stanovenie úrody,
- ekonomické zhodnotenie.

## MATERIÁL A METÓDY

Pri spracúvaní a riešení dizertačnej práce bude použitý nasledovný metodický postup (obr. 1):



**Obr. 1** Celková metodika práce

1. Charakteristika poľnohospodárskeho podniku, v ktorom sa predpokladá uskutočniť poľné merania v súlade so stanovenými cieľmi.
  2. Výber a charakteristika pozemkov, a plodiny.
  3. Stanovenie geografických parametrov (hranice pozemkov a polohy monitorovacích bodov).
  4. Zistenie priestorovej premenlivosti (variability) vstupných parametrov. Pre stanovenie priestorovej efektívnosti pestovania je nevyhnutné stanoviť:
    - 4.1. priestorovú premenlivosť pôdnych hydrolimitov (PVK, BV),
    - 4.2. priestorovú premenlivosť vlhkostí pôdy.
- Vypracovanie máp priestorovej premenlivosti sa bude realizovať na základe vyhodnotenia odobratých vzoriek a odmeraných hodnôt pomocou geografickému informačnému systému ArcView 3.2 a tabuľkového editora MS Excel.
5. Zostrojenie aplikačných máp na základe zistených máp priestorovej premenlivosti vlhkosti vzhľadom k pracovnému záberu postrekovača, počtu postrekovačov, možnosti prívodu vody a realizácie závlahy.
  6. Stanovenie úrod.
  7. Ekonomické zhodnotenie zavlažovania.

### ***Charakteristika poľnohospodárskeho podniku***

Charakteristika poľnohospodárskeho podniku, na ktorom sa budú realizovať poľné merania sa zameria na nasledovné kritéria:

- hodnotenie úrovne poľnohospodárskeho podniku,
- hodnotenie úrovne pôdno–klimatických podmienok,
- hodnotenie výrobných podmienok.

### ***Metodika výberu pozemkov a plodiny***

V spolupráci s poľnohospodárskym podnikom sa určia pozemky, na ktorých sa budú uskutočňovať poľné merania. Výber bude závisieť od týchto kritérií:

- veľkosť pozemku,
- svahovitosť pozemku,
- pestovaná plodina – potreba závlahy.

## ***Metodika stanovenia geografických parametrov (hranice pozemkov a polohy monitorovacích bodov)***

Na určovanie hraníc pozemku bude použitý ručný satelitný navigačný prístroj - navigátor GPS eMAP (výrobca Garmin). Po nastavení potrebných funkcií na prístroji GPS eMAP je treba obísť hranice sledovaných pozemkov a získané údaje potom uložiť.

**Rozmiestnenie bodov** z ktorých je treba odoberať vzorky, budú stanovené pomocou kombinácie nasledovných dvoch metód:

**Metóda prvá:** stanovuje odberné miesta a ich počet podľa pedologických noriem, tak ako uvádza STN 465331, ktoré stanovujú odber na princípe vytýčených uhlopriečok. Uvedená metóda predpokladá zachytenie čo najväčšieho rozsahu pôdných typov, ktoré cez sledovanú parcelu prechádzajú.

**Metóda druhá:** vzorka sa odoberá zo stredu políčka, pričom tento spôsob sa označuje ako bodový odber vzoriek v rámci mriežky. Avšak ustálil sa názov systematicky rozložené vzorkovanie (ISO/DIS 10381, 2002).

Túto kombináciu vykonáva program Geometrik (KSVS, Urbanovič, 2005). Počet monitorovacích bodov bude pre každý pozemok rozdielny. Hĺbka odberu pôdných vzoriek bude v rozmedzí 15 – 20 cm.

## ***Metodika stanovenia priestorovej variability vstupných parametrov***

### ***Priestorová premenlivosť pôdných hydrolimitov (PVK, BV)***

*Vybrané pôdne hydrolimity:* PVK, BV, VVK,  $Z_{\min}$

- PVK – poľná vodná kapacita, % obj.
- BV – bod vädnutia, % obj.
- VVK – využiteľná vodná kapacita, % obj.
- $Z_{\min}$  – bod zníženej dostupnosti, % obj.

Pre stanovenie pôdneho hydrolimitu **PVK** sa bude využívať neporušená pôdna vzorka odobraná do Kopeckého valčekov. Pre stanovenie bodu vädnutia (**BV**) sa použije porušená pôdna vzorka odobraná do mikroténového vrecúška.

#### **Pracovný postup:**

*Stanovenie PVK:* Po odobratí pôdnej vzorky do Kopeckého valčekov sa pristúpi k ďalšiemu spracovaniu v laboratóriu podľa Nováka (Hraško a kol., 1962, s. 88).

*Stanovenie BV:* Pre stanovenie bodu vädnutia sa použije metóda podľa Vášu (Hraško a kol., 1962, s. 85).

*Stanovenie VVK*: Pre stanovenie VVK sa použije vzťah:

$$VVK = PVK - BV, \quad \% \text{ objem.} \quad (1)$$

kde:

VVK – využitelná vodná kapacita, %-obj.

PVK – poľná vodná kapacita, %-obj.

BV – bod vädnutia, %-obj.

*Určenie  $Z_{min}$*  :

$Z_{min}$  = podľa potreby zemiakov v danom mesiaci (údaje z UKSUP, 2003)

$$Z_{min} = BV + (0,4 \text{ až } 0,7) \cdot VVK, \quad \% \text{ objem.} \quad (2)$$

kde:

$Z_{min}$  – bod zníženej dostupnosti, %-obj.

BV – bod vädnutia, %-obj.

VVK – využitelná vodná kapacita, %-obj.

### ***Priestorová premenlivosť vlhkosti***

V prvom prípade sa stanoví vlhkosť pôdy gravimetrickou metódou (ON 46 5321). Pri určovaní vlhkosti pôdy druhou metódou sa bude používať WET-senzor s čítacou jednotkou HH2. Postup bude taký, že v každom monitorovacom bode sa odmeria vlhkosť 3-krát. Potom sa z týchto troch hodnôt vypočíta priemerná hodnota. Táto hodnota sa zapíše do tabuľky a vytvorí sa mapa vlhkosti. Pri určovaní vlhkosti pôdy tretou metódou sa bude používať prístroj ThetaProbe (ML2x) s čítacou jednotkou HH 2. Postup bude taký, že v každom monitorovacom bode sa odmeria vlhkosť 3-krát. Potom sa z týchto troch hodnôt vypočíta priemerná hodnota. Táto hodnota sa zapíše do tabuľky a vytvorí sa mapa vlhkosti.

### ***Vytvorenie aplikačných máp pre zavlažovanie a jeho realizácia***

Realizácia závlahy sa bude uskutočňovať pomocou zavlažovačov rozmiestnených na pozemku. Na mape budú vyznačené zóny. Pri realizácii závlahy však bude potrebné vziať do úvahy:

- na ktorom pozemku sa bude zavlažovať,
- možnosť pripojenia zavlažovača na prívod vody,
- možnosť postavenia zavlažovača (zavlažovačov),
- počet zavlažovačov, ktoré môžu naraz zavlažovať,
- šírka pracovného záberu postrekovača.



Pre stanovenie závlahovej dávky sa použije metodika podľa normy ON 83 0635.

Pri zemiakoch sa bude zavlažovať do hĺbky 40 cm. Pre nás bude dôležitý hydrolimit  $Z_{\min}$ , ktorý sa mení v závislosti od rastovej fázy zemiakov. Na základe získaných výsledkov (mapy vlhkosti a hodnoty hydrolimitov) sa vytvoria aplikačné mapy. Pri poklese vlhkosti pod  $Z_{\min}$  by sa malo začať zavlažovať maximálne do hodnoty hydrolimitu PVK. Po stanovení aplikačnej mapy sa stanovujú tabuľky časového plánu zavlažovania. Úsek bude znamenať farebnú zónu od začatia zavlažovania. Pre každý úsek sa zmení farebné označenie zón. Ďalej sa do tabuľky zapíšu údaje: poradové číslo aj s číselným označením postavenia na pozemku, dĺžka zavlažovaného úseku (A, m), potrebný čas závlahy pre úsek (B, min) a závlahová dávka (C, mm). Táto tabuľka sa urobí pre taký počet zavlažovačov, koľko ich môže naraz pracovať.

### ***Stanovenie úrod***

Pre stanovenie veľkosti úrody bude použitá metodika navrhnutá na Katedre strojov a výrobných systémov. Táto metodika spočíva v odbere vzorky plodiny z plochy 10 m<sup>2</sup> (v každom monitorovacom bode). Vzorky sa umiestnia do vriec označených príslušným číselným kódom. Následne bude potrebné vzorky odvážiť v poľnohospodárskom podniku a výsledky zapísať do tabuľky.

### ***Metodika stanovenia ekonomických nákladov a ich porovnanie v rámci rôznych spôsobov aplikácie závlahovej dávky***

Zavádzanie systému variabilného zavlažovania možno považovať za proces, ktorý je vo veľkej miere ovplyvňovaný technickými prostriedkami v dôsledku čoho je treba pre zabezpečenie nových technologických postupov použiť novú techniku. Výber vhodnej techniky je potrebné vnímať ako úlohu investičného rozhodovania súvisiacu s inovačným procesom. Realizácia určitej technickej resp. technologickej inovácie uskutočnenej v konkrétnom prostredí vždy vyžaduje vynaloženie určitých nákladov. Tieto vynaložené náklady by mali prinášať určité konkrétne pozitívne efekty v podobe ekonomických výnosov. Pre objektívne posúdenie dopadov použitia určitej inovácie je potrebné dať do pomeru vynaložené náklady a získané výnosy.

Pri stanovovaní prevádzkových nákladov bude použitý algoritmus podľa Rataja (2005).

Pri výpočtoch sa bude uvažovať so zmenami vstupných parametrov, ktoré súvisia s veľkosťou pozemku a daným rokom uskutočnenia experimentu. Medzi tieto parametre patria:

- rozloha pozemku (počet zavlažovačov),
- potrebné množstvo vody (závlahové množstvo),
- poistenie traktora,
- cena nafty,
- cena elektrickej energie,
- cena vody,
- a hodinová mzda závlahára a traktoristu.

### Stanovenie výšky nákladov pri variabilnom zavlažovaní

Celkové ročné náklady na zavlažovanie bez nákladov na vodu budú:

$${}_rN_{mC} = {}_rN_{mT} + {}_rN_{mZ} \quad (3)$$

kde:

${}_rN_{mC}$  – celkové ročné náklady na zavlažovanie, Sk.rok<sup>-1</sup>

${}_rN_{mT}$  – priame ročné náklady traktora, Sk.rok<sup>-1</sup>

${}_rN_{mZ}$  – priame ročné náklady zavlažovačov (podľa počtu na daný rok), Sk.rok<sup>-1</sup>

Konštantné a variabilné ročné náklady zavlažovačov:

$${}_rN_{kZ} = \sum_{i=1}^n {}_rN_{kZn} \quad (4)$$

$${}_rN_{vZ} = \sum_{i=1}^n {}_rN_{vZn} \quad (5)$$

Voda na zavlažovanie v zmysle zákone nie je spoplatňovaná. Spoplatňovaná je cena služieb za dodávku vody.

V našom prípade malo družstvo vlastné studne a čerpadlá. Družstvo malo tým pádom náklady na elektrickú energiu a aj náklady na vodu. Náklady sa vypočítajú pre prípad, že družstvo nedostalo dotácie na vodu.

Pri **variabilnom zavlažovaní** sa ešte hodnota nákladov na živú prácu pri zavlažovači zvýši o hodnotu nákladov pre pracovníka, ktorý bude mať na starosti zmenu závlahovej dávky pri každom zavlažovači.

Ročné náklady na zmenu závlahovej dávky pri variabilnom zavlažovaní (vzťah platí, ak prácu vykonáva jeden pracovník):

$${}_rN_{zm} = {}_hN_{zp} \cdot 1,352 \cdot {}_rW_{zm} \quad (6)$$

kde:

- ${}_hN_{zp}$  – hodinová mzda pracovníka určeného na zabezpečenie zmeny, Sk.h<sup>-1</sup>
- 1,352 – koeficient výšky odvodov poistného
- ${}_rW_{zm}$  – súhrnný čas všetkých zmien závlahových dávok, h.rok<sup>-1</sup>

Čas potrebný na zmenu dávky zavlažovania bude závisieť od:

- veľkosti pozemku (počet zavlažovačov),
- času potrebného na jednu zmenu,
- času potrebného k presunu medzi zavlažovačmi,
- počtu zmien za celé závlahové obdobie na všetkých použitých zavlažovacích zariadeniach.

### **Stanovenie výšky nákladov pri konvenčnom zavlažovaní**

Oproti precíznemu zavlažovaniu sa pri konvenčnom spôsobe zavlažovania zmenia celkové náklady. Zmenia sa tieto položky:

- variabilné náklady na zavlažovače (v týchto nákladoch dochádza k zmene ročného využitia elektromotora s čerpadlom, náklady na zmenu sa neuvažujú)
- náklady na vodu (spotrebované množstvo vody).

## **SÚHRN VÝSLEDKOV S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKOV**

### ***Charakteristika vybraného podniku***

Uvedený podnik sa nachádza na juhozápadnom Slovensku v okrese Komárno. Zo štruktúry pôdneho fondu a klimatických podmienok sa odvíja aj zameranie poľnohospodárskej výroby. Poľnohospodársky podnik hospodári v kukuričnej výrobnjej oblasti. Celková výmera poľnohospodárskej pôdy činí 1 822 ha, z toho orná pôda 1 730 ha s prevládajúcim typom pôd hlinito-piesočnatých až hlinitých. Veľmi špecifické miesto v rastlinnej výrobe zaberajú zemiaky. Pestujú sa na ploche cca 200 ha s priemernými úrodami podľa odrôd a parciel od 21-48 t.ha<sup>-1</sup>. Veľkou výhodou je, že počas vegetácie je možnosť závlahy skoro na celej výmere ornej pôdy, respektíve je možné v osevnom postupe zaradiť plodiny tak, aby tie ktoré sú náročné na vlahu mohli

byť zavlažované. Tento poľnohospodársky podnik je vybavený zavlažovačmi Bauer 90/300 a to s počtom 30 ks. Tieto zavlažovače sú vybavené mikropočítačom.

### ***Charakteristika pozemkov a vybranej plodiny***

Merania sa uskutočňovali počas troch rokov a to na dvoch záujmových pozemkoch. S ohľadom vývoja počasia a množstva zrážok sa v marci 2006 rozhodlo pestovať zemiaky aj na tom istom pozemku ako v roku 2005 (pozemok 2). Na pozemkoch boli pestované zemiaky. Poľnohospodársky podnik pestoval viac odrôd zemiakov.

Prvý vybraný pozemok je zaradený do BPEJ 04003 Černozem, pôda stredná pH 7,78 silne alkalická. Rozloha tohto pozemku bola 62,5 ha.

Druhý vybraný pozemok je zložený z dvoch častí a to:

- BPEJ 0017002 – černozem, pôda stredná pH 7,4 alkalická,
- BPEJ 0019011 – čiernica, pôda stredná pH 7,3 alkalická.

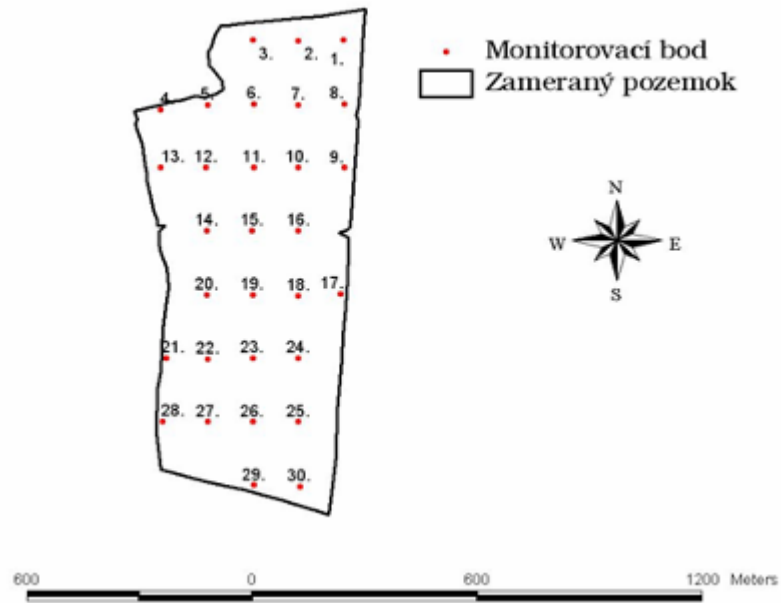
Výmera tohto pozemku bola 28 ha.

Po dohode s podnikom sa vybral tretí pozemok. Tento pozemok sa aj zamerar ešte pred samotnou výsadbou zemiakov. Pretože došlo k nečakanému vývoju počasia, a na treťom zameranom pozemku nebolo možné výsadbu uskutočniť, rozhodol sa podnik pestovať zemiaky aj na pozemku č. 2. Rozloha sa však znížila z pôvodných 28 ha na 22 ha. Na zvyšnej časti (5,5 ha) bola vysadená kukurica.

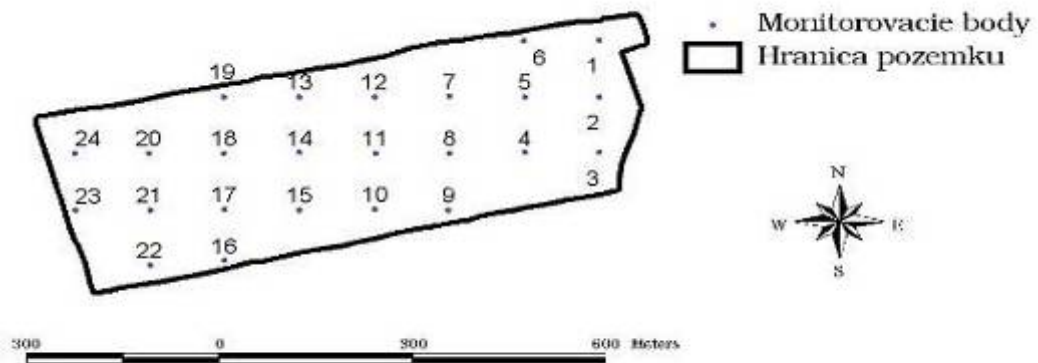
### ***Stanovenie geografických parametrov (hranice pozemkov a polohy monitorovacích bodov)***

Pretože pri zavádzaní presného poľnohospodárstva aj do oblasti zavlažovania bola poľná mapa z podniku nedostatočná, bolo treba si pozemok zamerať s prístrojom GPS (GPS eMap, výrobca Garmin). Rozmiestnenie monitorovacích bodov na jednotlivých pozemkoch sa uskutočnilo programom Geometrik v 1.0.

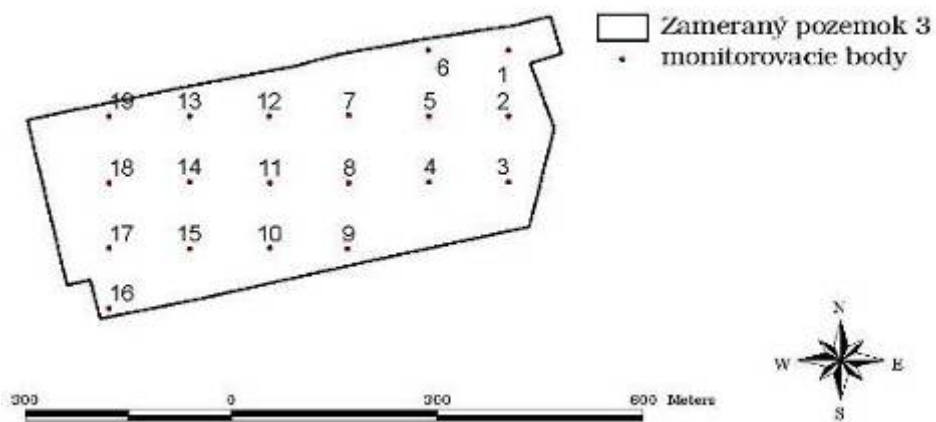
Tvar prvého zameraného pozemku je zobrazený na obr.2. Na príslušnom obrázku sa zobrazilo aj rozmiestnenie monitorovacích bodov, ktorých počet bol 30. Počet monitorovacích bodov na druhom pozemku bolo 28 (obr.3). Tretí zameraný pozemok sa rozlohovo zmenšil na 22 ha. Ako monitorovacie body sa využili pozície z druhého pozemku, bod 1 až 19 (obr.4).



Obr. 2 Rozmiestnenie monitorovacích bodov – pozemok 1



Obr. 3 Rozmiestnenie monitorovacích bodov – pozemok 2



Obr. 4 Rozmiestnenie monitorovacích bodov - pozemok 3

## ***Priestorová variabilita vstupných parametrov***

### *Priestorová premenlivosť pôdnych hydrolimitov (PVK, BV)*

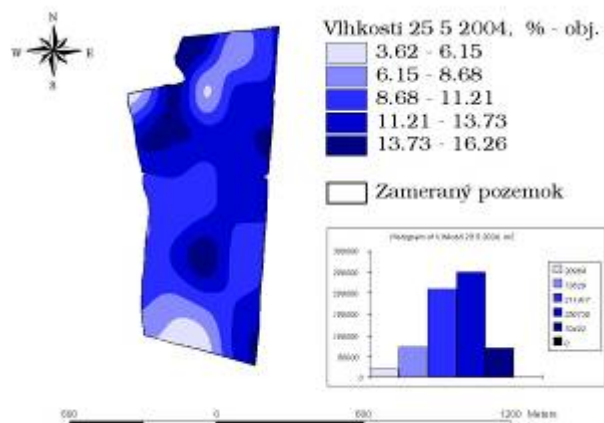
Prvá spomínaná vlastnosť, ktorá sa určovala, bola **poľná vodná kapacita (PVK)**. Celkový rozsah PVK na prvom pozemku bol (22,56 – 26,54) % objemových. Až na 23,6 ha (prvého pozemku) sa pohybovala PVK v intervale (23,36 – 24,15) % objemových. Tento hydrolimit určuje hornú hranicu pre stanovenie závlahovej dávky. Na druhom pozemku boli namerané hodnoty hydrolimitu PVK vyššie. Pohybovali sa v rozpätí (28,83 – 32,11) % objemových. Najväčšie zastúpenie mal interval (28,83 – 29,49) % na ploche 9,5 ha.

Ďalšia vlastnosť pôdy, ktorá bola vyhodnocovaná bol **bod vädnutia (BV)**. Na prvom pozemku sa hydrolimit (BV) pohyboval v rozpätí 3,21 až 4,71 % objemových. Najväčšie zastúpenie vykazoval interval (3,51 – 3,81) % objemových a to na ploche 20,2 ha čo činí 32,3 % z plochy pozemku. Tento hydrolimit určuje minimálnu hodnotu vlhovej potreby. Na druhom pozemku sa zistili vyššie hodnoty hydrolimitov BV v rozpätí (8,4 – 12,4) % objemových. Interval (8,4 – 9,2) % sa preukázal až na 10,3 ha.

### *Priestorová premenlivosť vlhkostí pôdy*

Vlhkosť ani pri jednom meraní neklesla pod hodnotu bodu vädnutia (BV) a neprekročila hodnotu poľnej vodnej kapacity (PVK).

**Na prvom pozemku sa vlhkosť pôdy zisťovala gravimetrickou metódou.**



**Obr. 5** Mapa vlhkosti 25.5.2004

Merania vlhkostí v odberných bodoch sa začali **25.5. 2004**. Vlhkosť sa pohybovala v rozpätí (3,62 – 16,26) % (obr. 5). Z výsledkov vlhkostí pôdy vyplýva, že cca na 54,51 ha (87,21 % z plochy) bude treba zavlažovať. Ďalšie meranie vlhkosti sa uskutočnilo **1. 6. 2004**. Vlhkosť sa pohybovala v intervale

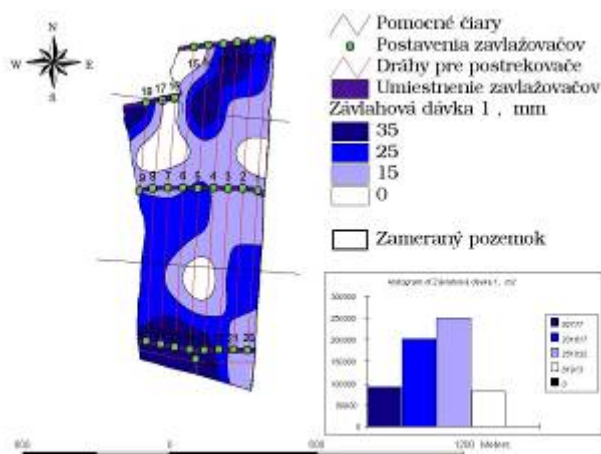
(3,66 – 18,23) %-obj. Závlaha by bola potrebná pre prvé tri intervaly vlhkostí to znamená v intervale (3,66 – 12,4) %, ktoré predstavujú plochu 42,6 ha (68,16 % z plochy). Po meraní vlhkosti sa závlaha neuskutočnila. Ďalší termín merania vlhkostí sa uskutočnil **9.6. 2004**. Vlhkosť sa pohybovali v rozmedzí (4,4 – 19,87) %-

objemových. Z výsledkov vyplýva potreba závlahy na cca 58,7 ha (93,92 % z plochy). Dňa **15.6. 2004** sa odobrali ďalšie vzorky pre stanovenie vlhkostí. Vlhkosti sa pohybovali v rozmedzí od (1,54 – 21,47) % - objemových. Závlaha sa po konzultácii s podnikom neuskutočnila. Ďalšie meranie vlhkosti pôdy sa uskutočnilo **23. 6. 2004**. Pohybovala sa v rozmedzí (7,09 – 22,06) %-objemových. Z nameraných vlhkostí pôdy a spracovaných máp vyplýva potreba závlahy na ploche 56,48 ha (90,37 % z plochy). Po uplynutí určitého času (cca 2 týždne) sa opäť zmerala vlhkosť v jednotlivých monitorovacích bodoch a to **8. 7. 2004**. Ako vidieť z obrázka pohybovala sa v rozmedzí (4,86 – 20,92) %-objemových. Zavlažovať bude treba na ploche 54,85 ha (92,8 % z plochy 59,1 ha). Po uplynutí určitého času sa opäť stanovila vlhkosť pôdy v monitorovacích bodoch a to dňa **21. 7. 2004**. Ako vidieť z obrázka vlhkosti sa pohybovali v rozmedzí od (2,02 až 19,92) % - objemových. Zo zistených výsledkov vyplýva aplikácia závlahovej dávky na 50,05 ha (90,02 % z plochy 55,6 ha). Posledné meranie vlhkostí sa uskutočnilo dňa **11. 8. 2004**. Vlhkosti sa pohybovali v rozmedzí od (4,97 až 17,32) % - objemových. Zavlažovať sa bude musieť na 45,2 ha (86,6 % z plochy 52,2 ha).

Na druhom pozemku sa vlhkosť pôdy zisťovala **WET senzorom s HH2 loggerom**. Merania vlhkostí v monitorovacích bodoch sme začali **26.5. 2005**. Vlhkosti sa pohybovali v rozpätí (18,89 – 28,68) % objemových. Z výslednej mapy vyplýva, že bude treba aplikovať závlahu na 23,5 ha (83,93 % z plochy 28 ha). Po uplynutí určitého času t. j. **8.6. 2005** sa opäť zistila vlhkosť pôdy v jednotlivých monitorovacích bodoch. Na mape stanovenej meraním pomocou WET senzoru sa vlhkosti pôdy pohybovali v rozmedzí (18,21 – 25,75) % objemových. Závlahová dávka sa bude musieť aplikovať cca 23,5 ha (83,93 % z plochy). Skoro po uplynutí dvoch týždňov (**21.6. 2005**) sa opäť zistila vlhkosť pôdy v jednotlivých monitorovacích bodoch. Táto sa pohybovala v rozpätí (16,13 – 28,87) % objemových. Skoro až na 27 ha pozemku (96,43 % z plochy) sa bude musieť aplikovať závlahová dávka v rozmedzí (0 – 35) mm. Ďalšie stanovenie vlhkostí nasledovalo **30. 6. 2005**. Vlhkosti sa pohybovali v rozpätí (17,27 – 25,6) % objemových. Zo zistených výsledkov vyplýva, že sa bude musieť aplikovať závlahová dávka na cca 25,1 ha (89,64 % z plochy). K ďalšiemu stanoveniu vlhkostí sa pristúpilo až **14. 7. 2005**. Vlhkosti sa pohybovali v rozpätí (16,77 – 29,15) % objemových. Z výslednej mapy vlhkosti pôdy je zrejmé, že sa bude musieť zavlažovať len na ploche cca 7 ha (25 % z plochy).

Merania vlhkostí pôdy na **tret'om pozemku (senzor ThetaProbe - ML2x s HH2 loggerom a senzor WET s HH2 loggerom)** sa začali **7. 6. 2006**. Vlhkosť pôdy pohybovala v intervale (13,86 – 26,6) % objemových. Z výslednej mapy vlhkosti je možné konštatovať, že zavlažovať je treba cca na 19,4 ha (88,18 % z plochy). Pri meraniach senzorom ML2x sa vlhkosť pôdy pohybovala v intervale (15,02 – 26,47) % objemových. Po uplynutí určitého času sa opäť vyšlo na pozemok (**28.6. 2006**) a stanovila sa vlhkosť pôdy. Vlhkosti sa pohybovali v intervale (10,26 – 26,25) % objemových. Z výslednej mapy vlhkosti je zrejmé, že je treba zavlažovať na 100 % pozemku (22 ha) a to v rozpätí (10 – 40) mm. Pri meraniach s druhým senzorom (ML2x) sa nám vlhkosť pohybovala v intervale (10,15 – 30,58) % objemových. Dňa **13.7. 2006** sa opäť išlo premerať vlhkosti v monitorovacích bodoch. Vlhkosti sa pohybovali v intervale (12,96 – 25,48) % objemových. Výsledná mapa vlhkosti pôdy prezrádza potrebu závlahovej vody na 19,2 ha (87,27 % pozemku).

### **Zostrojenie aplikačných máp a možnosť realizácie závlahy**



**Obr. 6** Závlahová dávka 1

**Prvá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm (obr.6). V oblasti najtmavšej farby na mape závlahovej dávky sa aplikovala závlahová dávka 35 mm a to na rozlohe pozemku 9,28 ha. V oblasti najbledšej sa neaplikovala žiadna dávka (rozloha 8,19 ha). Medzi týmito oblasťami sa nachádzala ešte závlahová dávka 25 mm (na ploche 20,16 ha) a 15 mm (na ploche 25,1 ha). **Druhá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 30 mm. Závlahová dávka 30 mm sa aplikovala na 15,28 ha. Závlahová dávka 20 mm sa aplikovala na plochu 20,58 ha. **Tretia závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 25 mm. Na ploche o rozlohe 1,43 ha sa aplikovala závlahová dávka 25 mm. Závlahová dávka 15 mm sa aplikovala na ploche 24,16 ha.

**Pozemok č.1:** Ako prvé bolo treba zabezpečiť prívod vody. Podnik disponoval vlastným zdrojom vody. Ten sa uskutočnil pomocou čerpacích staníc (objemovú výkonnosť čerpadla  $80 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ). Spotreba vody jedným zavlažovačom činila  $26,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Rozstup medzi susednými pásovými zavlažovačmi bol 60 m.



**Štvrtá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Veľkosť závlahovej dávky 35 mm sa aplikovala na ploche 29,25 ha. Medzi dávkami 0 mm a 35 mm sa nachádzali dávky 25 mm (na ploche 15,16 ha) a 15 mm (na ploche 10,45 ha). **Piata závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Najvyššia závlahová dávka (30 mm) sa aplikovala na rozlohu 16,7 ha. Závlahová dávka 20 mm sa aplikovala na rozlohu 17,5 ha. **Šiesta závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Na ploche pozemku o rozlohe 10,7 ha sa aplikovala závlahová dávka 35 mm. Závlahová dávka 20 mm sa aplikovala na ploche 16,5 ha.

**Pozemok č.2:** Tak isto bolo treba zabezpečiť prívod vody. Podnik disponoval vlastnými zdrojmi podzemnej závlahovej vody. Zásobovanie vodou sa zabezpečovalo pomocou čerpacej stanice, vybavenej čerpadlom (prietok čerpadla  $144 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ). Spotreba vody jedným zavlažovačom bola  $26,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ .

**Prvá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 30 mm. Závlahová dávka 30 mm sa aplikovala na 35 % pozemku (9,8 ha) a závlahová dávka 20 mm na ploche 5,5 ha. **Druhá závlahová dávka** sa aplikovala na rozlohu 23,5 ha (83,93 % z plochy) a pohybovala sa v rozmedzí 0 – 30 mm. V tomto prípade bola aplikovaná závlahová dávka 30 mm na ploche 2,5 ha a závlahová dávka 20 mm na ploche 8,3 ha. **Tretia závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Závlahová dávka 35 mm sa aplikovala na plochu 7,6 ha. Závlahová dávka 25 mm sa aplikovala na plochu 14,6 ha. **Štvrtá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm, a aplikovala sa závlahová dávka 35 mm (na plochu 3,2 ha), 30 mm (na plochu 10,8 ha) a 20 mm. **Piata závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Z obrázku vyplýva aplikácia závlahovej dávky 35 mm na ploche 0,4 ha a závlahovej dávky 25 mm na ploche cca 2,0 ha. **Šiesta závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 30 mm. Závlahová dávka 30 mm sa aplikovala na plochu 7,6 ha a závlahová dávka 20 mm na plochu 14,6 ha. **Siedma závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 30 mm. Z obrázku vyplýva, že sa aplikovala závlahová dávka 30 mm (na ploche 1,1 ha), 20 mm (na ploche 4,7 ha) a 10 mm.

**Pozemok č.3:** Tento pozemok mal to isté zabezpečenie vody ako pozemok č.2. Spotreba vody jedným zavlažovačom činila  $26,6 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . **Prvá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. V oblasti najtmavšej to bolo 35 mm (na ploche 1,7 ha), a v oblasti najbledšej sa neaplikovala žiadna dávka. Závlahová dávka 25 mm sa aplikovala na ploche 12,1 ha. **Druhá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 10 – 40 mm. Najväčšie zastúpenie mala závlahová dávka 20 mm na ploche 10,2 ha.

Najmenšie zastúpenie mala závlahová dávka 40 mm (na ploche 1,3 ha). Závlahová dávka 30 mm sa aplikovala na ploche 6,5 ha. **Tretia závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Z obrázku vyplýva, že sa aplikovala závlahová dávka 35 mm (na ploche 3,7 ha), závlahová dávka 25 mm (na ploche 6,8 ha) a na zvyšnej ploche bola dávka 15 mm. **Štvrtá závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Závlahová dávka 35 mm sa aplikovala na ploche 0,7 ha a 25 mm na ploche 2,6 ha. **Piata závlahová dávka** sa pohybovala v rozmedzí 0 – 35 mm. Závlahová dávka 35 mm sa aplikovala na ploche 3,7 ha. Závlahová dávka 25 mm sa aplikovala na ploche 6,8 ha.

### ***Dosiahnuté úrody na jednotlivých pozemkoch***

Na nami zameranom **pozemku č.1** o výmere 62,5 ha sa pestovali odrody Adora, Magda, Carrera, Vivaldi, Monaliza, Monaliza slovenská, Monaliza holandská a Lady roseta. Adora dosahovala priemerné hodnoty úrody 46 t.ha<sup>-1</sup>, Magda 38 t.ha<sup>-1</sup>, Carrera 41 t.ha<sup>-1</sup>, Vivaldi 54,3 t.ha<sup>-1</sup>, Monaliza 55,3 t.ha<sup>-1</sup>, Monaliza slovenská 49,33 t.ha<sup>-1</sup>, Monaliza holandská 60,9 t.ha<sup>-1</sup> a Lady roseta 43,3 t.ha<sup>-1</sup>. **Na druhom** zameranom pozemku (28 ha) sa pestovali odrody Desiree s priemernou hodnotou úrody 40,33 t.ha<sup>-1</sup>, Tomenza s priemernou úrodou 36,7 t.ha<sup>-1</sup>, a Victoria - 49,6 t.ha<sup>-1</sup>. **Na treťom** zameranom pozemku (22 ha) sa pestovala len jedna odroda – Victoria s priemernou úrodou 41,89 t.ha<sup>-1</sup>. Pre stanovenie úrody sa zemiaky vyzbierali ručne.

### ***Stanovenie nákladov pre rôzne spôsoby aplikácie závlah***

Z pohľadu presnosti aplikácie rozoznávame dva základné spôsoby aplikácie závlahovej dávky:

- aplikovanie zavlažovania s uniformnou dávkou na celom pozemku,
- aplikovanie zavlažovania s variabilnou dávkou na celom pozemku.

Spôsob aplikácie zavlažovania významne ovplyvňuje veľkosť vynaložených nákladov.

**Tabuľka 1** Celkové náklady a náklady na vodu

Označenie	Položka	Hodnota	
		Konštantná závlahová dávka	Variabilná závlahová dávka
<b>Ročné náklady na pozemku č.1 (62,5 ha)</b>			
$r_{N_{mC}}$	Celkové ročné náklady na zavlažovanie	159568,02 Sk.rok <sup>-1</sup>	116344,88 Sk.rok <sup>-1</sup>
$r_{N_{eV}}$	Ročné náklady na vodu pri zavlažovaní	225000,00 Sk.rok <sup>-1</sup>	114601,31 Sk.rok <sup>-1</sup>
<b>Ročné náklady na pozemku č.2 (28 ha)</b>			
$r_{N_{mC}}$	Celkové ročné náklady na zavlažovanie	88847,16 Sk.rok <sup>-1</sup>	67130,13 Sk.rok <sup>-1</sup>
$r_{N_{eV}}$	Ročné náklady na vodu pri zavlažovaní	131285,36 Sk.rok <sup>-1</sup>	72508,41 Sk.rok <sup>-1</sup>
<b>Ročné náklady na pozemku č.3 (22 ha)</b>			
$r_{N_{mC}}$	Celkové ročné náklady na zavlažovanie	60593,98 Sk.rok <sup>-1</sup>	51510,47 Sk.rok <sup>-1</sup>
$r_{N_{eV}}$	Ročné náklady na vodu pri zavlažovaní	74398,07 Sk.rok <sup>-1</sup>	44943,36 Sk.rok <sup>-1</sup>

## ZÁVER

Trend presného zavlažovania zatiaľ nemá dostatočnú podporu v poľnohospodárstve Slovenskej republiky. Táto skutočnosť bola zjavná aj v PD Agrocoop, s.r.o. Imeľ. Vzhľadom na použité technológie, stroje a náradie je zrejmé, že na poľnohospodárskom podniku sa využíva konvenčný spôsob zavlažovania. Avšak cena a práca súvisiaca so zhromažďovaním a analýzou pôdných vzoriek môže brániť presnému stanoveniu variability vlastností pozemkov. Odoberanie pôdných vzoriek z monitorovacích bodov, stanovených podľa pedologických noriem v súlade s normou STN 465331 a podľa metódy systematicky rozložených bodov odberu vzoriek, sa ukázalo ako finančne a časovo náročné. Realizácia experimentu sa vyznačovala prácnym odberom pôdných vzoriek z hlbších vrstiev. Tieto zóny sa vzájomne odlišujú svojimi pedologickými vlastnosťami, obsahom živín či schopnosťou poskytovať úrodu, vlhkosťou.

Po zistení výsledkov možno prehlásiť, že podnik pestuje každý rok viac odrôd zemiakov. U pestovaných odrôd zemiakov dosahuje nadpriemerné úrody na Slovensku.

Pri pestovaní závlahovo náročnej plodiny (napr. zemiaky) sa závlaha prejavuje ako vysoko pozitívna. Je dôležité, koľko vody sa aplikovalo pri jednotlivých spôsoboch zavlažovania.

**Pozemok č.1:** Spotreba vody na sledovanom pozemku by činila  $1780 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  (uniformná aplikácia vody). Pri aplikovaní takéhoto závlahového množstva vody ( $111250 \text{ m}^3$ ), vychádza plánovaná spotreba  $54276,6 \text{ kWh}$  elektrickej energie ( $868,4 \text{ kWh} \cdot \text{ha}^{-1}$ ). V rámci experimentu, pri precíznom aplikovaní závlahovej vody sa spotrebovalo  $917 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  vody. Spotreba elektrickej energie na pohon čerpadla bola  $514,36 \text{ kWh} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

**Pozemok č.2:** V rámci experimentu precízneho aplikovania závlahovej vody sa spotrebovalo  $1294,79 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  vody. Spotreba elektrickej energie na pohon čerpadla bola  $572,35 \text{ kWh} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Pri uniformnej závlahovej dávke by spotreba vody činila  $2100 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  vody. Pri aplikovaní takého množstva vody ( $58\,800 \text{ m}^3$ ), bola plánovaná spotreba elektrickej energie  $27690,3 \text{ kWh}$  ( $988,94 \text{ kWh} \cdot \text{ha}^{-1}$ ).

**Pozemok č.3:** V rámci experimentu precízneho aplikovania závlahovej vody sa spotrebovalo  $1021,44 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  vody. Spotreba elektrickej energie na pohon čerpadla bola  $560,9 \text{ kWh} \cdot \text{ha}^{-1}$ . Pri uniformnej závlahovej dávke by spotreba vody činila  $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ .

vody. Pri aplikovaní takého množstva vody (33 000 m<sup>3</sup>), bola plánovaná spotreba elektrickej energie 17832,65 kWh (810,58 kWh.ha<sup>-1</sup>).

V porovnaní s konvenčným aplikovaním vody sa pri precíznom zavlažovaní dosiahli na prvom pozemku úspory vody 863 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, na druhom 805,21 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a treťom 478,56 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Úspora elektrickej energie činila na prvom pozemku 354,04 kWh.ha<sup>-1</sup>, na druhom 416,59 kWh.ha<sup>-1</sup> a treťom 249,68 kWh.ha<sup>-1</sup>. Úspora nákladových položiek bola na prvom pozemku 409,66 Sk.ha<sup>-1</sup>, na druhom 340,86 Sk.ha<sup>-1</sup> a na treťom 281,99 Sk.ha<sup>-1</sup>.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

1. SOURELL, H. - AL-KARADSHEH, E. 2003. Precision Irrigation Toward Improving Irrigation Water Management. ICID-CIID 2003 - 54th Executive Council of ICID 20th European Regional Conference Montpellier. 14-19 September 2003 [CD-ROM]. Montpellier, France., 7s.
2. UKSUP. 2003. Množstvo vlhky potrebnej pre zemiaky. Údaje získané z UKSUP, Hydromeliorácie, Bratislava. 2003.
3. ON 46 5321 : Meranie vlhkosti pôdy (1969).
4. ON 83 0635 : Potreba závlahové vody při doplňkové závlaze (1972).
5. STN 46 5331 : 1985, Všeobecné požiadavky na odber vzoriek.
6. RATAJ, V. 2005. Projektovanie výrobných systémov – Výpočty a analýzy. Monografia. Nitra : SPU. 2005. 120 s. ISBN 80-8069-609-8.
7. URBANOVIČ, A. 2005. Využitie informačného systému v manažmente techniky pri pestovaní repky olejnej. Dizertačná práca. Nitra : SPU, 2005. 167 s.
8. ISO/DIS 10381: 2002, Soil quality/sampling.
9. HRAŠKO, J. 1962. Rozbory pôd. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry v Bratislave, 1962. 342 s. 85-90 s. 64-028-62.

## PUBLIKOVANÉ PRÁCE SÚVISIACE S PROBLEMATIKOU

1. JOBBÁGY, J. 2004. Možnosti využitia GPS pri zavlažovaní zemiakov. 2004.VI. Medzinárodná vedecká konferencia mladých 2004, zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie , CD, Nitra 21. – 22. október 2004, ISBN 80-8069-422-2
2. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. – MAGA, J. A GPS rendszer felhasználása a burgonya öntözésénél. In Tudományos Diákköri Konferencia – Előadásainak Összefoglalója. Gödöllő, november 24. – 25. 2004. Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártás- és Javítástechnológia Tanszék, Gödöllő. 2004.
3. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. – KRAJČO, J. Využitie GPS pri zavlažovaní zemiakov. In *Trendy vo výskume a vývoji poľnohospodárskych strojov a technológii v ekosystéme kultúrnej krajiny : zborník anotácií*

*z Medzinárodnej vedeckej konferencie, Dudince, 2. – 3. jún 2005. 1. vyd.*  
Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2005, s. 39-40. ISBN 80-8069-522-9.

4. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. – KRAJČO, J. 2005. Využitie GPS pri zavlažovaní II. International Scientific Conference Prague 20 - 22 September 2005. Information Technologies and Control Engineering in Management of Production Systems ISBN 80-213-1359-5
5. JOBBÁGY, J. – KRAJČO, J -JANKOVIČ, O. Use of GPS in irrigation. In VII. International Conference of Young Scientists 2005 : conference proceedings, 5. – 7. 9. 2005, Praha, Česká republika [elektronický zdroj]. 1.vyd. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. ISBN 80-213-1368-4. s. 79-84.
6. JOBBÁGY, J. Precízne zavlažovanie zemiakov. 2005. **Konferencia VEGA v tlači**
7. SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2006. Zlepšovanie účinnosti zavlažovania zvyšuje úrodu i úspory vody. In: Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve, roč. IX, 2006, č. 3, s. 5 – 7.
8. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. – FINDURA, P. Precízne zavlažovanie pásovými zavlažovačmi. **Vedecký článok, v tlači**
9. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. – KOLLÁROVÁ, K. 2006. Stanovenie základných hydrolimitov pre vytvorenie máp zásoby vody v pôde. III. International scientific conference Nitra 19 – 20 september 2006. Management of Production Systems with Support of Information Technologies and Control Engineering. CD, 2006, s.110-115. ISBN 80-8069-743-4.
10. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. Porovnanie dvoch metód stanovenia vlhkosti pôdy. **Vedecký článok, v tlači**
11. JOBBAGY, J. – SIMONIK, J. – MAGA, J. 2006. A talaj homersékletének és nedvességének vizsgálata precíziós gazdálkodá shoz. In Tudományos Diákköri Konferencia – Előadásainak Összefoglalója. Gödöllő, november 22. 2006. Szent István Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Gépgyártás- és Javítástechnológia Tanszék, Gödöllő. 2006.
12. KOLLÁROVÁ, K. – SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2006. Stanovenie pôdnej vlhkosti pre vytvorenie máp zásoby vlhky v pôde. III. International scientific conference Nitra 19 – 20 september 2006. Management of Production Systems with Support of Information Technologies and Control Engineering. CD, 2006, s.139-145. ISBN 80-8069-743-4.
13. KUKAN, P. – JOBBÁGY, J. 2006. Stanovenie vlhkosti pôdy dvoma metódami. III. International scientific conference Nitra 19 – 20 september 2006. Management of Production Systems with Support of Information Technologies and Control Engineering. CD, 2006, s.153-161. ISBN 80-8069-743-4.