

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA**

**V NITRE**

**TECHNICKÁ FAKULTA**

2123384

**APLIKÁCIA PÁSOVÝCH ZAVLAŽOVAČOV V SYSTÉME  
PRESNÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA**

**2011**

**Dalibor GABAJ, Bc.**

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA  
V NITRE  
TECHNICKÁ FAKULTA**

**APLIKÁCIA PÁSOVÝCH ZAVLAŽOVAČOV V SYSTÉME  
PRESNÉHO POĽNOHOSPODÁRSTVA**

**Diplomová práca**

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	4112800 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Ing. Ján Jobbágy, PhD.
Konzultant: (nepovinný)	-

**Nitra 2011**

**Dalibor GABAJ, Bc.**

## **ABSTRAKT**

V danej diplomovej práci sa zameralo na využitie pásových zavlažovačov v poľnohospodárstve. Experimenty prebiehali v poľnohospodárskom podniku **Paulen**, sídliacom v Malých Bedzanoch, okres Topoľčany. Popri využití závlahovej techniky sa uskutočnili aj praktické merania vlhkosti pôdy a šmykovej pevnosti pôdy v hĺbke merania 10 cm a 20 cm so zavedením zásad presného poľnohospodárstva. Rozloha zameraného pozemku bola 1,85 ha s počtom stanovených monitorovacích bodov 10. Priemerná hodnota vlhkosti pôdy bola 39,28 %-obj. s hodnotou variačného koeficienta 9,29 %. Pri hodnotení šmykovej pevnosti pôdy bola priemerná hodnota v hĺbke 10 cm 70,3 kPa a v hĺbke 20 cm 90,43 kPa. Hodnotenie agrofyzikálnych vlastností koreňov mrkvy sa vykonalo v 6 monitorovacích bodoch. Priemerná úroda mrkvy bola 10,93 t.ha<sup>-1</sup>. Priemerná hodnota koeficienta štihlosti bola 4,65. Hodnota zbiehavosti určuje mieru valcovitého tvaru koreňa. Jeho priemerná hodnota bola 5,62. Na pozemku sa uskutočnilo aj precízne zavlažovanie. Závlahové množstvo sa rozdelilo na päť závlahových dávok. Závlahové dávky na jednotlivé zóny boli od 0 do 30 mm.

**Kľúčové slová:** zavlažovače, mrkva, presné poľnohospodárstvo, vlastnosti plodiny

## **ABSTRACT**

The thesis was focused on the use of hose reel irrigators in the agriculture. Experiments were realized on the farm Paulen, located in Malé Bedzany, Topoľčany. In addition to the use of irrigation techniques were also practical measurements of soil moisture and shear strength of soil at a depth of 10 cm and 20 cm with the introduction of the principles of precision agriculture. The area of the land is 1.85 hectares with a set number of monitoring points 10. The average value of soil moisture was 39.28% vol. with coefficient of variation 9.29%. In assessing the shear strength of soil was the average value at a depth of 10 cm 70.3 kPa and at a depth of 20 cm 90.43 kPa. Rated of agro - physical properties of carrot roots was carried out in 6 monitoring points. The average yield of carrots was 10.93 t. ha<sup>-1</sup>. The average value of coefficient slenderness was 4.65. The value of convergence determines the degree of cylindrical shape roots. Its average value was 5.62. On the land was made a precision irrigation. Irrigation amount was split into five irrigation rate. Irrigation rate for each zone was from 0 mm to 30 mm.

**Key words:** irrigation, carrots, precision agriculture, crop properties

## ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Dalibor Gabaj vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému:  
**„Aplikácia pásových zavlažovačov v systéme presného poľnohospodárstva“**  
vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak hore uvedené údaje  
nie sú pravdivé.

V Nitre,

.....

**Podpis**

## POĎAKOVANIE

Ďakujem vedeniu Katedry strojov a výrobných systémov za umožnenie spracovania diplomovej práce. Zároveň ďakujem školiteľovi Ing. Jánovi Jobbágyemu, PhD. za odborné rady pri spracovaní diplomovej práce.

Zároveň by som sa chcel poďakovať firme **Paulen** za jej aktívnu spoluprácu pri riešení praktickej časti diplomovej práce.

## POUŽITÉ OZNAČENIE

DGPS	- Diferenčný Globálny polohový systém
EGNOS	- European Geostationary Navigation Overlay Service
GIS	- Geografický informačný systém
GPS	- Globálny polohový systém
MCS	- Master Station Control
MSAS	- Multi-Functional Satellite Augmentation System
pH	- veličina vyjadrujúca koncentráciu iónov určujúcich kyslosť alebo zásaditosť organického prostredia
RTK	- real time kinematic – systém presnosti určenia polohy
SBAS	- Satellite Based Augmentation System
WAAS	- Wide Area Augmentation System
$\lambda_1$	- Koeficient zbiehavosti
$\lambda$	- Koeficient štihlosti

## ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Simoník, 1996) .....	12
Obr. 2 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník, 1996) .....	13
Obr. 3 Pásový zavlažovač (IRTEC, 2010).....	14
Obr. 4 Pásový zavlažovač (Bauer, 2011).....	15
Obr. 5 Schéma činnosti pásového zavlažovača .....	15
Obr. 6 Pokrytie satelitmi (EGNOS, 2010).....	18
Obr. 7 Systém RTK .....	19
Obr. 8 Vedné disciplíny a oblasti ľudskej činnosti, ktoré sa podieľajú na formovaní GIS (Raper, 1993) .....	20
Obr. 9 Riadiaci systém k variabilnému nastaveniu rýchlosti Irrigamatic 350 (Al-Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003, s.106) .....	22
Obr. 10 Variabilné nastavenie rýchlosti so systémom Rain (Al-Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003, s.107) .....	22
Obr. 11 Leica GS20 .....	24
Obr. 12 WET senzor s HH2 čítacou jednotkou .....	10
Obr. 13 Ručný vrtuľkový prístroj typu PILCON – EDECO na zisťovanie šmykového odporu pôdy .....	10
Obr. 14 Mapa záujmového pozemku, <a href="http://maps.google.com">http://maps.google.com</a> .....	27
Obr. 15 Mrkva typu Tinga ( <a href="http://ww.sedos.sk">ww.sedos.sk</a> ) .....	28
Obr. 16 Zavlažovač Bauer Rainstar T41 .....	29
Obr. 17 Zameraný pozemok a monitorovacie body .....	31
Obr. 18 Modul WGSconvert 0.8 pre konvertovanie údajov zo zobrazovacieho systému WGS-84 do systému S-JTSK .....	31
Obr. 19 Variabilita vlhkosti pôdy .....	33
Obr. 20 Variabilita šmykovej pevnosti pôdy, hĺbka 10 cm .....	34
Obr. 21 Variabilita šmykovej pevnosti pôdy, hĺbka 20 cm .....	35
Obr. 22 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 1 .....	37
Obr. 23 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 1 .....	38
Obr. 24 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 1 .....	38
Obr. 25 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 2 .....	40
Obr. 26 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 2 .....	40
Obr. 27 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 2 .....	40
Obr. 28 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 3 .....	42
Obr. 29 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 3 .....	42
Obr. 30 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 3 .....	43
Obr. 31 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 4 .....	44
Obr. 32 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 4 .....	44
Obr. 33 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 4 .....	45
Obr. 34 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 5 .....	46
Obr. 35 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 5 .....	46
Obr. 36 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 5 .....	47
Obr. 37 Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 6 .....	47
Obr. 38 Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 6 .....	48
Obr. 39 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitosť, monitorovací bod 6 .....	49
Obr. 40 Pozícia zavlažovačov a trasy postrekovačov .....	50
Obr. 41 Závlahová dávka 1 .....	50
Obr. 42 Závlahová dávka 2 .....	51
Obr. 43 Závlahová dávka 3 .....	51

Obr. 44 Závlahová dávka 4.....	52
Obr. 45 Závlahová dávka 5.....	52
Tabuľka 1: Prehľad o množstve vody a jej jednotlivých druhov (Plecháč, V., 1989) ...	13
Tabuľka 2 Zdroje chýb a presnosti polohy objektu ( MACK, G.,1997).....	18
Tabuľka 3: Plochy osiate mrkvou v ha k 20. 5. 2010 podľa krajov (Štatistický úrad SR)	28
.....	28
Tabuľka 4: Zásoba živín a pH.....	30
Tabuľka 5: Zrážky na sledovanom pozemku.....	30
Tabuľka 6: Tabuľka nameraných hodnôt vlhkosti pôdy.....	32
Tabuľka 7 Popisná štatistika vlhkosti pôdy .....	33
Tabuľka 8: Tabuľka nameraných hodnôt šmykového odporu pôdy.....	34
Tabuľka 9 Popisná štatistika šmyková pevnosť pôdy .....	35
Tabuľka 10 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 1 .....	36
Tabuľka 11 Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod 1 .....	37
Tabuľka 12 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 2 .....	39
Tabuľka 13 Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod 2 .....	39
Tabuľka 14 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 3 .....	41
Tabuľka 15 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 3 .....	42
Tabuľka 16 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 4 .....	43
Tabuľka 17 Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 4 .....	44
Tabuľka 18 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 5 .....	45
Tabuľka 19 Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 5 .....	46
Tabuľka 20 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 6 .....	48
Tabuľka 21 Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 6 .....	48
Tabuľka 22 Prepočítané hodnoty štihlosti a zbiehavosti koreňov, úroda mrkvy.....	49



# OBSAH

ABSTRAKT .....	2
ABSTRACT.....	2
POUŽITÉ OZNAČENIE .....	5
ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK .....	6
OBSAH.....	8
ÚVOD.....	10
1    Prehľad o súčasnom stave riešenej problematiky .....	11
1.1    Charakteristika a rozdelenie závlah .....	11
1.2    Technika na zavlažovanie .....	13
1.2.1    Pásové zavlažovače.....	14
1.2.2    Širokozáberové stroje .....	15
1.3    Presné poľnohospodárstvo.....	16
1.3.1    Globálny polohový systém – GPS .....	16
1.3.2    Diferenčný GPS (DGPS) .....	17
1.3.3    RTK .....	19
1.3.4    GIS geografický informačný systém .....	19
1.3.5    Hardvérové a softvérové zabezpečenie GIS .....	21
1.4    Aplikácia presného poľnohospodárstva v oblasti zavlažovania .....	21
2    CIEĽ PRÁCE.....	23
3    METODIKA PRÁCE .....	24
3.1    Charakteristika poľnohospodárskeho podniku .....	24
3.2    Charakteristika pozemku a plodiny .....	24
3.3    Geografické parametre – pozemok a monitorovacie body .....	24
3.4    Zhodnotenie variability vstupných vlastností pôdy .....	24
3.5    Zhodnotenie variability výstupných parametrov (plodina a závlahová mapa).....	26
4    VLASTNÁ PRÁCA .....	27
4.1    Charakteristika poľnohospodárskeho podniku .....	27
4.2    Charakteristika pozemku a pestovanej plodiny – mrkvy .....	28
4.3    Geografické parametre pozemku a poloha bodov .....	30
4.4    Variabilita vstupných parametrov.....	32
4.5    Zhodnotenie variability výstupných parametrov (plodina a závlahová mapa).....	36
5    DISKUSIA.....	53
6    ZÁVER .....	56
7    POUŽITÁ LITERATÚRA .....	57

## ÚVOD

Voda je najdôležitejšou zlúčeninou na zemskom povrchu, podstatnou zložkou biosféry a má popri pôde význam pre zabezpečenie výživy ľudstva. V prírode je v neustálom pohybe, ktorý spôsobuje predovšetkým slnečné žiarenie a teplo. V atmosfére môže byť voda v skupenstve plynnom, kvapalnom a tuhom. Voda pokrýva takmer 71 % celého zemského povrchu. Človek ju používa na osobnú potrebu a spotrebu, na poľnohospodársku a priemyselnú výrobu, rekreáciu, na premenu energetického potenciálu a na dopravu. Voda ma tiež veľký význam v poľnohospodárstve a tiež aj v rastlinnej výrobe, kde často jej nedostatok spôsobuje škody. Tomuto nepriaznivému vplyvu sa dá vo všetkých prípadoch niekedy zabrániť iba umelou závlahou. Mobilné zavlažovacie systémy aplikujú vodu v konštantnom pomere, niektoré plochy môžu obsahovať príliš veľa vody, iné nedostatočné množstvo vody.

Presné poľnohospodárstvo našlo východisko z daného problému a to spôsobom, že sa pestovanej plodine dodá také množstvo vody, aké v danom čase potrebuje. To znamená, že presné poľnohospodárstvo v oblasti zavlažovania rieši koľko vody, kde a kedy aplikovať.

Poľnohospodárstvo je odvetvie hospodárstva, ktorého hlavnou úlohou je zabezpečenie výživy obyvateľstva. Situácia na Slovensku nie je optimálna, farmy sa stretávajú s veľkými ťažkosťami a je pre nich pomerne náročné konkurovať subjektom zo zahraničia. Tento stav v poľnohospodárstve sa dá eliminovať novými výrobnými postupmi. Jedným z riešení je využívanie presného hospodárenia „Precision Farming.“ Zvyšuje efektívnosť riadenia poľnohospodárstva, prináša aj citelné ekonomické efekty a je veľmi šetrný k životnému prostrediu.

Presné poľnohospodárstvo si vyžaduje viac času, aby sa udomácnilo v podmienkach poľnohospodárskej výroby na Slovensku a tiež vyžaduje prehĺbenie poznatkov súvisiacich s aplikáciou presného poľnohospodárstva. V SR sa najviac využívajú pásové zavlažovače a široko záberové zavlažovače. V súčasných klimatických podmienkach, keď sa vyskytujú časté extrémne výkyvy počasia súvisiace tiež s globálnym otepľovaním, môžu nájsť stroje pre závlahu väčšie využitie. V poslednej dobe je trendom, ale aj potrebou v poľnohospodárstve znižovať vstupné náklady do výrobného systému. Táto podmienka sa dosiahne zavedením počítačovej techniky, snímačov a riadiacich komponentov aplikovaných na závlahové stroje.

# 1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

## 1.1 Charakteristika a rozdelenie závlah

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia produkčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).

Rozdelenie závlah do troch základných skupín (Baker, Simonik, 1989):

- doplnková,
- hnojivá,
- špeciálna.

Doplnková závlaha je najrozšírenejšia a najdôležitejšia. Môže byť realizovaná jednorázovo alebo niekoľkokrát za sebou. Cieľom doplnkovej závlahy je doplniť chýbajúce množstvo vody a tým vytvoriť optimálne rýchlostné podmienky. Závlahu realizujeme počas vegetácie, prípadne pred jej začiatkom. Na doplnkovú závlahu sa môže použiť každá voda, pokiaľ nepoškodzuje vodu a rastlinstvo.

Hnojivou závlahou dopĺňujeme do pôdy živiny a vodu. Uskutočňuje sa hlavne mimo vegetačného obdobia, kde sa voda zmiešava s močovkou, hnojovicou, tekutým hnojom, atď. Môže sa použiť aj počas vegetačného obdobia, ale v menších koncentráciách priemyselných hnojív.

Účelom špeciálnej závlahy môže byť napríklad oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám alebo živočíšnym škodcom, očistenie odpadovej vody, atď. Rozdeľujeme ju na:

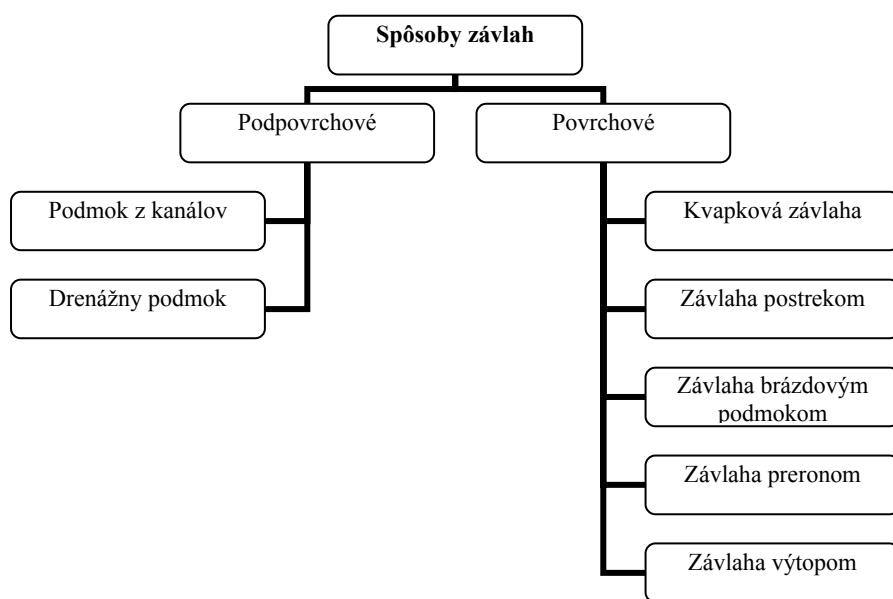
- klimatizačná (zmena mikroklimy porastu a tým jeho ochrana),
- melioračná (slúži na úpravu pôdy, pH),
- dezinfekčná a dasinsekčná (ničenie burín, chorôb a škodcov).

Pôdu zavlažujeme rôznymi spôsobmi. Základne rozdelenie je nasledovné:

1. závlaha zátopou – na ohraničený pozemok sa privedie voda, ktorá vsakuje do pôdy. Celý pozemok je zaplavený vodou. Túto metódu si vyžaduje napríklad ryža. V našich podmienkach sa tento spôsob nepoužíva.
2. závlaha preronom – používa sa na zavlažovanie mierne sklonených lúk a pasienkov v podhorských oblastiach. Voda tečie v tenkej 2 až 5 cm vrstve

v smere prirodzeného spádu a postupne do pôdy vsakuje. Tečúca voda nesmie pôsobiť erozívne.

3. závlaha podmokom – vhodná pre rovinné pozemky. Pri tomto spôsobe sa mechanickými prostriedkami vytvárajú brázdy, do ktorých sa napúšťa voda, z rozvodných kanálov alebo sa privádza potrubím z PVC pod nízkym tlakom. Nadzemná časť rastlín neprichádza do styku so záhlavovou vodou. Táto závlaha je vhodná pre okopaniny, ovocné stromy a podobne.
4. regulačná drenáž – je známa väčšinou ako prostriedok na odvodňovanie. Napustenie vody do drenážnych rúrok má opačný účinok. Voda sa do pôdy privádza drenážnym systémom a pôda sa zavlažuje podzemným podmokom. Výhodou je, že pôda sa nepremáča a je vhodná v miestach, kde je častý vietor s vyššími rýchlosťami.
5. závlaha postrekom – je najvhodnejší spôsob závlah, pri ktorom sa voda dodáva rastlinám podobne ako v prirodzených zrážkach. Závlahová voda sa privádza potrubím a rozstrekuje. Ku kladom tejto závlahy patrí kvalitný rozstrek, správne dávkovanie vody, plná mechanizácia, až automatizácia prevádzky. Ďalšou výhodou je, že umýva nadzemnú časť rastlín, čo uľahčuje ich dýchanie. Je to najrozšírenejší spôsob v Slovenskej republike a aj v zahraničí.
6. iné spôsoby – začínajú sa rozširovať z dôvodu nedostatku kvalitnej vody na zavlažovanie. Ide o úsporné technológie ako je mikrozavlažovanie (kvapková závlaha, mikropostrek a podpovrchová závlaha).

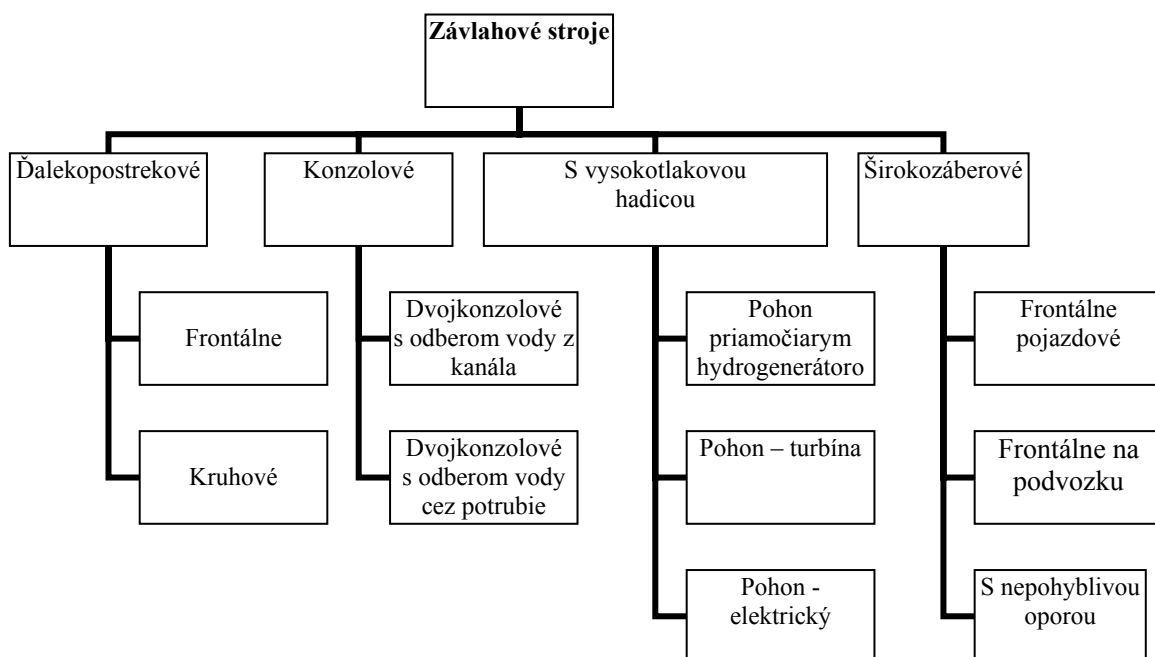


**Obr. 1** Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Simoník, 1996)

## 1.2 Technika na zavlažovanie

Zabezpečuje rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovaných pozemkoch. Klasifikácia závlahových strojov je zobrazená na obrázku 2. Na Slovensku sú najviac rozšírené pásové zavlažovače a ďalej široko-záberové závlahové stroje.

**Závlahová kostra** – je to hlavné závlahové zariadenie a tvorí ho: vodný zdroj, odberný objekt, prívod vody k čerpacím staniciam, čerpacie stanice, podpovrchový rúrkový rozvod, hydranty na odber vody na poli.



Obr. 2 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník, 1996)

Tabuľka 1: Prehľad o množstve vody a jej jednotlivých druhov (Plecháč, V., 1989)

VÝSKYT VODY	MNOŽSTVO VODY	
	celkom km <sup>3</sup>	z vody celkom %
Svetový oceán	1 300 000000	97,22
Slané jazerá a vnútrozemské moria	100 000	0,008
Ľadovce a polárny ľad	28 500 000	2,136
Voda v atmosfére	12 700	0,001
Voda v rastlinách a živočíchoch	1 130	0,0001
Sladkovodné jazerá	123 000	0,009
Vodné toky	1 230	0,0001
Vlhkosť vody a podpovrchová voda	65 000	0,005
Podzemná voda do hĺbky 800 m	4 000 000	0,31
Podzemná voda do hĺbky 800 m až 4000 m	4 000 000	0,31
Sladká voda celkom	36 700 000	2,77
Voda celkom asi	1 337 000000	100

**Závlahový detail** - sú to zariadenia a závlahové stroje na rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovanom pozemku (Simoník, 2000).

### 1.2.1 Pásové zavlažovače

Pásové zavlažovače sú u nás najpoužívanejším zariadením závlahového detailu. Ich predchodcom boli zavlažovače s vlečenou hadicou. Na Slovensku používame pásové zavlažovače, tzv. európskeho typu. Vlastný zavlažovač s navíjacím bubnom sa postaví v dosahu hydrantu a zvinovateľná polyetylénová hadica sa rozvinie na zavlažovaný pozemok. Na jej konci je jeden i viac otočných postrekovačov na klznom, prípadne kolesovom podstavci alebo konzolová koncovka (Novotný, Masár, 1998). Ich konštrukcia pozostáva z kolesového podvozku, na ktorom sa nachádza cievka s navinutou hadicou o priemere 25 až 140 mm a dĺžkou 200 až 600 metrov. Rozvinutá hadica sa počas prevádzky pomaly navíja na cievku, cez ktorú vteká do nej voda z hydrantu. Otáčanie cievky zabezpečuje hydromotor.

Závlaha sa pripája na hydrant tlakového potrubia a z cievky sa odvinie hadica. Po tomto úkone sa zavlažovanie postrekom môže začať.

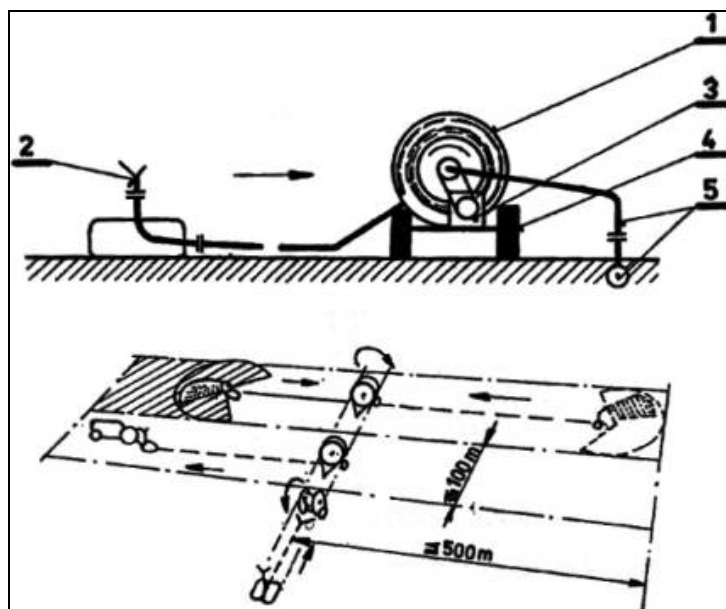
Na obr. 3 sa ako príklad uvádza pásový zavlažovač Irtec a na obr. 4 pásový zavlažovač Bauer.



Obr. 3 Pásový zavlažovač (IRTEC, 2010)



Obr. 4 Pásový zavlažovač (Bauer, 2011)



Obr. 5 Schéma činnosti pásového zavlažovača (Simoník, 1996)

1-cievka s hadicou, 2-postrekovač, 3-hydromotor na otáčanie cievky, 4-podvozok, 5-hlavné potrubie s hydrantom

### 1.2.2 Širokozáberové stroje

Tieto zavlažovače sú charakterizované širokým záberom. Medzi širokozáberové zavlažovače patria:

- frontálny zavlažovač valivý, ktorým je voda odoberaná z hydrantu,
- frontálny zavlažovač s podvozkami, ktorý je vhodný na zavlažovanie vysokostebelnatých plodín. Jeho pohyb je zabezpečovaný elektromotorom, v niektorých prípadoch hydromotormi (Fregat). Zdrojom elektrickej energie je naftový generátor. Medzi tieto zavlažovače patrí napríklad konzolový otočný

zavlažovač, na ktorom sa konzolový nosník otáča okolo stredu umiestnenom na kolesovom podvozku. Otáčavý pohyb zabezpečujú ďalekoprádové postrekovače umiestnené na ramenách konzol, na ktorých sú tiež rozložené malé dýzy.

Širokozáberové stroje vyžadujú vhodné terénne podmienky bez prekážok na poli.

### 1.3 Presné poľnohospodárstvo

V súčasnej dobe je hlavným cieľom znižovanie nákladovosti pri výrobe poľnohospodárskych produktov a tým celkové posilnenie konkurencieschopnosti na svetovom trhu s poľnohospodárskymi komoditami. Tento trend je označovaný ako presné, resp. precízne poľnohospodárstvo. Používa sa tiež názov „polohovo diferencované obrábanie pôdy“ a p.

Systém precízneho poľnohospodárstva sa od systému konvenčného poľnohospodárstva odlišuje niekoľkými zásadnými rozdielmi (Nozdrovický, 1999):

- hnacím médiom slúžiacim pre zabezpečenie funkcie jednotlivých zložiek (subsystémov) sú informácie,
- prevažná väčšina využívaných informácií je lokalizovaná k presne špecifikovanému miestu pozemku,
- informácie pochádzajúce z jedného podsystému možno prostredníctvom vhodného softvéru agregovať, integrovať, prekrývať čím sa získavajú nové zdroje informácií pre potreby rozhodovacieho procesu,
- technológia premenlivého dávkovania hlavných vstupov (hnojív, pesticídov a perspektívne aj osiva) je riadená veličinou geografickej polohy aplikačného stroja,
- rozsiahle využívanie prvkov informačných technológií zásadným spôsobom mení požiadavky na vzdelanie, kvalifikáciu a znalosti obsluhujúcich pracovníkov.

V systéme presného poľnohospodárstva sa uplatňuje napr. programové vybavenie GIS, GPS (Global Positioning System), resp. DGPS – určovanie polohy na zemi s využitím satelitných signálov. Súčasťou presného poľnohospodárstva je tiež vytváranie pôdných máp spracovaním signálov GPS.

#### 1.3.1 Globálny polohový systém – GPS

Používa zostavu aspoň 24 satelitov nachádzajúcich sa na obežnej dráhe okolo Zeme. Je schopný poskytovať údaje o polohe nezávisle na počasí 24 hodín denne. Cieľom prevádzkovateľa tohto systému, Ministerstva obrany USA, pôvodne bolo, aby



vojenské jednotky mohli presne určovať polohu, rýchlosť a čas v jednotnom referenčnom systéme. Systém bol vyvíjaný najmä pre vojenské účely, ale americký kongres neskôr schválil jeho využitie s určitými obmedzeniami aj pre civilné využitie.

Systém GPS je tvorený tromi zložkami:

1. kozmická
2. riadiaca
3. užívateľská

Kozmická zložka - ako už bolo spomenuté systém je tvorený 24 družicami, z ktorých je 21 navigačných a tri sú aktívne záložné. Každá družica je vybavená prijímacou a vysielačnou anténou, atómovými hodinami, palivom pre trysky pohonu, akumulátormi, ktoré majú k dispozícii solárne panely s plochou 7,2 m<sup>2</sup> a radom ďalších prístrojov, ktoré slúžia pre navigáciu alebo iné špeciálne účely.

Riadiaca zložka - je tvorená systémom hlavnej riadiacej stanice, štyroch monitorovacích pozemných staníc umiestnených v rôznych častiach sveta a troch vysielačnych staníc, ktoré komunikujú s družicami. Hlavná riadiaca stanica (**MCS - Master Station Control**) je umiestnená v opevnenom bunkri v horách v Colorade a má špeciálnu ochranu.

Užívateľská zložka – skladá sa z GPS prijímačov užívateľov a vyhodnocovacích nástrojov a postupov. GPS prijímača vykonávajú na základe prijatých signálov z družíc predbežne výpočty polohy, rýchlosti a času (Svatoš, 2001)

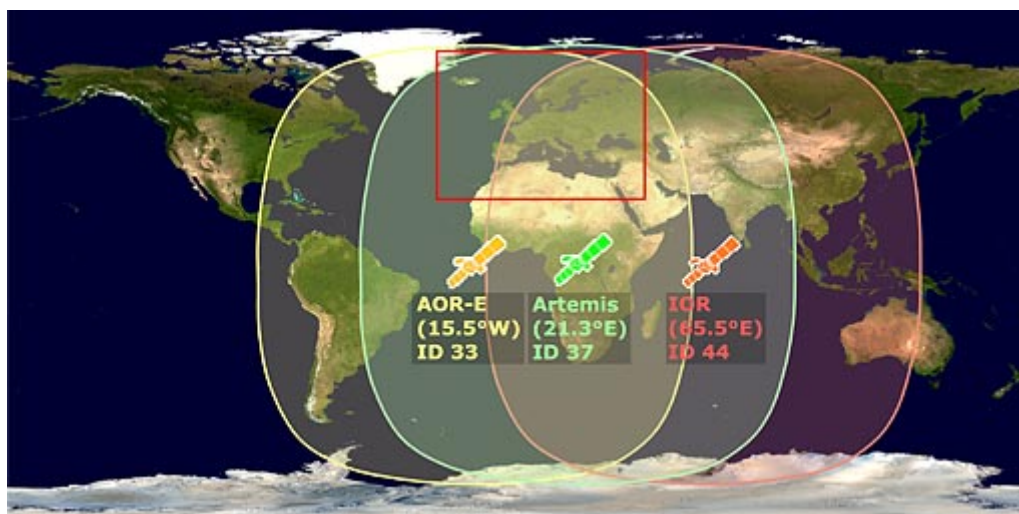
### *1.3.2 Diferenčný GPS (DGPS)*

Použitím diferenčnej (rozdielovej) metódy merania sa dosiahne významného zvýšenia presnosti určovania polohy v reálnom čase. Využíva sa tzv. korekčný (diferenčný) signál. Zdroje korekčného signálu môžu byť pozemné stanice alebo satelitné systémy.

### **Satelitné korekčné systémy**

Medzi bezplatne korekčné satelitné signály patrí napr. európsky EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service), japonský MSAS (Multi-Functional Satellite Augmentation System) a americký WAAS (Wide Area Augmentation System). Všetky tieto systémy označujeme ako SBAS (Satellite Based

Augmentation System). EGNOS je spoločný projekt ESA, Európskej agentúry a Európskej organizácie pre bezpečnosť vzdušnej navigácie. Bol spustený do testovacej prevádzky v roku 2004 a dnes je plne dostupný (VUS, 2008).



Obr. 6 Pokrytie satelitmi (EGNOS, 2010)

Medzi komerčné satelitné korekčné signály patria VERPOS, STARFIRE a OmniSTAR. STARFIRE je vyvinutý spoločnosťou John Deere a ďalšími organizáciami zaoberajúcimi sa presným poľnohospodárstvom.

### DGPS systém tvorený pozemnými stanicami

Stanica vyhodnocuje chybu pozície a potom vysiela korekčný signál. Týmto sa presnosť polohy zvyšuje. Stanice by nemali byť vzdialenejšie ako 70 – 200 km od prijímača, lebo korekčné dáta sú menej a menej presné.

Tabuľka 2 Zdroje chýb a presnosti polohy objektu ( MACK, G.,1997)

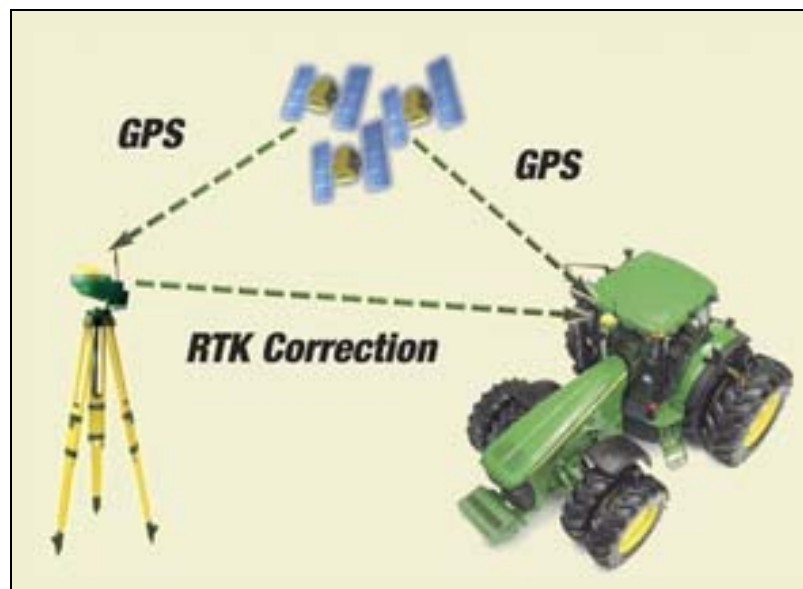
Zdroje chýb	Presnosť polohy	
	Štandardný GPS	Diferenciálny GPS
Chyba satelitových hodín	1,5 m	0 m
Chyba obežnej dráhy	2,5 m	0 m
Ionosféra	5 m	0,4 m
Šum prijímača	0,3 m	0,3 m
Viackanálový signál	0,6 m	0,6 m
Selektívna dostupnosť (SA)	30 m (0 bez SA)	0 m
<b>Typická presnosť polohy</b>		
v horizontálnom smere	60 m (15 m bez SA)	1 m
vo vertikálnom smere	80 m (24 m bez SA)	2 m

### 1.3.3 RTK

**RTK** (Real time kinematic) je najpresnejším systémom, ktorý umožňuje absolútnu presnosť určenia polohy v rozmedzí  $\pm 2$  cm. Princíp spočíva v prijímaní RTK signálu z rôznych pozemných korekčných staníc. Signál je šírený pomocou rádiových vln alebo technológiou GPRS. Signál je prijímaný prostredníctvom rádiových vln z lokálnej základňovej stanice. Využíva bezplatné frekvencie, môžu byť využívané aj licencované frekvencie, ktoré zabezpečujú silnejší signál a väčšie pokrytie.

Základňovú stanicu využívajú napríklad spoločnosti CaseIH, John Deere, Leica a iné.

Presnosť určenia polohy v rámci niekoľkých milimetrov je možné dosiahnuť pomocou tzv. kontinuálne pracujúcich referenčných staníc, ktoré prenášajú signál cez GPRS prostredníctvom mobilných operátorov (RTK, 2011).



Obr. 7 Systém RTK (RTK, 2011)

### 1.3.4 GIS geografický informačný systém

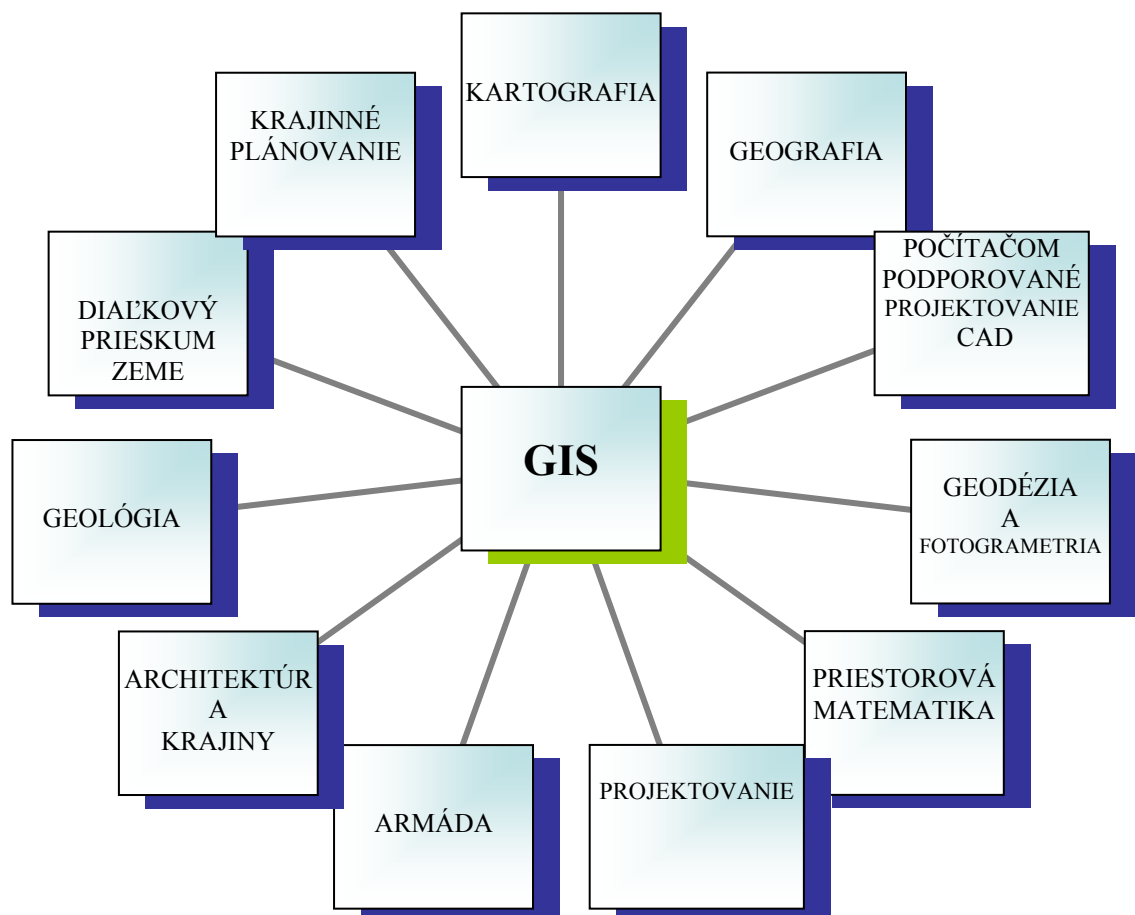
V súčasnosti existuje mnoho definícií GIS, napr.:

- Automatizované systémy pre zber, ukladanie, vyhľadávanie, analýzu a zobrazenie priestorových dát (Clarke).
- Systém pre zhromažďovanie, uchovanie, kontrolu, integráciu, manipuláciu, analýzu a zobrazovanie dát, ktoré sú priestorovo lokalizované na zemskom povrchu (Chorley, 1987).

- GIS je informačný systém pre zhromažďovanie, obhospodarovanie, analýzu, modelovanie a vizualizáciu geografických informácií. V ňom obsiahnuté údaje opisujú geometriu, topológiu, tématiku a dynamiku geobjektov (Streit, 1998).

Oblasť využitia GIS je v rôznych odvetviach napr. doprava, telekomunikácie, armáda a pomáha tiež v poľnohospodárstve. GIS sa uplatnil aj na území Slovenska v ochrane prírody, ekologických štúdiách, ako aj v krajnom inžinierstve. Tento systém bol aplikovaný na Slovensku aj v oblasti plynárenstva (SLOVTRANS-GAZ) pri správe tranzitného plynovodu. Uplatnil sa aj pri budovaní a prevádzke informačného systému o cestnej sieti – Cestnej databanky SR.

Pre spracovanie priestorových dát je nevyhnutným vybavením počítač a ďalšie periférne zariadenia. Pre kompletnosť počítačového systému potrebujeme aj programové vybavenie – softvér. Programy GIS sú použiteľné pre osobné počítače aj pre pracovné stanice. Existuje mnoho rôznych firiem vyrábajúcich programy pre GIS.



**Obr. 8** Vedné disciplíny a oblasti ľudskej činnosti, ktoré sa podieľajú na formovaní GIS (Raper, 1993)

Globálny polohovateľný systém (GPS) je významným zdrojom dát použiteľných v GIS. Jeho nevýhodou je, že prijímač musí byť priamo spojený s družicou.

V súčasnosti sú v prevádzke dva systémy, ruský Glonass a už spomínaný americký GPS a od roku 2010 bolo plánované spustenie systému Galileo, avšak neustále dochádza k posunu termínu a v súčasnosti sa uvažuje s rokom 2014. Jeho výstavbu realizuje Európska únia.

### *1.3.5 Hardvérové a softvérové zabezpečenie GIS*

Pri práci s GIS využívame veľký objem dát, preto kladieme veľký dôraz na objem pamäte a výkon grafiky.

Na dosiahnutie kvalitných výstupných údajov z GIS vplýva kvalita vstupných dát. Poznáme viac spôsobov vstupu dát. Pre priestorové dáta sú to:

- vektorizácia,
- skenovanie,
- vstup cez klávesnicu,
- načítanie dát z existujúcich digitálnych zdrojov.

Pre atribútové dáta:

- vstup cez klávesnicu,
- načítanie existujúceho dátového súboru z databázy.

Pri vektorizácii máp dochádza k prevodu analógovej informácie z mapy do digitálnej formy vo forme vektorového dátového modelu. Skenovanie je prevod analógovej informácie do digitálnej rastrovej formy. Načítavanie externých dát sa uskutočňuje napríklad z družicovej snímky, leteckej snímky alebo z dát z GPS.

Veľmi dôležité postavenie vo využívaní GIS majú jednotlivé GIS softvéry. Na Slovensku sú najviac rozšírené softvérové aplikácie od firmy ESRI.

## **1.4 Aplikácia presného poľnohospodárstva v oblasti zavlažovania**

Pri zavlažovaní bolo doteraz cieľom vyrovnané rozdelenie vody, čo však neplatí pre presné poľnohospodárstvo. Pre uvedený systém sa požaduje variabilná závlahová dávka v závislosti od pôdy a rastliny (Sourell, Karadsheh, 2001).

Aj v praxi sa stretávame z nehomogénnymi pôdami, ktoré vyžadujú túto variabilnú dávku pomocou precízneho zavlažovania.

Precízne zavlažovanie umožňuje pokles vstupných nákladov a potenciálny nárast čistého príjmu pomocou aplikovania vody na správnom mieste, v správnom množstve a v správnom čase. Pozemky, ktoré vykazujú priestorovú variabilitu, majú prospech zo

systemu precízneho zavlažovania – schopnosť meniť množstvo aplikovanej vody (Al Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003).

Na pásových zavlažovačoch je možné závlahovú dávku meniť zmenou rýchlosti navíjania hadice. Pri aplikácii širokozáberevého pivotového zavlažovača sa používa diferenciálne nastavenie jednotlivých dýz (Al Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003).

Rýchlosť pohybu sa dá meniť manuálne (základný palubný počítač) alebo automaticky (rozšírený palubný počítač).

Pri praktických skúškach výskumného ústavu FAL (Nemecko) boli testované dve počítačové elektronické zariadenia na kontrolu rýchlosti dvoch lineárnych zavlažovacích systémov od dvoch rozličných firiem: IRRIGAMATIC 350 (MAtermacc/Taliansko) a PROGRAM RAIN 9 (Nortoft Electronic/Dánsko).



**Obr. 9** Riadiaci systém k variabilnému nastaveniu rýchlosti Irrigamatic 350 (Al-Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003, s.106)



**Obr. 10** Variabilné nastavenie rýchlosti so systémom Rain (Al-Karadsheh, Sourell, Sommer, 2003, s.107)

## **2 CIEĽ PRÁCE**

Cieľom diplomovej práce bude zhodnotiť aplikáciu pásových zavlažovačov pri zavlažovaní poľných plodín s využitím zásad presného poľnohospodárstva. Čiastkové ciele sú nasledovné:

- Charakteristika poľnohospodárskeho podniku
- Charakteristika pozemku a plodiny
- Geografické parametre – pozemok a monitorovacie body
- Zhodnotenie variability vstupných vlastností pôdy
- Zhodnotenie variability výstupných parametrov (plodina a závlahová mapa)

### 3 METODIKA PRÁCE

V danej kapitole sa bude postupovať tak, aby sa splnili všetky stanovené ciele.

Rámcová metodika práce sa zhrnie do nasledovných bodov:

#### 3.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Z dostupných materiálov je treba spracovať krátky popis organizácie. Ďalej je treba zhodnotiť rozlohu poľnohospodárskej pôdy, pestované plodiny a ich rozlohy. Zhodnotia sa aj pôdno-klimatické podmienky.

#### 3.2 Charakteristika pozemku a plodiny

Z podniku je treba získať podklady o pozemku, s ktorými sa v práci ďalej pracuje. Výber pozemku bude závisieť od týchto kritérií:

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

Z dostupných zdrojov sa popíše aj daná plodina.

#### 3.3 Geografické parametre – pozemok a monitorovacie body

Na určovanie hraníc pozemku bude použitý ručný satelitný navigačný prístroj - navigátor Leica GS20 (obr.11). Po nastavení potrebných funkcií na prístroji je treba obísť hranice sledovaných pozemkov a získané údaje potom uložiť.

Rozmiestnenie bodov, z ktorých je treba odoberať vzorky, budú stanovené pomocou počítača.



Obr. 11 Leica GS20

#### 3.4 Zhodnotenie variability vstupných vlastností pôdy

Na určovanie vlhkosti použijeme WET- senzor s čítacou jednotkou HH2(obr.12). WET senzor priamo meria permitivitu pôdy, objemovú elektrickú vodivosť a teplotu.



Z týchto veličín potom použitím špeciálnych kalibračných tabuliek a rovníc prístroj HH2 vypočítava objemovú vlhkosť pôdy a pórovú vodnú konduktivitu.

Na pozemku si stanovíme desať monitorovacích bodov, na ktorých spravíme tri merania vlhkosti. Namerané hodnoty zapíšeme do tabuľky a vypočítame priemernú vlhkosť v každom monitorovanom bode.



**Obr. 12** WET senzor s HH2 čítačou jednotkou  
a) WET senzor s HH 2 loggerom, b) WET senzor, C) HH2 logger

Ďalšie meranie uskutočníme ručným vrtuľovým prístrojom typu PILCON – EDECO, ktorým zistíme šmykový odpor pôdy. V každom monitorovanom bode spravíme dve merania v hĺbkach 100 a 200 mm.



**Obr. 13** Ručný vrtuľkový prístroj typu PILCON – EDECO na zisťovanie šmykového odporu pôdy

## Vytvorenie máp

Mapy sa budú vytvárať pomocou programu ArcView 3.2. Postup bude nasledovný: Po odobratí vzoriek z pozemku a určení hydrolimitov (vlhkosti) odberných bodov sa tieto parametre zapíšu do tabuľky. Každému odbernému bodu zodpovedajú určité súradnice x,y a to JTSK súradnicovom systéme. Táto tabuľka sa bude musieť uložiť ako dbf III, alebo dbf IV. Potom sa vloží do programu ArcView 3.2 a nastavbou programu Spatial analyst 1.1 sa dokážu vytvoriť tieto mapy. V programe ArcView 3.2 sa použije metóda *Spline*. Na základe zmeraných údajov sa vytvoria jednotlivé zóny, ktoré budú rozlíšené farebne.

### 3.5 Zhodnotenie variability výstupných parametrov (plodina a závlahová mapa)

Zhodnotia sa nasledovné agrofyzikálne parametre koreňa mrkvy:

- dĺžka v mm,
- kužeľovitost' v  $\text{mm} \cdot \text{mm}^{-1}$ , odvodená z horného a dolného priemeru mrkvy,
- úroda v  $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ .

Metrovky sa odoberú z dĺžky 1,33 m (v jednom riadku), čo zodpovedá ploche  $1 \text{ m}^2$ . Z odobratej vzorky sa stanovia nasledovné parametre:

- hmotnosť celej metrovky v kg,
- hmotnosť jednotlivých koreňov v kg,
- dĺžka jednotlivých koreňov v m,
- horný a dolný priemer koreňa v m.

*Kužeľovitost'*

$$Ku = \frac{\phi_h - \phi_k}{\ell}, \quad - \quad (1)$$

Kde:  $\phi_h$  – priemer pri hlave koreňa, m

$\phi_k$  – priemer pri konci koreňa, m

$\ell$  – dĺžka koreňa, m

*Koeficient zbiehavosti* ( $\lambda_1$ ) je vyjadrený pomerom priemerov v hornej ( $\phi_h$ ) a v dolnej ( $\phi_k$ ) časti koreňa.

*Koeficient štíhlosti* ( $\lambda$ ) je daný pomerom dĺžky ( $\ell$ ) a horným priemerom ( $\phi_h$ ) koreňa.

## 4 VLASTNÁ PRÁCA

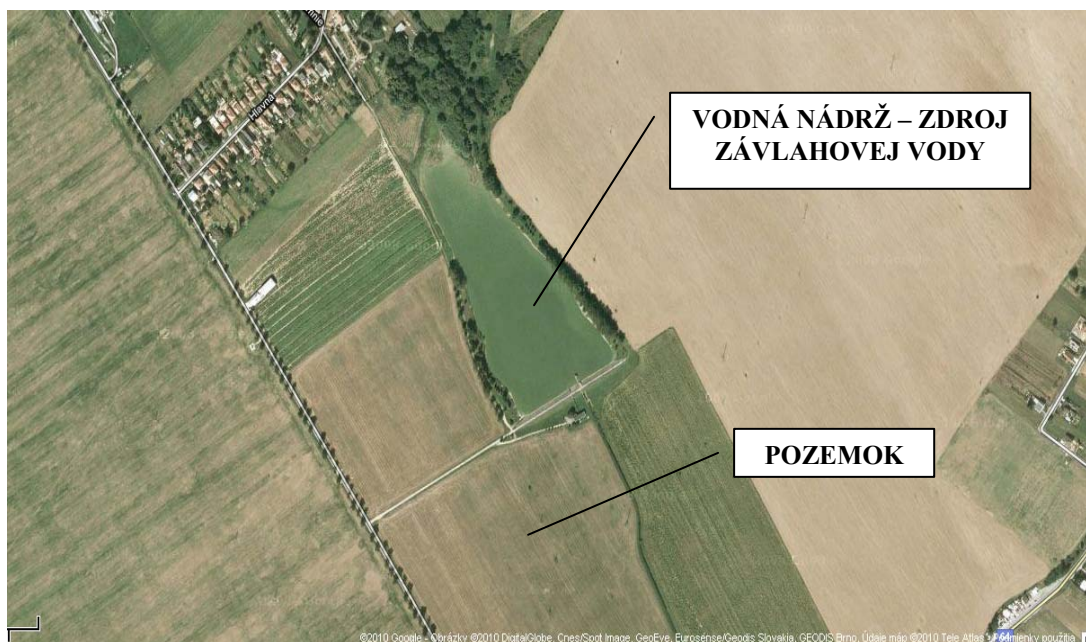
### 4.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Firma Paulen vznikla v roku 1996. Na začiatku obhospodarovali 37 ha pôdy. V súčasnej dobe firma hospodári na 220 ha poľnohospodárskej pôdy. Firma sa zaoberá rastlinnou a živočíšnou výrobou. Podstatnú časť výrobných činností tvoria záhradnícke služby a pestovanie a predaj okrasných drevín, ktorý je zameraný na koncového spotrebiteľa. Rastlinná výroba sa špecializuje na pestovanie pšenice, jačmeňa, kukurice, repky olejnej a zeleniny. V minulosti patril k pestovaným plodinám aj tabak. V oblasti živočíšnej výroby sú chované ošípané s približným počtom kusov 250. Ďalej sú na farme zastúpené: ovce, kozy a hydina.

Firma zamestnáva v súčasnosti štyroch zamestnancov. Na farme vypomáhajú aj sezónni zamestnanci. Približný ročný obrat firmy je 200 tisíc eur.

Technické vybavenie firmy je zastúpené dvomi traktormi, ktoré zabezpečujú chod celej firmy. Pre obrábanie pôdy využíva závesné náradia, ako sú: pluhy, brány, kypriče. Ďalšie technické vybavenie tvorí postrekovač a rozhadzovač priemyselných hnojív. Sejbu zabezpečuje sejačka na obiloviny a sejačka na presný výsev. Na zber poľnohospodárskych plodín využíva firma služby dodávateľov. Na zavlažovanie poľnohospodárskych plodín používa zavlažovač Bauer Rainstar T41 (obr.16).

Firma Paulen sa nachádza na západnom Slovensku v okrese Topoľčany. Záujmové územie firmy sa rozprestiera v širšom území okresu Topoľčany.



Obr. 14 Mapa záujmového pozemku, <http://maps.google.com>

## 4.2 Charakteristika pozemku a pestovanej plodiny – mrkvy

Mrkvu zaraďujeme medzi koreňovú zeleninu. V našom klimatickom pásme má jej pestovanie dlhoročnú tradíciu. Väčšina druhov pochádza z mierneho pásma, najčastejšie z euroázijského kontinentu. Koreňová zelenina získala svoj názov podľa úžitkovej časti.

Tabuľka 3: Plochy osiate mrkvou v ha k 20. 5. 2010 podľa krajov (Štatistický úrad SR)

	SR spolu	Bratislavský	Trnavský	Trenčiansky	Nitriansky	Žilinský	Banskobystrický	Prešovský	Košický
<i>Mrkva a karotka skorá a letná</i>	93,88	19,22	27,21	2,6	23,41	2,6	6,22	3,82	8,8
<i>Mrkva a karotka neskorá</i>	298,67	12,73	147,49	5,6	194,41	x	9,27	x	189,16

X – nezverejnené



Obr. 15 Mrkva typu Tinga (ww.sedos.sk)

Mrkva zaberá najväčšie pestovateľské plochy z koreňovej zeleniny. Je domácou rastlinou v celej Európe, ďalej sa rozšírila do ostatných častí sveta. Mrkva je najbohatším zdrojom provitamínu A, ďalej obsahuje vitamíny B1, B2, C, cukry a bielkoviny. Medzi základne tvary koreňov mrkvy patrí: valcovitý, kuželovitý a guľovitý tvar. Mrkva je nenáročná na klímu a dá sa pestovať až do nadmorskej výšky 500 metrov. Nepotrebuje ani veľa živín. Dôležité je správne množstvo dusíka. Dostatok



dusíka zvyšuje výnosnosť, znižuje lámavosť, ale na druhej strane zhoršuje chuť a zvyšuje obsah dusičnanov. Nedostatok dusíka sa dá spozorovať žltnutím listov. Nevhodné je čerstvé organické hnojenie, ktoré vytvára pôdne choroby. Odrody mrkvy sa značne líšia tvarom koreňov, ale tiež vegetačnou dobou.



**Obr. 16** Zavlažovač Bauer Rainstar T41

Zber dorastených koreňov nesmie byť oneskorený, pretože vzniká pukanie a zhrubnutie konzistencie. Mrkva sa skladuje pri teplote 1 až 4°C, pri relatívnej vlhkosti vzduchu na 90 %. Nevhodné ku skladovaniu sú prezrelé korene zo skorých výsevov. Obsahujú veľa vody a vlákniny.

Mrkva môže trpieť fyziologickými poruchami, ako napríklad zelenanie hláv, pukanie koreňov, vetvenie koreňov. Spôsobuje to nasledovné:

- kamenitá pôda,
- utužená pôdna spodina,
- riedky porast,
- nevhodná odroda,
- nadbytok vlahy po suchom období.

Mrkvu môžu postihnúť choroby ako napríklad suchá škvrnitosť a ďalej je vystavená aj škodcom koreňovej zeleniny.

Z výsledkov vyplýva, že pôda je slabo kyslá (tabuľka 4).

**Tabuľka 4:** Zásoba živín a pH

Vzorka	pH	P [mg/kg]	K [mg/kg]	Mg [mg/kg]
1	6,3	31	234	405
2	6,7	33	222	336
<b>PRIEMER</b>	6,5	32	228	370
Zhodnotenie	slabo kyslá	nízky	dobrý	veľmi vysoký

Veľký vplyv na úrodu plodín ako aj mrkvy majú zrážky. Prehľadne sa výsledky zrážok zobrazili v tabuľke 5. Množstvo zrážok sleduje podnik zrážkomerom.

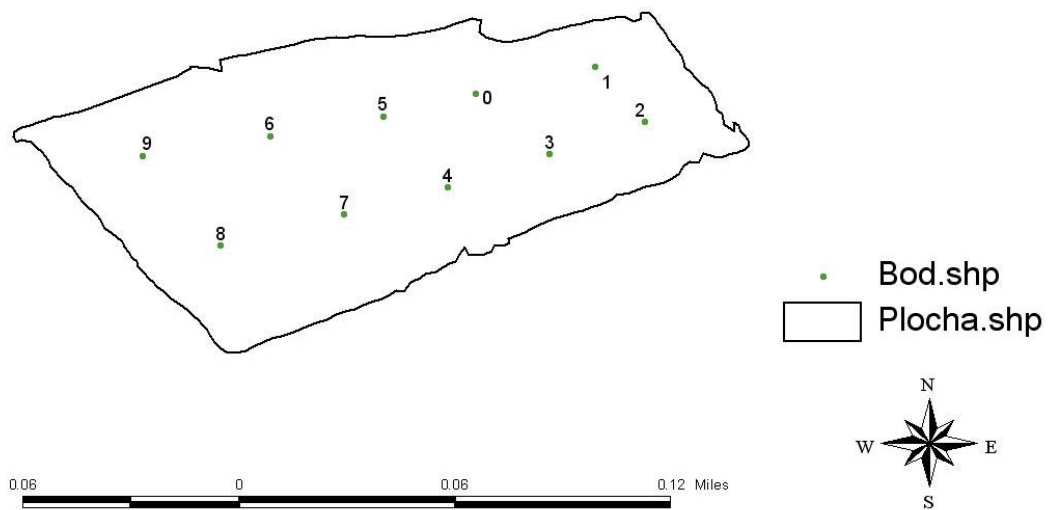
**Tabuľka 5:** Zrážky na sledovanom pozemku

<b>Súhrnné mesačné zrážky za jednotlivé roky v danej lokalite</b>									
Mesiac	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1.	15,9	60,6	74,5	47,1	55	65	35	41	35
2.	47	1,1	44	69,1	44	39	25	28	30
3.	23	1	40,9	5,6	43	72	82	46	16
4.	31,7	20,7	24,5	58,5	53	0	25	7	74
5.	76,1	35	49,1	40,1	69	72	49	85	138
6.	74,4	17,3	97,6	34,6	51	34	32	50	121
7.	66,5	84,3	24,9	60,1	0	36	110	67	78
8.	108,3	30,8	21,1	86,2	104	64	44	6	94
9.	54,9	17,6	36,6	49,1	0	72	33	9	88
10.	89,3	81,1	43,4	14,8	17	42	31	62	-
11.	57	29,9	51,4	54,5	43	46	29	61	-
12.	43,8	28,6	30,8	92,5	26	23	44	53	-
<b>Spolu</b>	687,9	408	538,8	612,2	505	565	539	515	-

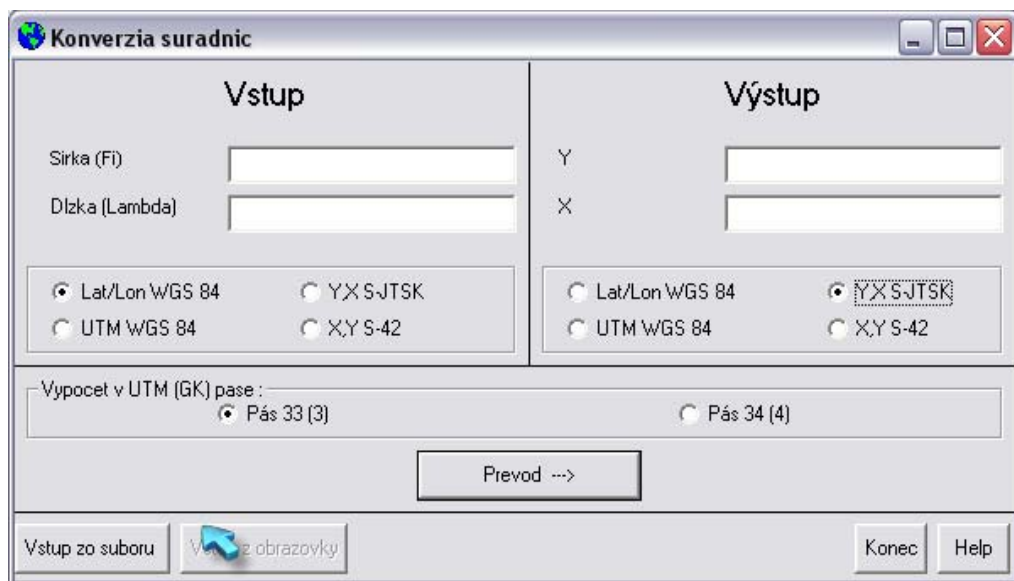
### 4.3 Geografické parametre pozemku a poloha bodov

Konvenčné poľnohospodárstvo sa opiera o tzv. poľné mapy a BPEJ získaných z priemernej vzorky. Táto vzorka sa odoberala z parcely určitej veľkosti. Pri väčších pozemkoch sa táto vzorka odoberala z niekoľkých bodov a vytvorila sa jedna alebo niekoľko vzoriek. Vzorky potom vyhodnocovali pozemok ako celok. Pri zavádzaní zásad presného poľnohospodárstva do danej oblasti hodnotenia stavu pozemku je poľná mapa z podniku nedostatočná. Prvým krokom je zameranie parcely GPS prijímačom. Po

dodržaní a realizácii postupu uvedeného v metodike 3.3 sa získali údaje o hraniciach pozemku, ktoré sú zobrazené na obr.17. Výmera pozemku bola 1,85 ha.



**Obr. 17** Zameraný pozemok a monitorovacie body



**Obr. 18** Modul WGSconvert 0.8 pre konvertovanie údajov zo zobrazovacieho systému WGS-84 do systému S-JTSK

Po určení hraníc pozemku sa údaje z prístroja GPS preniesli cez dátový kábel do počítača. Výsledky merania sú vyjadrené najčastejšie v geocentrickom súradnicovom systéme WGS-84, ktorý je relatívne vysoko presný, ale jeho geocentricita je závislá na kvalite použitých družicových efemeríd a na použitých pripájacích bodoch. Aby sme mohli použiť tieto údaje v programe ArcView 3.2 potrebovali sme ich prepočítať do súradnicového systému S-JTSK. Doteraz prakticky všetky GIS sú budované v lokálnych súradnicových systémoch. Konverziu údajov medzi zobrazovacím formátom WGS-84

a formátom S-JTSK možno riešiť manuálne, alebo pomocou vhodných prepočítavacích programov. V našom prípade sa konverzia údajov riešila pomocou programu WGSconvert 0.8 (obr. 18).

Pre ďalšie spracovanie boli súbory exportované do prostredia MS Excel vo formáte \*.dbf. Počet monitorovacích bodov bol 10.

#### 4.4 Variabilita vstupných parametrov

##### a) Priestorová premenlivosť vlhkosti pôdy

Vlhkosť pôdy sa stanovovala podľa metodiky uvedenej v kapitole 3.4. Merania vlhkosti pôdy sa uskutočnili v roku 2010 pred aplikáciou závlahy. V jednotlivých monitorovacích bodoch sa pomocou meracieho prístroja HH2 logger aj s príslušným senzorom WET zisťovala vlhkosť pôdy. Merania sa v každom bode aplikovali 3-krát. Z výsledkov sa stanovila priemerná hodnota v každom monitorovacom bode (tabuľka 6).

**Tabuľka 6:** Tabuľka nameraných hodnôt vlhkosti pôdy

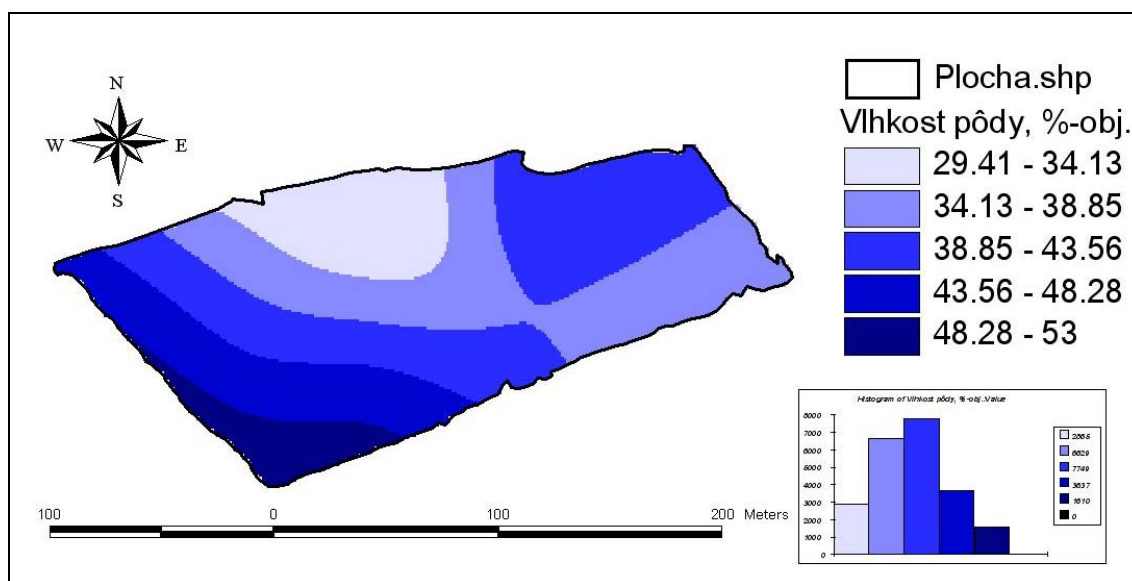
Meracie body	Vlhkosť [%]			
	1	2	3	Priemer
0	34,6	40,7	45,9	40,4
1	38,5	46,4	37,6	40,83
2	39,6	43,4	31	38,00
3	33,8	39,5	43	38,77
4	32	45,9	38	38,63
5	30,7	33,9	34	32,87
6	34,2	30,1	39	34,43
7	40,7	45,8	38,1	41,53
8	43,4	44,8	47,8	45,33
9	44,3	42,2	39,5	42

Pre jasnejšie porozumenie výsledkov sa zostrojila mapa vlhkosti pôdy (metodika 3.4 zostrojenie mapy – metóda Spline). Táto mapa sa zostrojila pomocou programu ArcView 3.2 s nainštalovanou nadstavbou Spatial Analyst v1.1. Po vložení údajov do počítača a spustení programu, sa pristúpilo k vytvoreniu mapy a to takto:

- vložili sa hodnoty vlhkosti jednotlivých odberových bodov,
- každý bod mal svoju x a y súradnicu a k týmto bodom sa pripisovala aj hodnota vlhkosti,
- podľa tejto tabuľky sa programom ArcView 3.2 vytvorila mapa vlhkosti pôdy.



Na obr. 19 je zobrazená mapa vlhkosti pôdy. Z mapy je zrejماً už aj tzv. priestorová variabilita vlhkosti pôdy na danom pozemku. Z predchádzajúcich informácií to nebolo možné konštatovať (tabuľka 6). Vlhkosť pôdy sa pohybovala v rozpätí (29,41 – 53) %-obj. Najväčšie zastúpenie dosahoval interval vlhkosti pôdy (38,85 – 43,56) %-obj. na ploche 0,77 ha. Najmenšie zastúpenie dosahoval interval (48,28 – 18,53) %-obj. na ploche 0,15 ha.



Obr. 19 Variabilita vlhkosti pôdy

Popisná štatistika k daným výsledkom merania vlhkosti pôdy sa uviedla v tabuľke 7. Z výsledkov vyplýva, že maximálna hodnota vlhkosti pôdy bola 45,33 %-obj. Minimálna vlhkosť pôdy bola 32,87 %-obj. Stredná hodnota bola na úrovni 39,28 %-obj. Variačný koeficient dosiahol hodnotu 9,29%.

Tabuľka 7 Popisná štatistika vlhkosti pôdy

Parameter	Hodnota, %-obj.
<i>Stredná hodnota</i>	39,28
<i>Smerodajná odchýlka</i>	3,65
<i>Rozdiel max-min</i>	12,47
<i>Minimum</i>	32,87
<i>Maximum</i>	45,33
<i>Súčet</i>	392,80
<i>Počet</i>	10,00
<i>Hladina spoľahlivosti (95,0%)</i>	2,61
<i>Variačný koeficient</i>	9,29

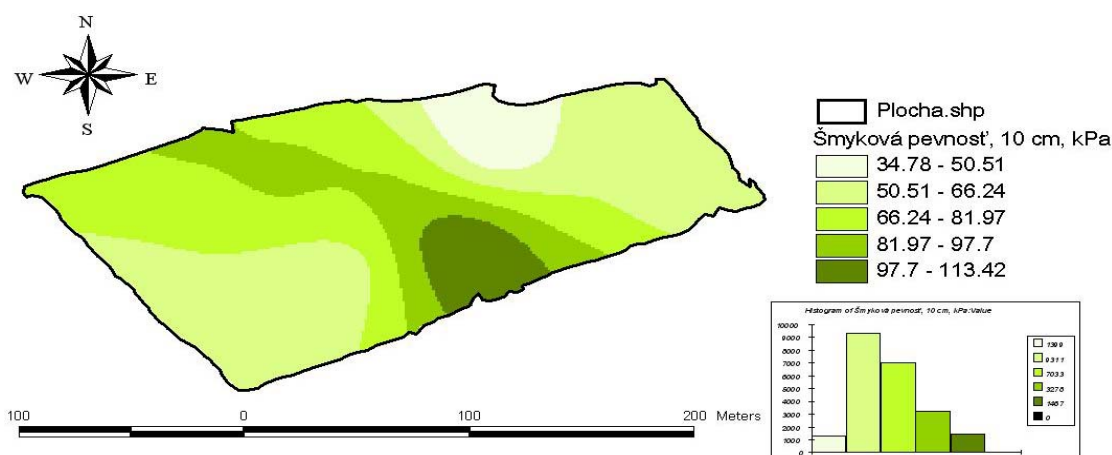
### b) Priestorová premenlivosť šmykovej pevnosti

Merania šmykovej pevnosti sa uskutočnili podľa metodiky 3.4. Šmyková pevnosť pôdy sa stanovovala v roku 2010 súčasne s meraním vlhkosti pôdy. V jednotlivých monitorovacích bodoch sa hodnotila šmyková pevnosť pôdy pomocou ručného vrtuľkového prístroja typu **PILCON – EDECO**. Merania prebiehali v jednotlivých monitorovacích bodoch v dvoch hĺbkach a to v 10 cm a v 20 cm. Merania sa opakovali 3-krát. Výsledky sú uvedené v tabuľke 8.

**Tabuľka 8:** Tabuľka nameraných hodnôt šmykového odporu pôdy

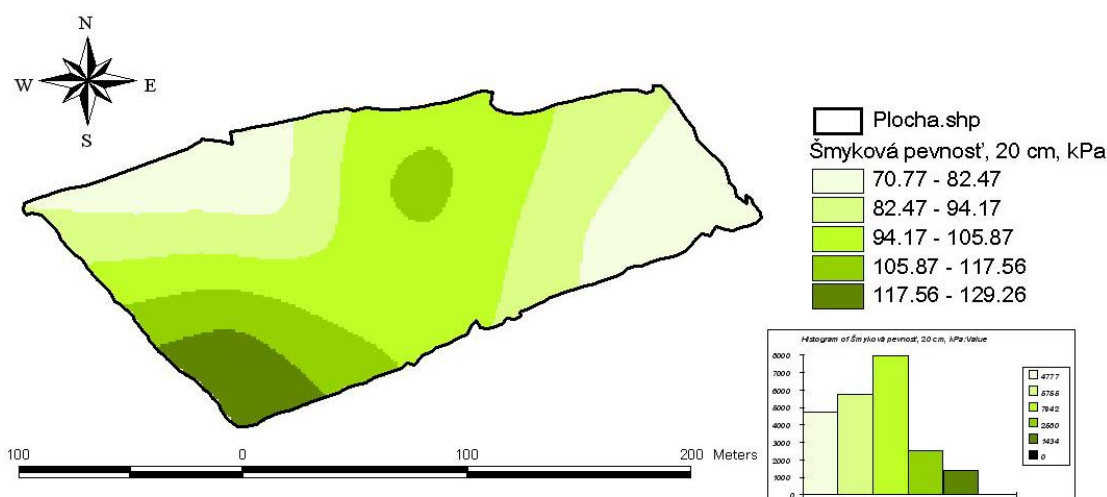
Meracie body	Šmyk [kPa]						Priemer	
	1		2		3		10cm	20cm
	10cm	20cm	10cm	20cm	10cm	20cm		
0	28	88	50	110	40	108	39,3	102
1	39	49	73	134	86	76	66,0	86,3
2	56	87	73	74	42	73	57,0	78
3	89	64	49	92	77	101	71,7	85,7
4	95	62	113	115	127	127	111,7	101,3
5	80	82	108	130	55	108	81,0	106,7
6	90	50	82	90	77	108	83,0	82,7
7	62	94	50	91	76	115	62,7	100
8	64	132	48	102	63	112	58,3	115,3
9	82	85	82	70	53	104	72,3	86,3

Pre zobrazenie variability šmykovej pevnosti pôdy bolo treba stanoviť v jednotlivých monitorovacích bodoch priemerné hodnoty a to v hĺbkach 10 cm a 20 cm. Pri hodnotení merania v hĺbke 10 cm sa hodnoty šmykovej pevnosti pohybovali od 34,78 kPa do 113,42 kPa. Najväčšie zastúpenie mal interval od 50,51 do 66,24 kPa a to na ploche 0,91 ha. Najmenšie zastúpenie bolo na rozlohe 0,13 ha a to v rozpätí hodnôt šmykovej pevnosti pôdy od 34,78 do 50,51 kPa.



**Obr. 20** Variabilita šmykovej pevnosti pôdy, hĺbka 10 cm

Pri hodnotení merania v hĺbke 20 cm sa hodnoty šmykovej pevnosti pohybovali od 70,77 kPa do 129,26 kPa. Najväčšie zastúpenie mal interval od 94,17 do 105,87 kPa a to na ploche 0,79 ha. Najmenšie zastúpenie bolo na rozlohe 0,14 ha a to v rozpätí hodnôt šmykovej pevnosti pôdy od 117,56 do 129,26 kPa.



**Obr. 21** Variabilita šmykovej pevnosti pôdy, hĺbka 20 cm

**Tabuľka 9** Popisná štatistika šmyková pevnosť pôdy

Parameter	Hodnota, 10 cm, kPa	Hodnota, 20 cm, kPa
<i>Stredná hodnota</i>	70,30	94,43
<i>Smerodajná odchýlka</i>	19,29	12,20
<i>Rozdiel max-min</i>	72,33	37,33
<i>Minimum</i>	39,33	78,00
<i>Maximum</i>	111,67	115,33
<i>Súčet</i>	703,00	944,33
<i>Počet</i>	10,00	10,00
<i>Hladina spoľahlivosti (95,0%)</i>	13,80	8,73
<i>Variačný koeficient</i>	27,44	12,92

Popisná štatistika k zhodnoteniu šmykovej pevnosti pôdy sa uviedla v tabuľke 9. Z výsledkov vyplýva, že maximálna hodnota šmykovej pevnosti pôdy bola 111,67 kPa v hĺbke merania 10 cm a 115,33 kPa v hĺbke merania 20 cm. Minimálna hodnota šmykovej pevnosti bola v hĺbke 10 cm 39,33 kPa a v hĺbke 20 cm to bolo 78 kPa. Variačný koeficient mal hodnotu 27,44 % (10 cm) a 12,92 % (20 cm). Z výsledkov je zrejmé, že vo väčšej hĺbke merania sú hodnoty s nižším variačným koeficientom a to s priemernou hodnotou 94,43 kPa.

#### 4.5 Zhodnotenie variability výstupných parametrov (plodina a závlahová mapa)

Na základe metodiky sa uskutočnili merania parametrov ako sú dĺžka, horný priemer, dolný priemer a hmotnosť jednotlivých koreňov plodiny. Kuželovitost' sa následne prepočítala z priemerov  $D_1$ ,  $D_2$  a dĺžky  $l$ . Hodnotenie agrofyzikálnych vlastností mrkvy sa vykonalo v šiestich monitorovacích bodoch (označenia bodov: 1,2,4,5,8,9).

V tabuľke 10 sa uviedli výsledky nameraných parametrov v monitorovacom bode 1. Celková hmotnosť z odobratej vzorky bola 1061 g. Z výsledkov vyplýva, že priemerná úroda mrkvy v monitorovacom bode 1 je  $10,61 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

**Tabuľka 10** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 1

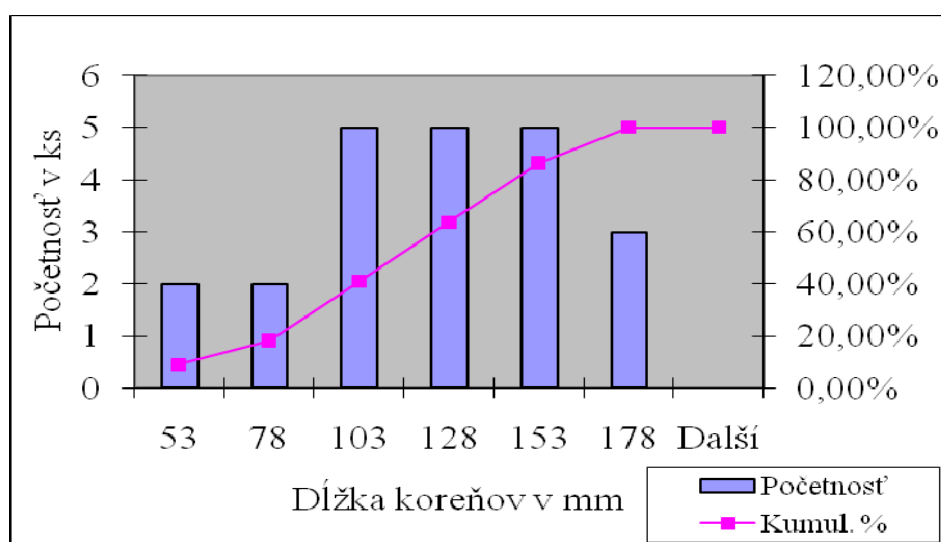
P.č.	Dĺžka[mm]	ØD <sub>1</sub>	ØD <sub>2</sub>	m, g	Kuželovitost'
1.	170	38	8	140	0,176
2.	130	32	4	70	0,215
3.	160	24	3	71	0,131
4.	131	24	4	83	0,153
5.	122	22	4	64	0,148
6.	130	41	7	58	0,262
7.	146	20	4	85	0,110
8.	102	13	3	38	0,098
9.	137	34	5	91	0,212
10.	53	15	3	12	0,226
11.	54	15	3	13	0,222
12.	53	15	3	12	0,226
13.	155	30	5	92	0,161
14.	81	19	4	20	0,185
15.	122	24	3	44	0,172
16.	120	24	4	43	0,167
17.	88	19	3	20	0,182
18.	70	15	3	13	0,171
19.	115	13	4	24	0,078
20.	90	18	4	26	0,156
21.	92	19	3	21	0,174
22.	107	19	4	21	0,140
<b>SPOLU HMOTNOST'</b>				<b>1061</b>	

V tabuľke 11 sa uviedli výsledky popisnej štatistiky parametrov plodiny – mrkvy ako dĺžka, hmotnosť a kuželovitost'. Priemerná hodnota dĺžky bola 110,36 mm

s hodnotou variačného koeficienta 31,36 %. Znamená to, že dĺžka mrkvy sa pohybovala v rozpätí hodnôt od 53 mm do 170 mm. Počet kusov na odobranej dĺžke 1,33 m bolo 22. Hmotnosť jednotlivých koreňov mrkvy sa pohybovali od 12 do 140 g. Priemerná hodnota jedného koreňa mrkvy bola 48,23 g s hodnotou variačného koeficienta 72,23 %. Z nameraných parametrov bola vypočítaná kužeľovitost'. Z výsledkov vyplýva, že priemerná hodnota bola 0,171 a hodnota variačného koeficienta 26,25 %. Grafické zobrazenie početnosti je na obr.22 pre dĺžku koreňov v monitorovacom bode 1, pre hmotnosť koreňov na obr. 23 a pre kužeľovitost' na obr. 24.

**Tabuľka 11** Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod 1

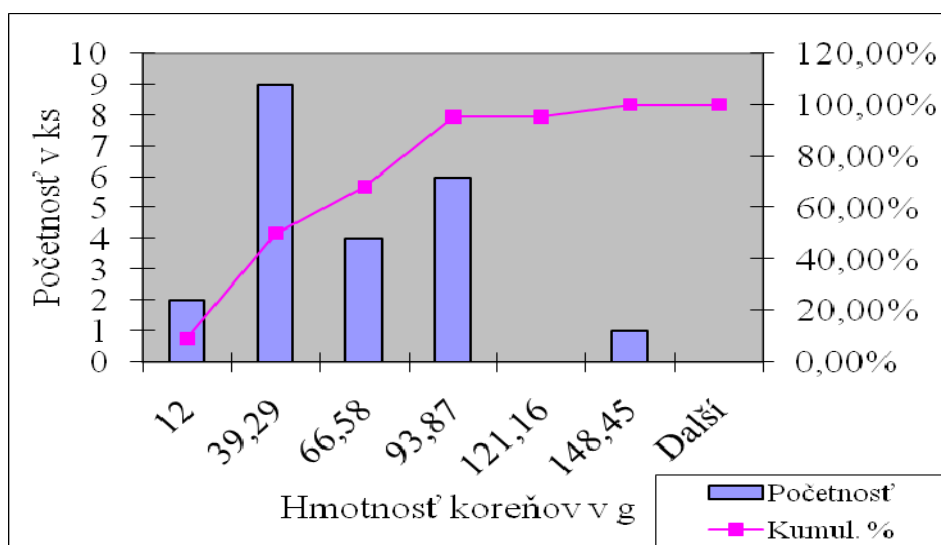
Parameter	Dĺžka, mm	Hmotnosť, g	Kužeľovitost'
<i>Stredná hodnota</i>	110,36	48,23	0,171
<i>Smerodajná odchýlka</i>	34,61	34,83	0,045
<i>Minimum</i>	53	12	0,078
<i>Maximum</i>	170	140	0,262
<i>Počet</i>	22	22	22
<i>Variačný koeficient, %</i>	31,36	72,23	26,25



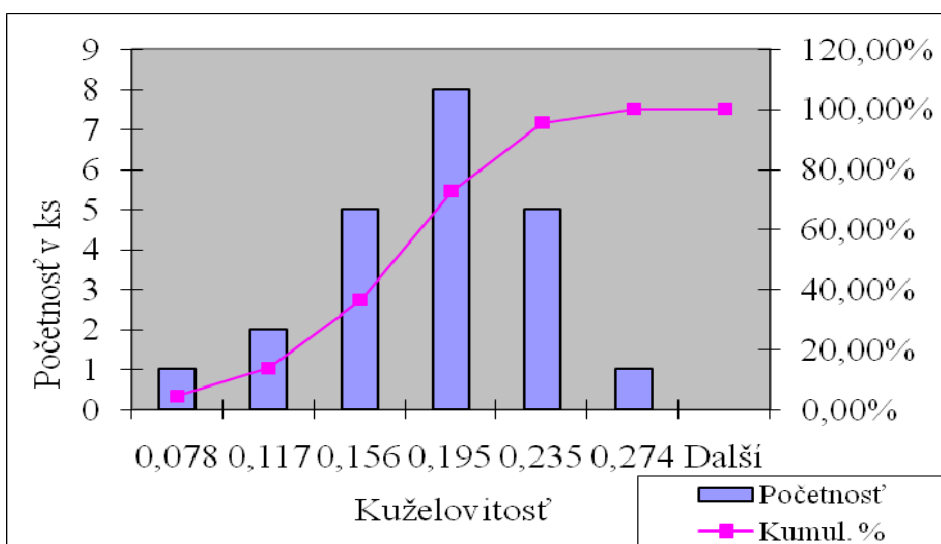
**Obr. 22** Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 1

Pre monitorovací bod 2 sa výsledky uviedli v tabuľke 12. V danom monitorovacom bode došlo k zvýšeniu celkovej hmotnosti koreňov mrkvy z odobratej vzorky oproti monitorovaciemu bodu 1. Výsledná hodnota bola 1309 g. Táto zmena

hovorí aj o zvýšení hektárovej úrody na hodnotu  $13,09 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Z nameraných výsledkov sa vypracovala aj popisná štatistika uvedená v tabuľke 13.



**Obr. 23** Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 1



**Obr. 24** Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 1

Priemerná hodnota dĺžky bola  $108,54 \text{ mm}$  s hodnotou variačného koeficienta  $38,95 \%$ . Dĺžka koreňov bola v rozpätí od  $53 \text{ mm}$  do  $168 \text{ mm}$ . Počet koreňov mrkvy odobraných z jedného metra štvorcového bolo 26 ks. Hmotnosť jednotlivých koreňov mrkvy sa pohybovala od  $12$  do  $148 \text{ g}$ . Hodnota variačného koeficienta pri hodnotení hmotnosti bola  $76,46 \%$  s priemernou hodnotou hmotnosti jedného koreňa  $50,35 \text{ g}$ . Z výsledkov sa následne stanovila aj kuželovitost'. Priemerná hodnota bola  $0,171$  s hodnotou variačného koeficienta  $29,82 \%$ . Grafické zobrazenie početnosti je na

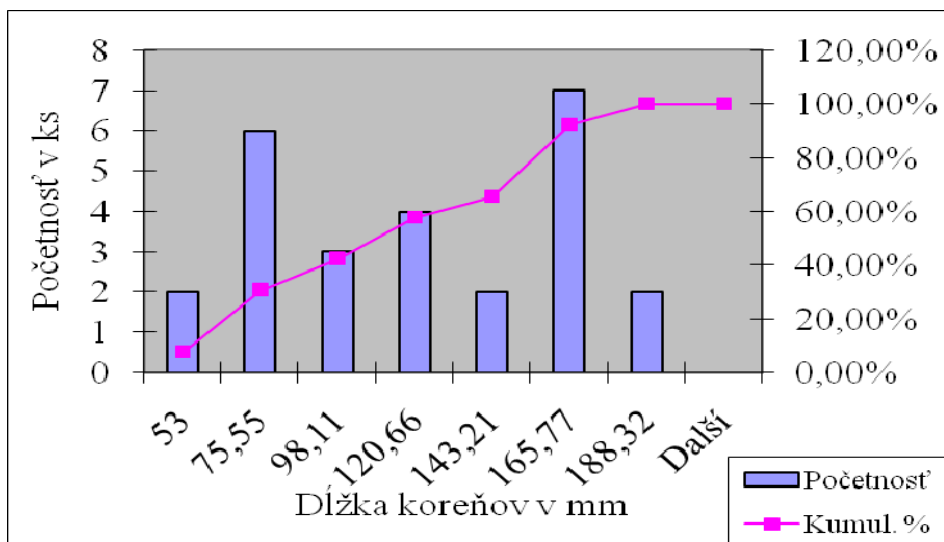
obr.25 pre dĺžku koreňov v monitorovacom bode 1, pre hmotnosť koreňov na obr. 26 a pre kuželovitost' na obr. 27.

**Tabuľka 12** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 2

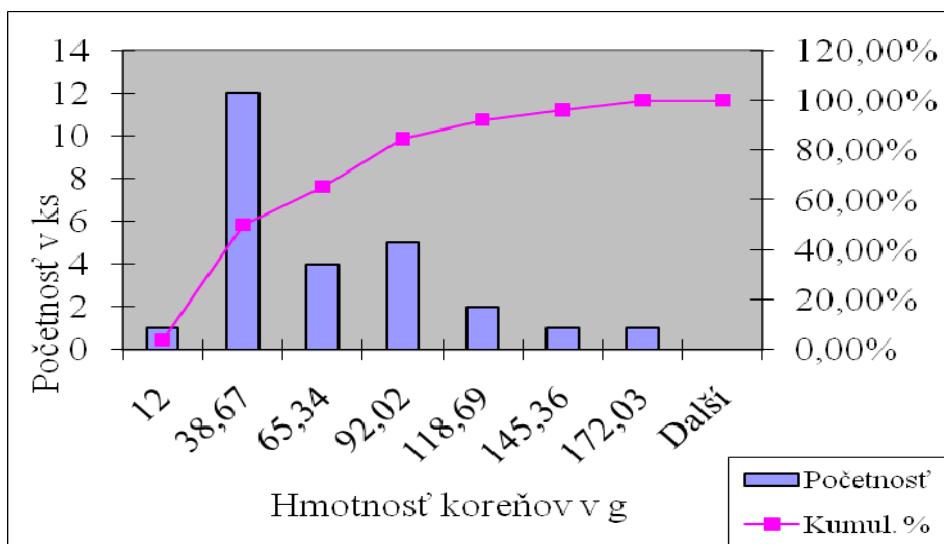
P.č.	Dĺžka, mm	ØD <sub>1</sub>	ØD <sub>2</sub>	m, g	Kuželovitost'
1.	168	39	9	148	0,179
2.	168	35	8	121	0,161
3.	55	15	4	17	0,2
4.	93	21	3	21	0,194
5.	53	15	4	13	0,208
6.	92	19	3	21	0,174
7.	107	19	4	21	0,14
8.	164	24	4	73	0,122
9.	58	16	4	22	0,207
10.	85	15	5	23	0,118
11.	145	28	4	88	0,166
12.	99	13	4	43	0,091
13.	107	15	3	41	0,112
14.	102	10	3	37	0,069
15.	133	40	6	55	0,256
16.	154	32	5	98	0,175
17.	146	20	4	85	0,11
18.	59	16	3	22	0,22
19.	157	26	4	77	0,14
20.	53	15	3	12	0,226
21.	130	41	5	47	0,277
22.	158	30	5	93	0,158
23.	57	15	3	14	0,211
24.	151	27	6	88	0,139
25.	54	15	3	13	0,222
26.	74	15	3	16	0,162
<b>SPOLU HMOTNOSŤ</b>				<b>1309</b>	

**Tabuľka 13** Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod 2

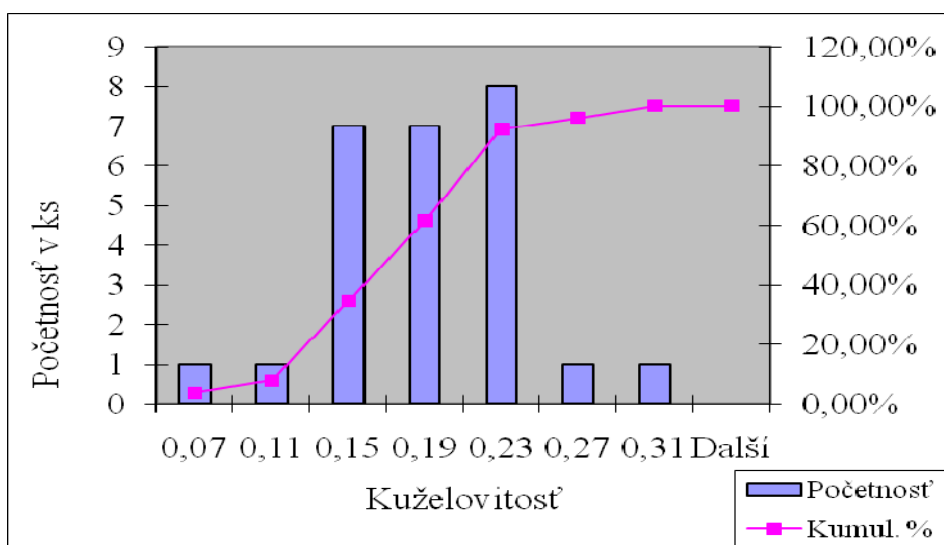
Parameter	Dĺžka v mm	Hmotnosť v g	Kuželovitost'
<i>Stredná hodnota</i>	108,54	50,35	0,171
<i>Smerodajná odchýlka</i>	42,27	38,49	0,051
<i>Minimum</i>	53	12	0,069
<i>Maximum</i>	168	148	0,277
<i>Počet</i>	26	26	26
<i>Variačný koeficient, %</i>	38,95 %	76,46	29,82



**Obr. 25** Priebeg rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 2



**Obr. 26** Priebeg rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 2



**Obr. 27** Priebeg rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 2



Namerané výsledky pre monitorovací bod 3 sú uvedené v tabuľke 14. Celková hmotnosť z odobratej vzorky bola 1261 g. Priemerná úroda mrkvy v monitorovacom bode 3 bola 12,61 t.ha<sup>-1</sup>.

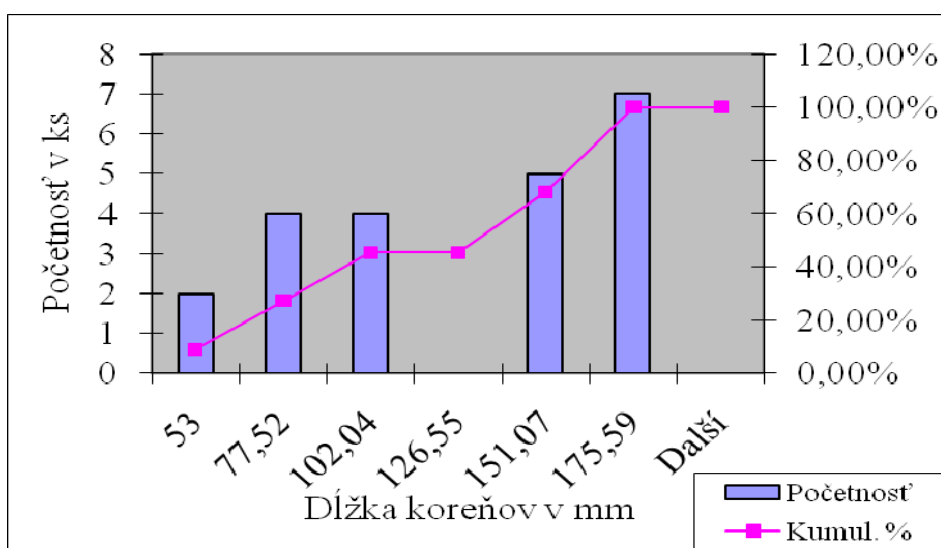
Na základe nameraných výsledkov sa vypracovala popisná štatistika uvedená v tabuľke 15. Priemerná hodnota dĺžky bola 113,09 mm s hodnotou variačného koeficienta 39,66 %. Minimálna hodnota bola 53 mm. Maximálna hodnota bola 168 mm. Počet odobratých kusov z metrovky bolo 22. Hmotnosť jednotlivých koreňov mrkvy sa pohybovala od 13 do 122 g. Priemerná hodnota jedného koreňa mrkvy bola 57,32 g. Z nameraných parametrov bola vypočítaná kuželovitosť. Priemerná hodnota bola 0,200 a hodnota variačného koeficienta 23,91 %. Grafické zobrazenie početnosti je na obr.28 pre dĺžku koreňov, pre hmotnosť koreňov na obr. 29 a pre kuželovitosť na obr. 30.

**Tabuľka 14** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 3

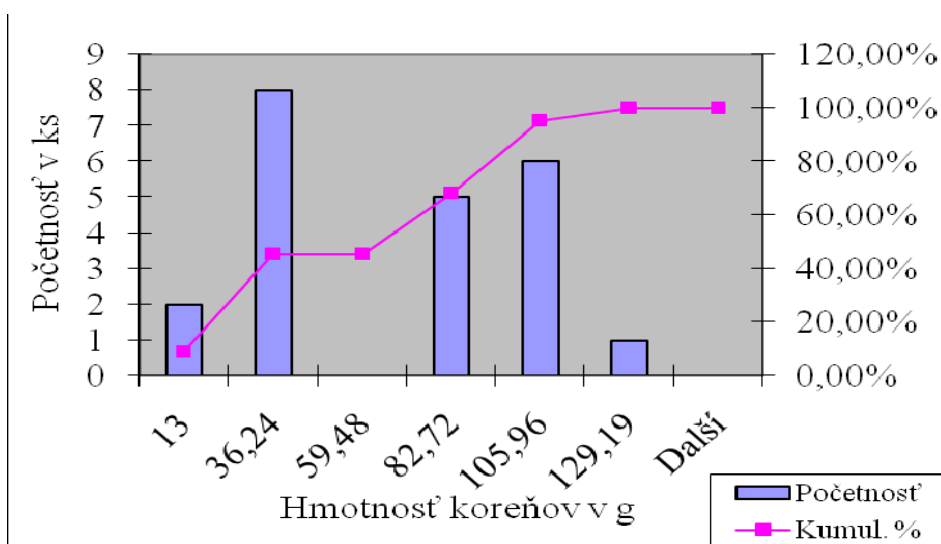
P.č.	Dĺžka, mm	ØD <sub>1</sub>	ØD <sub>2</sub>	m, g	Kuželovitosť
1.	159	33	5	99	0,176
2.	144	34	4	100	0,208
3.	90	19	3	26	0,178
4.	88	19	3	20	0,182
5.	88	22	4	32	0,205
6.	133	41	6	81	0,263
7.	168	30	5	93	0,149
8.	163	22	4	71	0,110
9.	161	24	3	75	0,130
10.	156	27	4	91	0,147
11.	54	17	3	16	0,259
12.	88	19	3	21	0,182
13.	130	41	5	77	0,277
14.	58	16	4	22	0,207
15.	133	45	6	68	0,293
16.	53	15	3	13	0,226
17.	54	15	4	14	0,204
18.	53	16	3	18	0,245
19.	166	35	8	122	0,163
20.	54	15	3	13	0,222
21.	139	35	5	96	0,216
22.	156	30	4	93	0,167
<b>SPOLU HMOTNOSŤ</b>				<b>1261</b>	

**Tabuľka 15** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 3

Parameter	Dĺžka v mm	Hmotnosť v g	Kuželovitosť
<i>Stredná hodnota</i>	113,09	57,32	0,200
<i>Smerodajná odchýlka</i>	44,85	37,24	0,048
<i>Minimum</i>	53	13	0,110
<i>Maximum</i>	168	122	0,293
<i>Počet</i>	22	22	22
<i>Variačný koeficient, %</i>	39,66	64,97	23,91



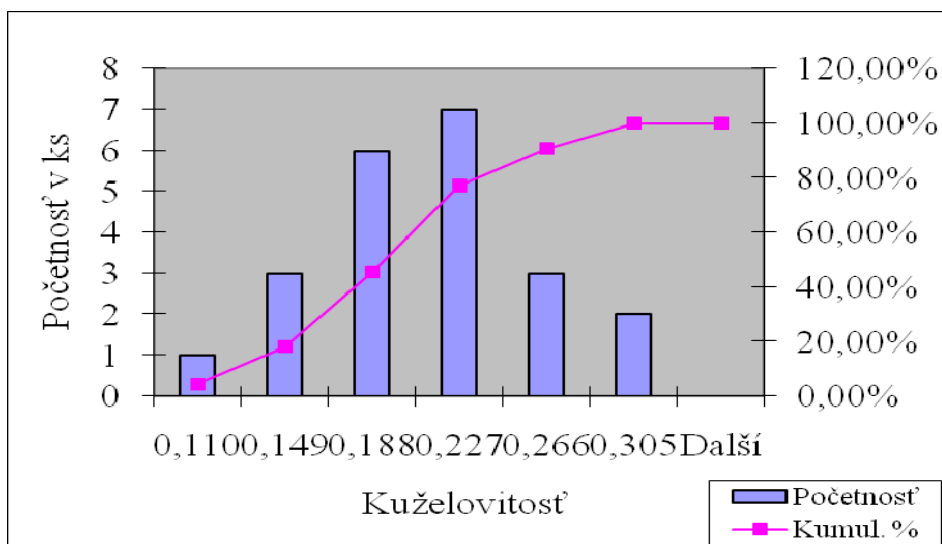
**Obr. 28** Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 3



**Obr. 29** Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 3

Celková hmotnosť vzorky z monitorovacieho bodu 4 bola 1076 g. V tomto bode bolo vyzbieraných 21 kusov mrkvy.

V tabuľke 16 sa uviedli výsledky popisnej štatistiky parametrov plodiny – mrkvy. Priemerná hodnota dĺžky bola 107,19 mm Hmotnosť jednotlivých koreňov mrkvy sa pohybovala od 15 do 150 g. Priemerná hodnota hmotnosti jedného koreňa mrkvy bola 51,24 g. Z nameraných parametrov bola vypočítaná kuželovitosť.



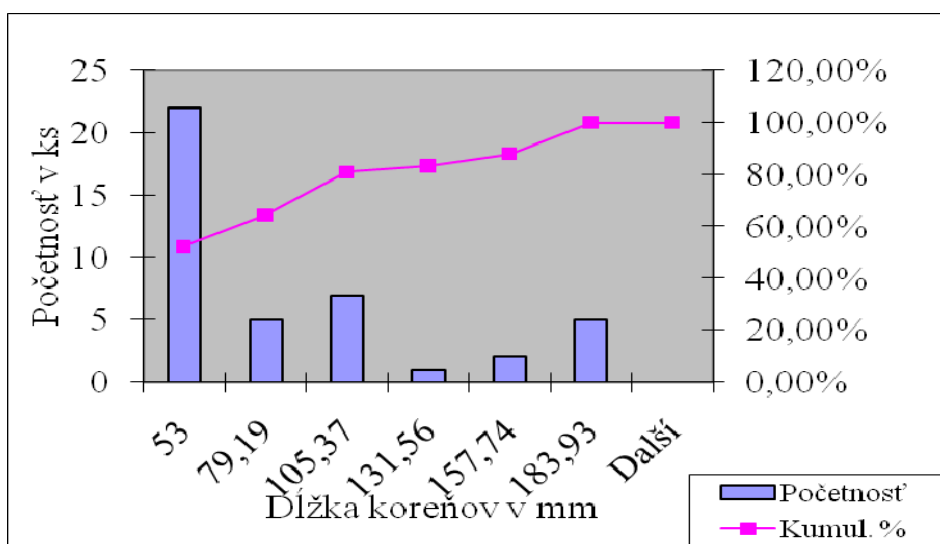
**Obr. 30** Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 3

**Tabuľka 16** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 4

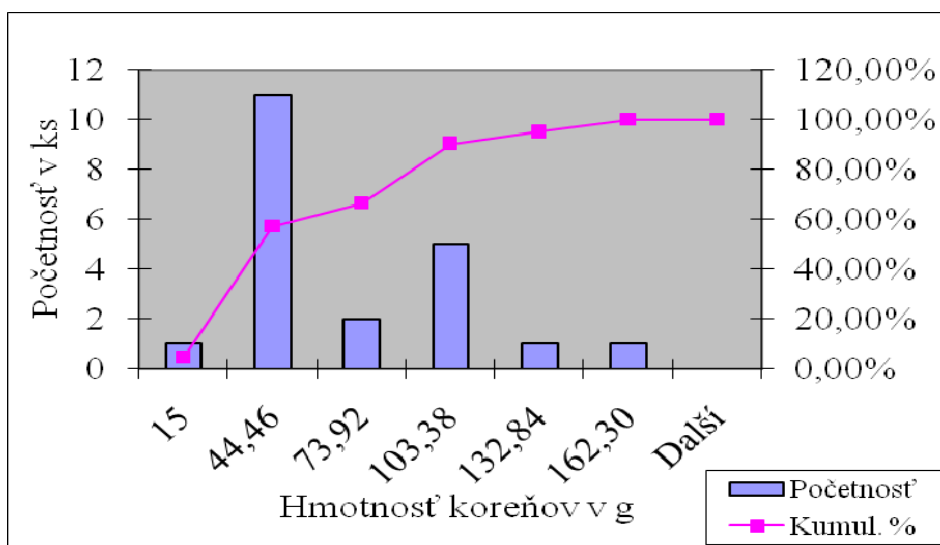
P.č.	Dĺžka[mm]	ØD1	ØD2	m[g]	Kuželovitost'
1.	173	41	9	150	0,18
2.	146	19	3	83	0,11
3.	81	19	4	28	0,19
4.	57	20	3	20	0,30
5.	158	31	5	90	0,16
6.	166	35	8	121	0,16
7.	78	22	4	28	0,23
8.	88	22	4	32	0,20
9.	73	22	3	29	0,26
10.	70	21	3	22	0,26
11.	99	13	5	52	0,08
12.	161	24	4	77	0,12
13.	85	15	3	23	0,14
14.	53	16	4	17	0,23
15.	146	20	4	85	0,11
16.	160	27	3	75	0,15
17.	92	19	3	21	0,17
18.	88	24	4	33	0,23
19.	54	16	4	15	0,22
20.	130	41	5	47	0,28
21.	93	22	5	28	0,18
<b>SPOLU HMOTNOSŤ</b>				<b>1076</b>	

**Tabuľka 17** Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 4

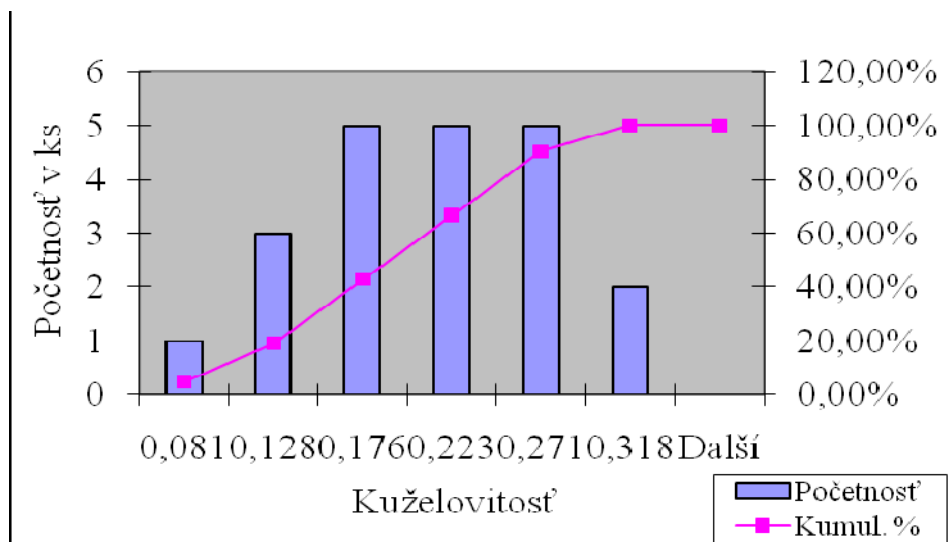
Parameter	Dĺžka v mm	Hmotnosť v g	Kuželovitost'
<i>Stredná hodnota</i>	107,19	51,24	0,189
<i>Smerodajná odchýlka</i>	41,04	37,66	0,059
<i>Minimum</i>	53	15	0,081
<i>Maximum</i>	173	150	0,298
<i>Počet</i>	21	21	21



**Obr. 31** Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 4



**Obr. 32** Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 4



Obr. 33 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 4

Na základe nameraných výsledkov v monitorovacom bode 5 sa vypracovala popisná štatistika uvedená v tabuľke 19. Priemerná hodnota dĺžky bola 107,25 mm. Minimálna hodnota bola 53 mm. Maximálna hodnota bola 166 mm. Počet odobratých kusov z metrovky bolo 20. Hmotnosť jednotlivých koreňov mrkvy sa pohybovala od 12 do 119 g. Priemerná hodnota jedného koreňa mrkvy bola 50,1 g.

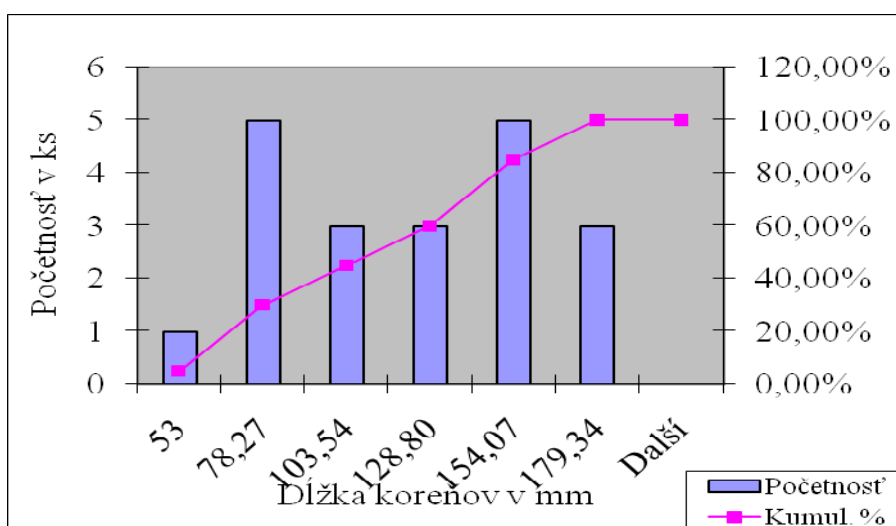
Tabuľka 18 Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 5

P.č.	Dĺžka[mm]	ØD1	ØD2	m[g]	Kuželovitost'
1.	137	35	4	96	0,226
2.	54	17	4	16	0,241
3.	57	17	3	18	0,246
4.	146	20	4	85	0,110
5.	115	14	4	24	0,087
6.	91	19	3	22	0,176
7.	58	16	4	22	0,207
8.	120	24	3	45	0,175
9.	77	21	4	27	0,221
10.	131	43	5	49	0,290
11.	158	30	4	93	0,165
12.	57	16	3	16	0,228
13.	138	35	5	96	0,217
14.	120	24	3	41	0,175
15.	90	18	4	26	0,156
16.	92	19	3	21	0,174
17.	156	30	4	93	0,167
18.	129	24	4	81	0,155
19.	166	33	8	119	0,151
20.	53	15	3	12	0,226
<b>SPOLU HMOTNOSŤ</b>				<b>1002</b>	

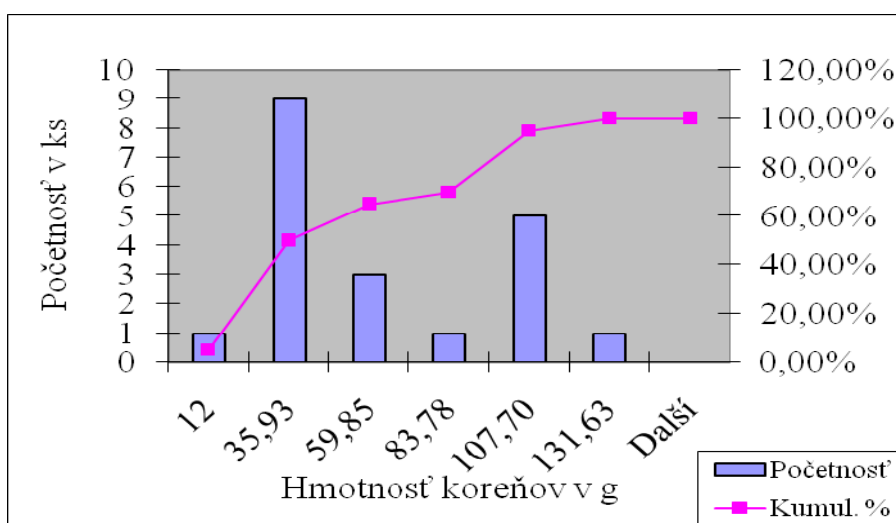
Z nameraných parametrov bola vypočítaná kužeľovitosť. Grafické zobrazenie početnosti je na obr.34 pre dĺžku koreňov, pre hmotnosť koreňov na obr. 35 a pre kužeľovitosť na obr. 36.

**Tabuľka 19** Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 5

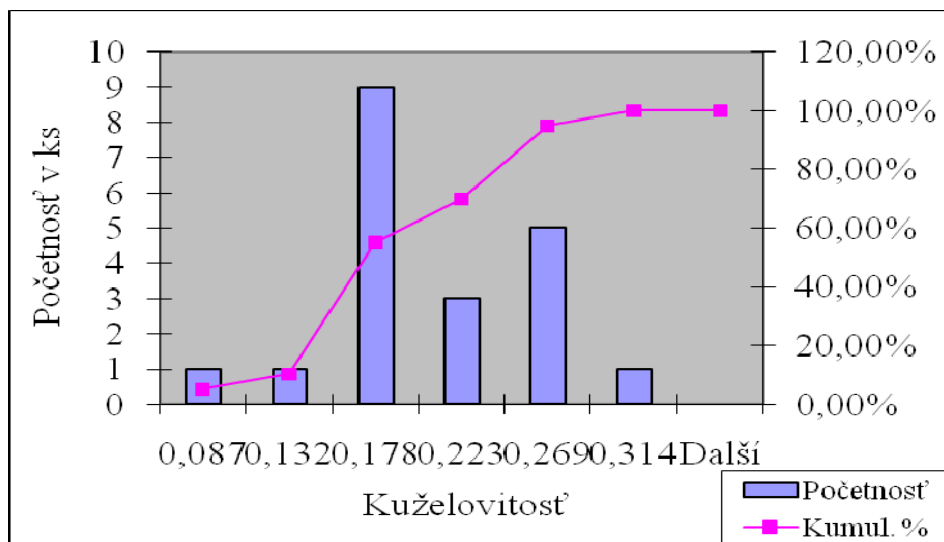
Parameter	Dĺžka v mm	Hmotnosť v g	Kužeľovitosť
<i>Stredná hodnota</i>	107,25	50,1	0,190
<i>Smerodajná odchýlka</i>	38,47	35,51	0,049
<i>Minimum</i>	53	12	0,087
<i>Maximum</i>	166	119	0,290
<i>Počet</i>	20	20	20



**Obr. 34** Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 5

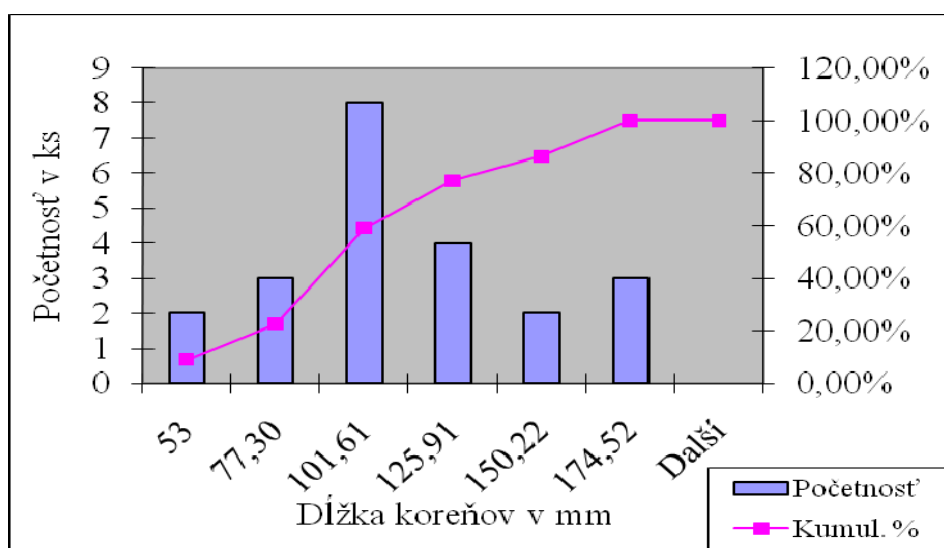


**Obr. 35** Priebeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 5



**Obr. 36** Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 5

V tabuľke 20 sa uviedli výsledky nameraných parametrov v monitorovacom bode 6. V tomto bode bolo vyzbieraných 22 kusov mrkvy s hmotnosťou 903g. Z výsledkov vyplýva, že priemerná úroda mrkvy v monitorovacom bode 6 je najnižšia z monitorovacích bodov  $9,03 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ . V tabuľke 21 sa uviedli výsledky popisnej štatistiky parametrov plodiny – mrkvy ako dĺžka, hmotnosť a kuželovitost'. V bode 6 boli aj priemerné hodnoty dĺžky a hmotnosti jednotlivých koreňov mrkvy najmenšie z monitorovacích bodov. Grafické zobrazenie početnosti je na obr.37 pre dĺžku koreňov v monitorovacom bode 6, pre hmotnosť koreňov na obr. 38 a pre kuželovitost' na obr. 39.



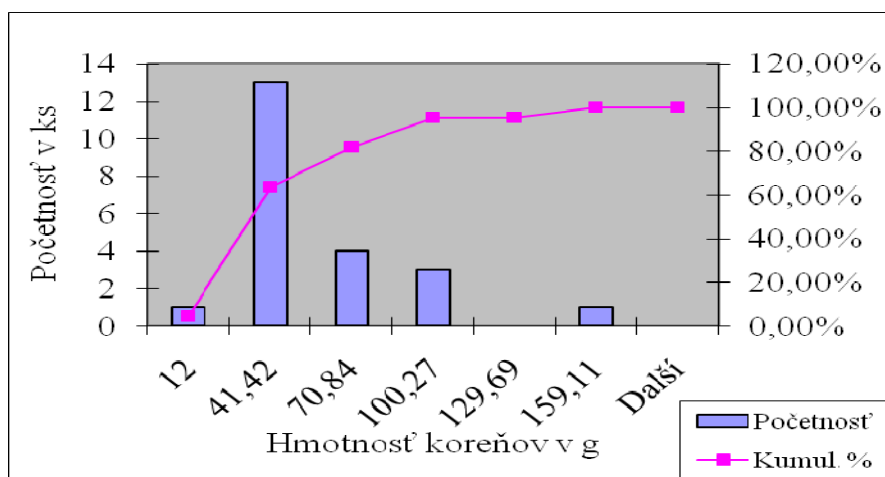
**Obr. 37** Priebeh rozdelenia početnosti pre dĺžku koreňov mrkvy, monitorovací bod 6

**Tabuľka 20** Namerané parametre, mrkva, Monitorovací bod – 6

P.č.	Dĺžka[mm]	ØD1	ØD2	m[g]	Kuželovitost'
1.	92	19	3	21	0,174
2.	81	19	4	28	0,185
3.	130	41	5	77	0,277
4.	92	19	3	22	0,174
5.	53	15	3	14	0,226
6.	120	24	3	45	0,175
7.	167	38	7	138	0,186
8.	160	22	3	69	0,119
9.	138	34	4	91	0,217
10.	53	15	3	12	0,226
11.	54	16	3	14	0,241
12.	88	20	4	25	0,182
13.	87	17	3	19	0,161
14.	54	19	4	18	0,278
15.	122	24	4	45	0,164
16.	60	17	4	22	0,217
17.	155	30	5	93	0,161
18.	103	14	4	51	0,097
19.	79	20	5	30	0,190
20.	90	17	4	26	0,144
21.	89	17	3	17	0,157
22.	106	20	5	26	0,142
<b>SPOLU HMOTNOSŤ</b>				<b>903</b>	

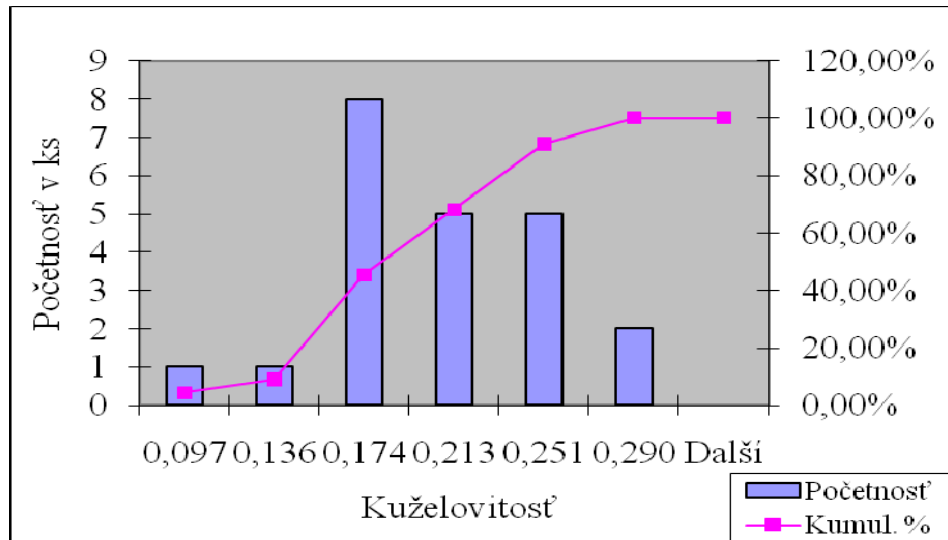
**Tabuľka 21** Popisná štatistika nameraných údajov, monitorovací bod – 6

Parameter	Dĺžka v mm	Hmotnosť v g	Kuželovitost'
<i>Stredná hodnota</i>	98,77	41,05	0,186
<i>Smerodajná odchýlka</i>	35,23	32,97	0,046
<i>Minimum</i>	53	12	0,097
<i>Maximum</i>	167	138	0,278
<i>Počet</i>	22	22	22



**Obr. 38** Pribeh rozdelenia početnosti pre hmotnosť koreňov, monitorovací bod 6





Obr. 39 Priebeh rozdelenia početnosti pre kuželovitost', monitorovací bod 6

### Koeficienty štíhlosti a zbiehavosti, úroda

Zaoberali sme sa aj stanovením koeficientov štíhlosti a zbiehavosti. Pri koeficiente štíhlosti väčšia hodnota predstavuje štíhlejší tvar koreňa a naopak. Priemerná hodnota koeficientu štíhlosti bola 4,65 (pre všetky monitorovacie body). Najštíhlejšie mrkvy boli odobrané v 1. monitorovacom bode.

Tabuľka 22 Prepočítané hodnoty štíhlosti a zbiehavosti koreňov, úroda mrkvy

Miesto merania	Namerané hodnoty v mm		Koeficient štíhlosti ( $\lambda$ )	Koeficient zbiehavosti ( $\lambda_1$ )	Úroda t.ha <sup>-1</sup>
<b>1</b>	Priemerná dĺžka koreňov	110,36	4,92	5,6	10,06
	Priemer hlavy koreňov	22,41			
	Priemer konca koreňov	4,00			
<b>2</b>	Priemerná dĺžka koreňov	108,54	4,9	5,1	13,09
	Priemer hlavy koreňov	22,15			
	Priemer konca koreňov	4,31			
<b>3</b>	Priemerná dĺžka koreňov	113,09	4,36	6,2	12,61
	Priemer hlavy koreňov	25,91			
	Priemer konca koreňov	4,18			
<b>4</b>	Priemerná dĺžka koreňov	107,19	4,6	5,4	10,76
	Priemer hlavy koreňov	23,29			
	Priemer konca koreňov	4,29			
<b>5</b>	Priemerná dĺžka koreňov	107,25	4,56	5,9	10,02
	Priemer hlavy koreňov	23,5			
	Priemer konca koreňov	3,95			
<b>6</b>	Priemerná dĺžka koreňov	98,77	4,56	5,5	9,03
	Priemer hlavy koreňov	21,68			
	Priemer konca koreňov	3,9			
<b>Priemer</b>			<b>4,65</b>	<b>5,62</b>	<b>10,93</b>

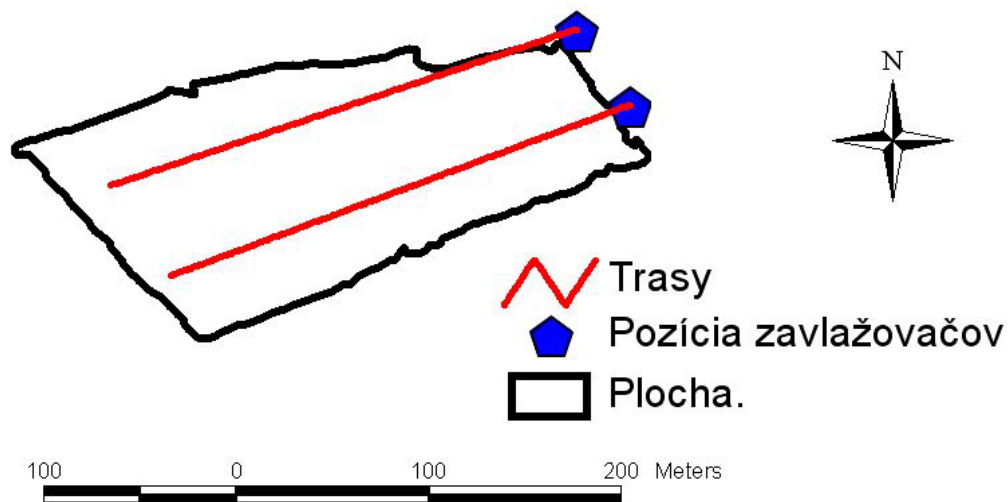
Pri koeficiente zbiehavosti hodnota blízka k jednej predstavuje valcovitý tvar koreňa a pre hodnoty väčšie ako jedna ide o kónické tvary koreňov. Priemerná hodnota

zo 6 monitorovacích bodov bola 5,62. Z jednotlivých hodnôt zbiehavosti nám vyplýva, že korene mrkvy mali kónický tvar. Najväčšiu hodnotu mali korene v treťom monitorovacom bode.

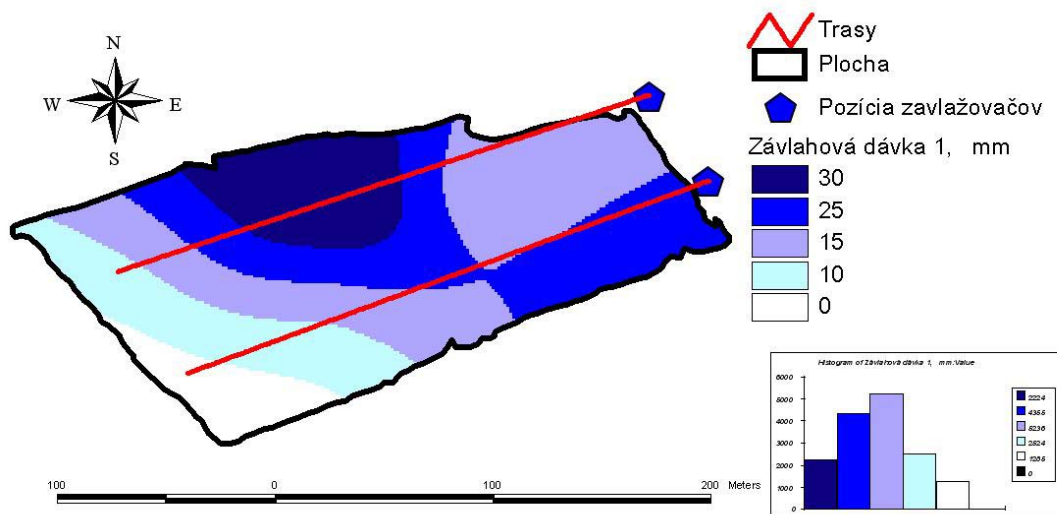
### Návrh závlahovej dávky

Typ použitej odrody mrkvy je Tinga, kde sa dĺžka vegetačného obdobia predpokladá na 120 dní.

Mrkva je zelenina so strednými požiadavkami na pôdnu vlhu. Jej vlahová potreba za vegetačné obdobie je 520 – 620 mm. V našich podmienkach jej úspešné pestovanie v priemernom roku vyžaduje doplniť prirodzené zrážky závlahovou vodou v rozsahu 120 až 180 mm.



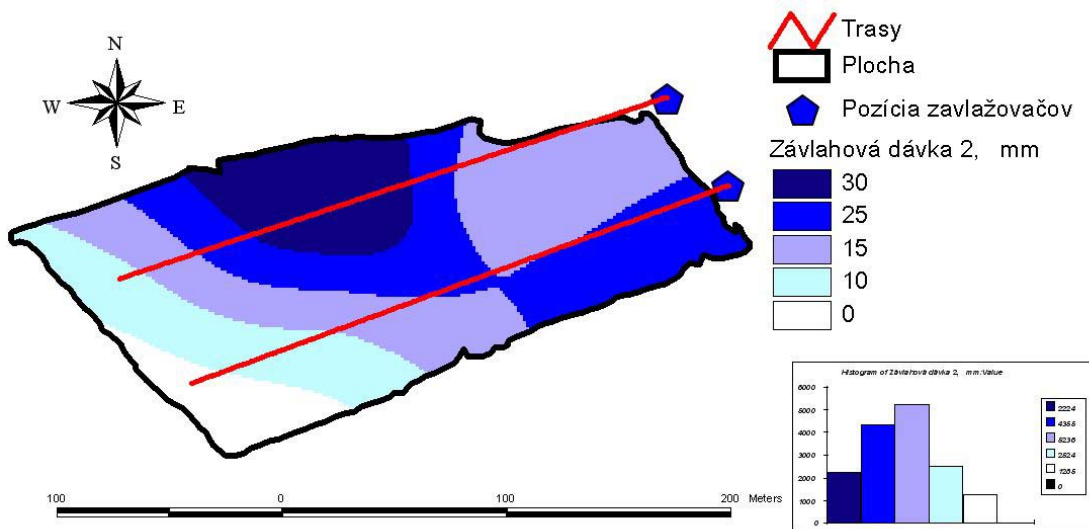
Obr. 40 Pozícia zavlažovačov a trasy postrekovačov



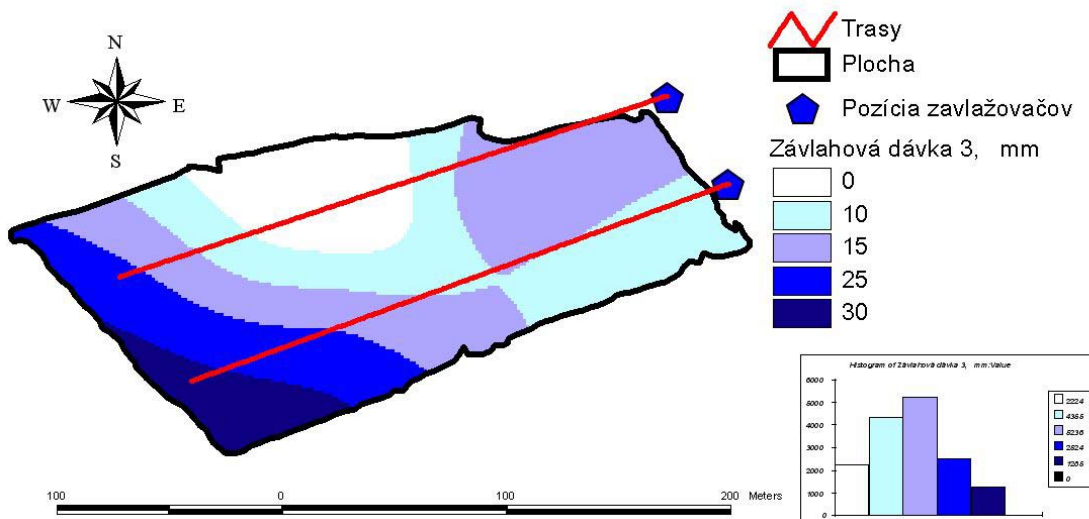
Obr. 41 Závlahová dávka 1

Závlahové množstvo sa naplánovalo na päť závlahových dávok. Prvú závlahovú dávku sme naplánovali na 30 mm, 25 mm a 15 mm. Dávku 30 mm sme dávkovali na plochu o výmere 0,22 ha. Dávku 25 mm sme dávkovali na plochu 0,44 ha. Dávka 15 mm bola dávkaná na najväčšej ploche, ktorá mala výmeru 0,83 ha. Na plochu o výmere 0,28 ha. sme aplikovali dávku 10 mm. Časť pozemku nebude zavlažená.

Druhú závlahovú dávku sme navrhli v rovnakom množstve a na rovnakej časti pozemku ako v prvej dávke.



Obr. 42 Závlahová dávka 2

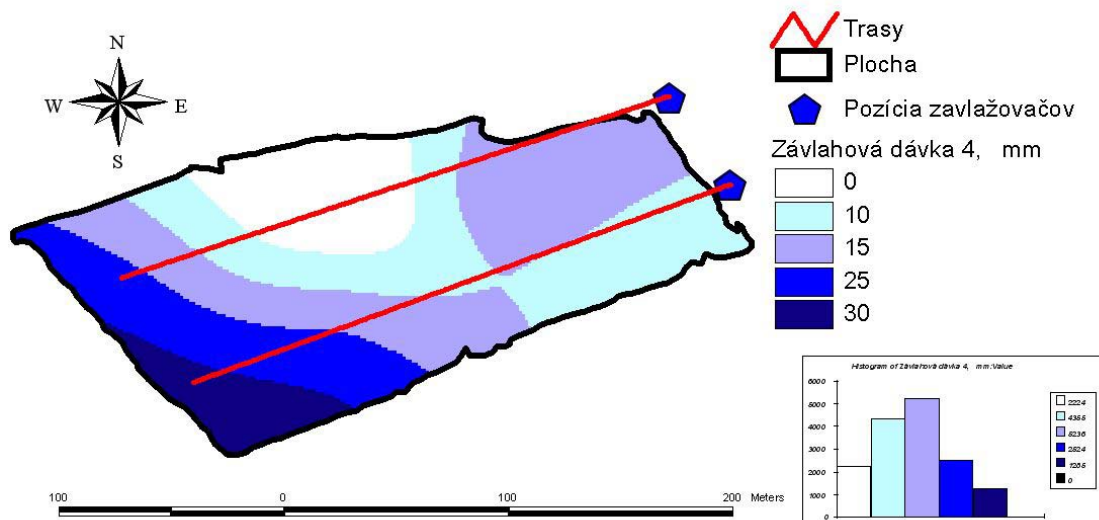


Obr. 43 Závlahová dávka 3

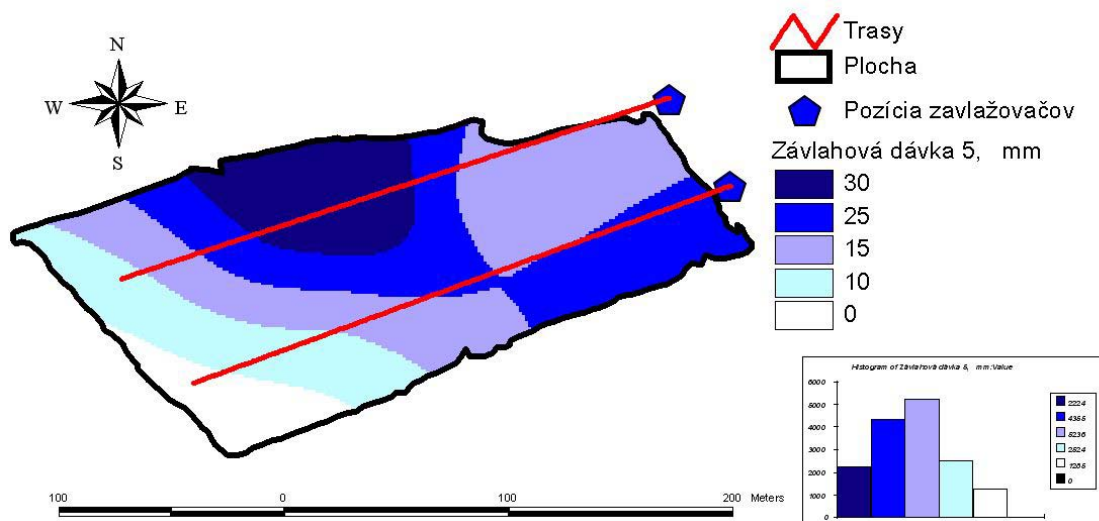
Pri tretej dávke v porovnaní s prvými dvomi sa zmenili dávky v jednotlivých zónach. Dávka 15 mm ostane zachovaná ako pri prvej a druhej závlahovej dávke. Na

najmenšej výmere (0,12 ha) sme navrhli dávku 30 mm. Na zóne o rozlohe 0,22 ha sa rozhodlo neaplikovať žiadnu závlahovú dávku. Na ploche o rozlohe 0,83 ha (zóna o najväčšej ploche) sa rozhodlo aplikovať závlahovú dávku 15 mm.

V štvrtej dávke sme ponechali rovnakú závlahovú dávku ako v tretej. V poslednej závlahovej dávke sme navrhli rovnaké množstvo ako pri prvých dvoch dávkach.



Obr. 44 Závlahová dávka 4



Obr. 45 Závlahová dávka 5

## 5 DISKUSIA

Na tvorbu vysokej produkcie je v našom klimatickom pásme nevyhnutná závlaha. Správnou a primeranou prepojenosťou oboch intenzifikačných činiteľov, závlahy a hnojenia, resp. ich účelnou aplikáciou je možné dosiahnuť vysoké a ekonomicky zaujímavé úrody štandardnej kvality a dobrej skladovateľnosti so zreteľom na ochranu životného prostredia (Pavelková, 2005).

Veľkosť pôdných agregátov, utuženosť pôdy a nevhodná štruktúra kladú odpor, brzdia vzchádzaniu rastlín a deformujú koreň. Koreň mrkvy je nerovnomerne vyvinutý, drsný, deformovaný, zo zárezmi na vrchnej časti hlavy zelenej farby. Naproti tomu pestovanie mrkvy v profilovaných záhonoch vytvorených pôdnou frérou poskytuje takmer ideálne podmienky pre vzchádzanie, rast a vývoj rastlín (Poničan a kol., 1998).

Technologický spôsob prípravy pôdy pred sejbou koreňovej zeleniny zásadným spôsobom ovplyvňuje fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy a následne aj kvalitu koreňovej zeleniny (Poničan a kol., 2004).

Z nameraných hodnôt charakteristiky porastu koreňovej zeleniny vyplýva, že priemerná biologická úroda sa mení v závislosti na odrodách, lokalitách v ktorých je pestovaná a pôdných podmienkach. Z prehľadu charakteristiky porastov vyplýva, že biologická úroda je v našich pestovateľských podmienkach dobrá. V roku 2000 bola v Kováčovciach priemerná biologická úroda mrkvy Cartágo  $29,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (min.  $24,6$  a max.  $41,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), v roku 2001 na plochách PD Bušince bola priemerná biologická úroda  $43 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (min.  $38$  a max.  $55 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Na pozemkoch SELEKT Bučany (2001) bola pôda po orbe spracovaná len oboraním do kopčekov ešte na jeseň a potom na jar pred sejbou bol obnovený tvar kopčekov oboraním. Priemerná biologická úroda mrkvy bola  $64,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (min.  $38$  a max.  $82 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) (Poničan a kol., 2004).

Nájsť optimálne vzťahy medzi závlahou a hnojením pri ich užšom špecifikovaní je významnou požiadavkou praxe predovšetkým z dôvodov zníženia nákladov na vstupy do výrobného procesu, ale i z dôvodov ochrany vodných zdrojov. Uvedenú problematiku pri pestovaní ovocia skúmali pracovníci VÚMKE Bratislava. Významné postavenie pri riešení takýchto problémov pri produkčnom pestovaní ovocia má dusík, a to nielen z hľadiska výšky úrody a jej kvality, ale aj z hľadiska vyzrievania dreva a zakladania úrody v budúcom roku (Hanisko, Hríbik, 2008).

Z výsledkov výskumu v r. 1999-2000 možno konštatovať, že závlaha a hnojenie má výrazný vplyv na kvalitu plodov (Hanisko, Krejzová, 2003).

Po stanovení a zhodnotení získaných výsledkov pri použití prihnojovania sa pokračovalo na pozemku, kde sa použila len závlaha. Z metrovky sa vyzbieralo 73 jedincov. Pre stanovenie ha úrody bolo treba stanoviť sumárnu hodnotu čistej hmotnosti vyzbieraných koreňov z metrovky. Hmotnosti jednotlivých koreňov bolo v rozpätí 12,10 až 269,8 g. Hodnota variačného koeficientu bola 57,66 % so strednou hodnotou 98,35 g. Z výsledkov merania hmotnosti koreňov vyplýva aj úroda, ktorá bola 71,79 t. ha<sup>-1</sup>. Hodnota variačného koeficientu sa v oboch prípadoch líšila nepatrne – meranie bez a s prihnojovaním. Pri porovnaní získaných úrod, bola hodnota pri prihnojovaní vyššia o 2,32 t.ha<sup>-1</sup> (Jobbágy, Simoník, 2009).

Pri meraní dĺžok koreňov bola priemerná hodnota 183,93 mm, s variačným koeficientom 19,88 %. Dĺžky koreňov sa pohybovali v rozpätí 96 až 266 mm. Pri porovnaní týchto hodnôt s hodnotami získanými pri meraniach s využitím prihnojovania zistíme, že stredná dĺžka koreňa bola vyššia, pri nižšej hodnote variačného koeficientu. Stredná hodnota kuželovitosti bola 0,071 s variačným koeficientom 32,82 %. Kuželovitosť bola v rozpätí od 0,010 až 0,133 (Jobbágy, Simoník, 2009).

Na pokusnom poličku s prihnojovaním bola priemerná hodnota koeficientu štihlosti 6,33. Pri zhodnotení meraní a výpočtov na pozemku bez prihnojovania sa jeho hodnota znížila (5,99). Zo získaných výsledkov možno konštatovať, že pri použití fertigácie bola hodnota koeficientu štihlosti vyššia – t.j. štihlejší tvar koreňa. Hodnota koeficientu zbiehavosti bola 1,72 - pri meraniach s prihnojovaním. Pri hodnotení koeficientu zbiehavosti sa hodnoty líšia nepatrne, avšak možno skonštatovať, že pri prihnojovaní sa približujeme valcovitému tvaru koreňa. Tento tvar je výhodný z hľadiska manipulácie s koreňmi pri čistení, triedení a balení (Jobbágy, Simoník, 2009).

Najštihlejší tvar koreňa mala mrkva pestovaná na pozemkoch v Bušinciach r. 2001 (odroda Sugarsnax). Korene tejto odrody majú koeficient štihlosti ( $\lambda$ ) 8,67. Najmenej štíhly tvar majú korene mrkvy (odroda Bolero) pestované v Bučanoch (r.2001), ktorých hodnota štihlosti  $\lambda = 5,03$  (Poničan a kol., 2004).

Z hľadiska tvaru koreňa (valcovitého) sa tejto hodnote najviac približuje odroda Bolero, pestovaná na pozemkoch v Bučanoch (r.2001), kde hodnota tvarovosti koreňa  $\lambda=1,25$  (Poničan a kol., 2004).

Z hľadiska hodnotenia agrofyzikálnych vlastností koreňov definovaného štihlosťou a zbiehavosťou koreňa vyplýva, že na tieto vlastnosti vplývajú predovšetkým odrodové vlastnosti a tiež spôsob predsejbovej prípravy pôdy (Poničan a kol., 2004).

Na Slovensku sa produkuje 300-500 tisíc ton zeleniny za rok, v závislosti od vplyvu priebehu počasia v jednotlivých rokoch. V období od roku 2000 do roku 2004 bola najvyššia produkcia zeleniny v roku 2000 a to 469 tisíc ton a najnižšia v roku 2002, kedy sa vyprodukovalo 363 tisíc ton zeleniny. Podiel jednotlivých skupín zeleniny na celkovej produkcii a výmere v jednotlivých rokoch sa výrazne nemení. Zberové plochy mrkvy a karotky sa od roku 2000 do roku 2004 pohybujú od 2 915 do 3 983 ha. Pričom najvyššia výmera bola v roku 2000 a to 3 983 ha. Produkcia sa pohybuje od 37 079 t po 51 240 t. V roku 2001 bola najvyššia produkcia mrkvy a to 51 240 t. Priemerné úrody mrkvy a karotky za sledované obdobie sú pomerne vyrovnané. Pohybujú sa od 11,89 po 13,89 ton z hektára. Najvyššia priemerná úroda za celé Slovensko sa dosiahla v roku 2002 a to 13,89 t.ha<sup>-1</sup>. Najvyššie úrody mrkvy sa zaznamenali v Trnavskom kraji 20,42 t.ha<sup>-1</sup>. Nasleduje Nitriansky 16,57 t.ha<sup>-1</sup>, Bratislavský 15,39 t.ha<sup>-1</sup> a Banskobystrický 14,92t.ha<sup>-1</sup> a Žilinský kraj 12,39 t.ha<sup>-1</sup>. Pomerne nízke úrody boli v Košickom 9,90t.ha<sup>-1</sup> a Trenčianskom kraji 8,28 t.ha<sup>-1</sup>. Najnižšie priemerné úrody sa dosiahli v Prešovskom kraji 7,06 t.ha<sup>-1</sup> (Valšíková, Červenka, 2006).

## 6 ZÁVER

V diplomovej práci sme sa zaoberali aplikáciou zavlažovania v presnom poľnohospodárstve na pozemku s plodinou mrkva. Daný pozemok je súčasťou firmy Paulen, ktorá má svoju pôsobnosť v Nitrianskom kraji v okrese Topoľčany.

Pestovaná mrkva na pozemku bola odrody Tinga, jedná sa o konzumnú mrkvu. Plodina bola vysiatá na rozlohe pozemku 1,85 hektára, ktorý sa nachádza blízko vodnej nádrže, z ktorej bola odčerpávaná závlahová voda. Voda bola aplikovaná pásovým zavlažovačom v jednotlivých závlahových dávkach.

Pozemok bol zameraný pomocou GPS prijímača. Počet monitorovacích bodov bol stanovený na desať. V týchto bodoch boli stanovené vstupné vlastnosti pôdy – vlhkosť a šmyková pevnosť. Z desiatich monitorovacích bodov bolo vybraných šesť, v ktorých sa odobrala vzorka na stanovenie agro-fyzikálnych vlastností a úrody mrkvy.

V ďalšom kroku sme vypočítali kužeľovitost' a zistili sme koeficienty zbiehavosti a štíhlosti.

Keď je mrkva tvarovo vyrovnaná, jej predajná cena rastie. Vytvára dobré podmienky na pravidelný valcovitý tvar koreňov a dosahujú sa najvyššie hektárové úrody pri dodržaní závlahového režimu a dostatku živín počas vegetácie.



## 7 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. AYARS, J.E. – HUTMANCHER, R.B. – VAIL, S.S. – SCHONEMAN, R.A. 1991. Cotton response to nonuniform and varying dophts of irrigation, *Agricultural Water-Management*, 1991, r.19, č. 2, s. 151-166, ISSN 0378-3774
2. BAUER-RAINSTAR. [online] [cit. 7.8.2010] Dostupné na internete: <http://www.traktorpool.nl/details/beregeningsinstallatie/Bauer-Rainstar-A3/1243501>
3. EGNOS. 2010. [online] [cit. 9.2.2011] Dostupné na internete: <http://www.kowoma.de/en/gps/egnos-footprints.jpg>
4. FRIELINGHAUS, M. 1992. Uniformity of water-distribution and differences in soil moisture before and after sprinkler irrigation, *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, 1992, r.33, č. s.278-285, ISSN 0934 – 0666
5. HANISKO, Ľ. – HRÍBIK, J. 2008. Úrodovorná reakcia hrušiek pestovaných v tvare štíhleho vretena v podmienkach karbonátovej černoze (Yield forming response shown by Slim Spindle Pear Trees Grown on Calcareous Chernozem), *Vedecké práce VÚPOP č.30*, Bratislava 2008, str.35 – 44, ISBN 978-80-891-51-8
6. HANISKO, Ľ. – KREJZOVÁ, J. 2003. Interakčný efekt závlah a hnojenia na kvalitu plodov jabloní. The interactive effect of irrigation and fertilization on the quality of apples. In: *Acta horticulturae et regioteecturae*, roč. 6, 2003, č. 1. ISSN 1335-2563, Dostupné na internete:
7. HRÍBIK, J. 2006. Úsporné závlahové technológie z aspektu ochrany vodných zdrojov, *Water saving irrigation technologies from the point of view of water resources protection*, príspevok do zborníka, *Medzinárodné sympóziu VODA PRE ŽIVOT – VODA ŽIVEL*, v rámci 23. ročníka medzinárodného filmového festivalu AGROFILM 2006, Nitre ,str.82-91, ISBN 80-89162-23-1 Dostupné na internete: [http://www.fem.uniag.sk/acta/sk/2/acta\\_horticulturae\\_et\\_regioteecturae/obsah/2003/1/48/](http://www.fem.uniag.sk/acta/sk/2/acta_horticulturae_et_regioteecturae/obsah/2003/1/48/)
8. HRÍBIK, J. 2009. Synergické účinky zavlažovania špeciálnych plodín. In: *zahradaweb*, ISSN 1214-763X. Dostupné na internete: <http://www.zahradaweb.cz/projekt/clanek.asp?pid=2&cid=2014>
9. <http://maps.google.com>  
[http://www.fem.uniag.sk/acta/sk/2/acta\\_horticulturae\\_et\\_regioteecturae/obsah/2003/1/48/](http://www.fem.uniag.sk/acta/sk/2/acta_horticulturae_et_regioteecturae/obsah/2003/1/48/)
10. IRTEC. [s.a.] [online] [cit. 25.11.2010] Dostupné na internete: <http://www.aquaspec.co.nz/resources/p-irtec.cfm>
11. JOBBÁGY, J. 2009A. Fertigácia a prihnojovacie zariadenia (1.časť). In: *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*, roč. XII, 2009, č. 5, s.12-14.
12. JOBBÁGY, J. 2009B. Fertigácia a prihnojovacie zariadenia (2.časť). In: *Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve*, roč. XII, 2009, č. 6, s.22-23.
13. JOBBÁGY, J.- SIMONÍK, J. 2009. Vplyv prihnojovacej techniky na vybrané agrofyzikálne vlastnosti koreňovej zeleniny. In *Acta technologica agriculturae*. ISSN 1335-2555, 2009, roč. 12, č. 3, s. 80-85.
14. JOBBÁGY, J.- SIMONÍK, J. 2009. *Zavlažovanie pásovými zavlažovačmi v systéme presného poľnohospodárstva*.1.vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2009. 139 s. ISBN 978-80-552-0201-3
15. LÁTEČKA M., 2000. Rovnomernosť postreku pri závlahe otáčavými postrekovačmi. In: *Monografia*, Nitra, 2000. ISBN 80-7137-678-7, 58 s

16. LEICA GS20. [online] [cit. 9.2.2011] Dostupné na internete: [http://www.pce.sk/crawler/Leica\\_GS20.jpg](http://www.pce.sk/crawler/Leica_GS20.jpg)
17. LETEY, J. 1985. Irrigation uniformity as related to optimum crop production, *Irrigation Science* 1985, r.6, č.4, s. 253-263. ISSN 0342-7188.
18. MASÁR, M. – SZABÓ, L. 1999. Prihnojovacie zariadenie k pásovým zavlažovačom. In: *Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. storočia. Zborník referátov z vedeckej konferencie VÚMKI*. Bratislava : Semisoft, 1999, s. 215 – 220. ISBN 80-85755-08-4
19. NIELSEN, D. - ROBERTS, T.L. 1996. Potassium fertigation of high density apple orchards. In: *Better Crops with Plant Food*, 1996, r. 80, č.4, s.12, ISSN 0006-0089
20. NOZDROVICKÝ, L. a kol. 2008. *Presné pôdohospodárstvo*. 1.vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2008.168 s. ISBN 978-80-552-0123-8
21. PAOLI, N. (1997): What does fertigation have to offer? *Obstbau-Weinbau*, 1997, r.34, č.1, s.10-13
22. PAVELKOVÁ, A. 2005. Vplyv hnojenia a zavlažovania na senzorickú kvalitu jablák. In: *Autoreferát dizertačnej práce*. Nitra, SPU, 2005, 19 s. Dostupné na internete: [http://www.uniag.sk/SKOLA/rvv/doc/ddiz/2005/adriana\\_pavelkova.pdf](http://www.uniag.sk/SKOLA/rvv/doc/ddiz/2005/adriana_pavelkova.pdf)
23. PEKÁRKOVÁ, E. 2004. *Pěstujeme mrkev, ředkvičky, celer a další kořenové zeleniny*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2004. 100 s. ISBN 80-247-0744-6
24. PONIČAN, J. – JECH, J. – ANGELOVIČ, M. – ŽITŇÁK, M. 2004. Vplyv vlastností pôdy na agrofyzikálne vlastnosti koreňovej zeleniny. In: *Acta technologica agriculturae*, č.4 , ročník 7, 2004, s.94-98, ISSN 1335-2555
25. PONIČAN, J.- JECH, J.- ANGELOVIČ, M. 1998. Vplyv spracovania pôdy na jej vlastnosti, *In: Technika a technológie pre udržateľné poľnohospodárstvo: Zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie* : Nitra 4.6.1998. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1998, s. 58-64. ISBN- 80-7137-495-4
26. ROZBORILOVÁ, E. - BAŠTEKOVÁ, J. 2010. *Súpis plôch osiatych poľnohospodárskymi plodinami*. [online]. Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2010. [cit. 9.2.2011] Dostupné na internete: <[http://portal.statistics.sk/files/Sekcie/sek\\_500/polnohospodarstvo/publikacie-stiahnutie/osev/supis-ploch-osiat-polno-plodinami-k-20-5-2010.pdf](http://portal.statistics.sk/files/Sekcie/sek_500/polnohospodarstvo/publikacie-stiahnutie/osev/supis-ploch-osiat-polno-plodinami-k-20-5-2010.pdf)>. ISBN 978-80-8121-004-4
27. RTK. [online] [cit. 7.2.2011] Dostupné na internete: [http://distributor.deere.com/sk/ag\\_equipment/ams/starfire\\_its/rtk\\_signal/index.html](http://distributor.deere.com/sk/ag_equipment/ams/starfire_its/rtk_signal/index.html)
28. RŮŽIČKA, M. – SIMONÍK, J. 1998. Simulačné modelovanie rovnomernosti postreku. In: *Technika a technológie pre udržateľné poľnohospodárstvo, zborník referátov z medzinárodnej vedeckej konferencie*. 1998, SPU Nitra, s.99-104. ISBN 80-7137-495-4
29. SOLOMON, K.H. 1984. Yield related interpretation of irrigation uniformity and efficiency measures, *Irrigation Science* 1984, no5, p. 161-172. ISSN 0342-7188.
30. VALŠÍKOVÁ, M. - ČERVENKA, J. 2006. *Produkcia koreňovej zeleniny v SR*. [online]. Výskumný ústav zeleninársky , 2006. [cit. 4.4.2011] Dostupné na internete: <[http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/prod\\_koren\\_zel.htm?start](http://www.agroporadenstvo.sk/rv/zelenina/prod_koren_zel.htm?start)>.

31. ZDRAŽIL, K. – SPITZ, P. 1966. Stanovení optimálních dešťomerných křivek u otočných postřikovačů. In: Vod. Hosp., 1966, č.5, s. 203-204.