

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

2123738

**KVALITA PRÁCE ŠIROKOZÁBEROVÝCH
ZAVLAŽOVAČOV V MANAŽMENTE ZAVLAŽOVANIA**

2011

Tomáš Mistrík, Bc.

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**KVALITA PRÁCE ŠIROKOZÁBEROVÝCH
ZAVLAŽOVAČOV V MANAŽMENTE ZAVLAŽOVANIA**

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

Tomáš Mistrík, Bc.

ABSTRAKT

Cieľom diplomovej práce bolo stanoviť koeficient rovnomernosti postreku podľa Heermanna a Heina CuH. Merania sa uskutočnili na pozemku, ktorý patrí poľnohospodárskemu podniku Agromačaj, s.r.o. sídliacom v Kráľovej pri Senci. Na danom pozemku sa pestovali zemiaky. Rýchlosť zavlažovača bola nastavená na hodnotu 50 m.h^{-1} . Rýchlosť vetra bola do 1 m.s^{-1} . Zo získaných výsledkov možno konštatovať, že pri prvom meraní sa dosiahla rovnomernosť 73,79 % a pri druhom meraní 85,79 %. Z hodnotenia jednotlivých podvozkov možno konštatovať, že pri prvom meraní dosiahlo najlepšiu hodnotu CuH pole 9 s hodnotou 93,88 %, pri druhom pole 6 s hodnotou 92,57 %.

Na základe získaných výsledkov je možné posúdiť, ktoré dýzy sú na zavlažovači nesprávne nastavené. Ďalej je treba premerať každú z dýz a nastaviť ich tak, aby výsledná rovnomernosť dosahovala hodnoty nad 90 %.

Kľúčové slová: rovnomernosť postreku CuH, zavlažovanie, Linestar 4000

ABSTRACT

The aim of this thesis is to determine the coefficient of uniformity of spray by Heermann and Hein CuH. Measurements were carried out in land which belongs to Agromačaj located in Kráľová in Senec. Potatoes were cultivated in this field. Sprinkler speed was set at 50 mh^{-1} . The wind speed was within 1 m.s^{-1} . The results obtained showed that in the first measurement was achieved uniformity 73.79% and in the second measurement the uniformity was 85.79%. The evaluation of each chassis indicated that in the first measurement the best CuH value 93.88% had been obtained in field 9. In the second measurement the best value 92.57% was obtained in array 6.

On the basis of obtained results can be said which nozzles for sprinklers are set incorrectly. Furthermore, it is necessary to measure each of the nozzles and adjust them in way that the resulting uniformity will reach values above 90%.

Key words: uniformity CuH spraying, irrigation, Linestar 4000

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Tomáš Mistrík vyhlasujem, že som diplomovú prácu na tému: „KVALITA PRÁCE ŠIROKOZÁBEROVÝCH ZAVLAŽOVAČOV V MANAŽMENTE ZAVLAŽOVANIA“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre,

.....

Podpis

POĎAKOVANIE

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

POUŽITÉ SKRATKY A OZNAČENIA

CuH	- koeficientom rovnomernosti podľa D. F. HEERMANA a P. R. HEINA,	%
Cu	- koeficientom rovnomernosti podľa CHRISTIANSENA,	%
i	- číslo určené pre identifikáciu určitej zrážkomernej nádoby,	
L	- dĺžka zavlažovača,	m
n	- počet rovnako veľkých elementárnych plôch, na ktoré sa zavlažovaná plocha rozdelí	
Si	- zavlažovaná plocha pripadajúca na i-tú nádobu,	m ²
Vi	- dávka vody na elementárnych plochách,	mm
\bar{V}_i	- priemerná dávka vody,	mm

ZOZNAM TABULIEK A OBRÁZKOV

Tabuľka 1 Súhrnné údaje zavlažovačov v SR.....	17
Tabuľka 2 Súčasný stav v podiele strojov a zariadení	18
Tabuľka 3 Rovnomernosť distribúcie vody	18
Tabuľka 4 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, všetky polia.....	48
Tabuľka 5 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, všetky polia.....	48
Tabuľka 6 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie	49
Tabuľka 7 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie	51
Tabuľka 8 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 1	54
Tabuľka 9 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 2	55
Tabuľka 10 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 3	56
Tabuľka 11 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 4	57
Tabuľka 12 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 5	58
Tabuľka 13 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 6	59
Tabuľka 14 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 7	60
Tabuľka 15 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 8	61
Tabuľka 16 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 9	62
Tabuľka 17 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 1	63
Tabuľka 18 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 2	64
Tabuľka 19 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 3	65
Tabuľka 20 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 4	66
Tabuľka 21 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 5	67
Tabuľka 22 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 6	68
Tabuľka 23 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 7	69
Tabuľka 24 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 8	70
Tabuľka 25 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 9.....	71
Obr. 1 Trojuholníkový diagram (Hanes a kol. 1997).....	13
Obr. 2 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník a kol., 2009)	16
Obr. 3 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Baker, Simoník, 1989)	20
Obr. 4 Schéma závlahovej kostry (Simoník a kol., 2009).....	22
Obr. 5 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník a kol., 2009)	23
Obr. 6 Schéma otáčavého úderového postrekovača (Simoník a kol., 2009).....	24
Obr. 7 Postrekovače pre impulznú závlah (Impulzná závlaha, 2010).....	25
Obr. 8 Mikropostrekovač (Mikropostrekovač, 2011)	25
Obr. 9 Prenosné súpravy (Prenosné súpravy, 2011)	26
Obr. 10 Schéma činnosti pásového zavlažovača (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).	27
Obr. 11 Valivé potrubie (Valivé potrubie, 2011).....	28
Obr. 12 Zavlažovač s frontálnym pohybom (Zavlažovač frontálny, 2010)	28
Obr. 13 Celkový pohľad na pivotový zavlažovač (Celkový pohľad, 2010).....	29
Obr. 14 Centerstar a jeho pohyb (Centerstar a jeho pohyb, 2011).....	29
Obr. 15 Naftový elektrogenerátor (Generátor, 2011).....	31
Obr. 16 Elektromotor na zabezpečenie frontálneho pohybu (Krokový elektromotor, 2010).....	31
Obr. 17 Pohyb zavlažovača Centerliner CLS (CLS, 2011).....	31
Obr. 18 Pohyb zavlažovača Centerliner CLE (CLE, 2011)	32
Obr. 19 Pohyb zavlažovača Centerliner CLX (CLX, 2011)	32
Obr. 20 Zmena tvaru zavlažovanej plochy pri rýchlosti vetra $5,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Látečka, 1991)	33
Obr. 21 Typy dažďomerných kriviek podľa CHRISTIANSENA (Benetin,1979)	34
Obr. 22 Vplyv sklonu územia na rovnomernosť postreku (Hrončo, 1995).....	35
Obr. 23 Napájací hydrant.....	39
Obr. 24 Napájací hydrant	39
Obr. 25 Podnik Agromačaj s.r.o.	41
Obr. 26 Pozícia poľných meraní	42
Obr. 27 Centrálna jednotka s vlečnou hadicou.	43
Obr. 28 Panel centrálnej jednotky	43
Obr. 29 Systém brázdového navádzania zavlažovača.....	44
Obr. 30 Systém elektrického navádzania zavlažovača.....	45
Obr. 31 Systém elektrického navádzania zavlažovača.....	46
Obr. 32 Sortiment dýz na širokozáberové zavlažovače Bauer	47

Obr. 33 Dýzy použité na zavlažovači Bauer Linear 4000.....	47
Obr. 34 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie	53
Obr. 35 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie	53
Obr. 36 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 1.....	54
Obr. 37 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 2.....	55
Obr. 38 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 3.....	56
Obr. 39 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 4.....	57
Obr. 40 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 5.....	58
Obr. 41 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 6.....	59
Obr. 42 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 7.....	60
Obr. 43 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 8.....	61
Obr. 44 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 9.....	62
Obr. 45 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 1.....	63
Obr. 46 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 2.....	64
Obr. 47 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 3.....	65
Obr. 48 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 4.....	66
Obr. 49 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 5.....	67
Obr. 50 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 6.....	68
Obr. 51 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 7.....	69
Obr. 52 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 8.....	70
Obr. 53 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 9.....	71

OBSAH

ÚVOD	9
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	11
1.1 Pôda a jej štruktúra	11
1.1.1 Charakteristika a popis	11
1.1.2 Základné vlastnosti pôdy	13
1.2 Využitie vody v manažmente zavlažovania.....	14
1.2.1 Voda a vlhkosť	15
1.3 Závlahy v poľnohospodárstve.....	16
1.3.1 Súčasný stav závlahového hospodárstva v SR	17
1.3.2 Druhy závlah	18
1.3.3 Spôsoby závlah.....	19
1.3.4 Účel závlah	19
1.3.5 Zabezpečenie závlahového režimu	21
1.3.6 Technické a technologické riešenie závlahy	22
1.4 Kategórie závlahového detailu pre závlahu postrekom	22
1.5 Klasifikácia závlahovej techniky na závlahu postrekom	23
1.5.1 Postrekovače.....	23
1.5.2 Impulzná závlaha.....	24
1.5.3 Mikropostrek	25
1.5.4 Prenosné závlahové súpravy.....	26
1.5.5 Pásové zavlažovače	26
1.5.6 Zavlažovače ďalekoprádové.....	27
1.5.7 Širokozábberové zavlažovače	27
1.5.8 Pivotový zavlažovač.....	28
1.6 Rovnomernosť zavlažovania	33
1.6.1 Vplyv poveternostných podmienok.....	33
1.6.2 Vplyv dažďovej krivky.....	34
1.6.3 Vplyv sklonu terénu	35
1.6.4 Metódy hodnotenia rovnomernosti.....	35
2 CIEĽ PRÁCE	38
3 METODIKA PRÁCE.....	39
3.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku	39
3.2 Charakteristika vybranej závlahovej techniky	39
3.3 Meranie a zhodnotenie rovnomernosti postreku	40
4 VÝSLEDKY PRÁCE	41
4.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku	41
4.2 Charakteristika vybranej závlahovej techniky	42
4.2.1 Centrálna jednotka.....	42
4.2.2 Riadenie.....	44
4.2.3 Korekčné zariadenie	45
4.2.4 Druhy dýz	46
4.3 Meranie rovnomernosti postreku a jeho vyhodnotenie.....	47
5 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV	72
6 DISKUSIA	73
7 ZÁVER	74
8 LITERATÚRA.....	75

ÚVOD

Voda je podstatnou zložkou biosféry, ktorá má okrem pôdy prvoradý význam na zabezpečenie výživy ľudstva. Je základnou zložkou biomasy, hlavným prostriedkom pre transport živín, pre ich prijímanie a vylučovanie. Pre rastliny je významné nielen jej celkové množstvo za rok, ale aj výskyt a rozdelenie vo vegetačnom období. Každý živočíšny druh je prispôsobený určitému zloženiu vody. Pre mnohé živočíchy je voda priamo životným prostredím. Pre ľudskú spoločnosť plní voda viacero funkcií. Človek ju používa na osobnú potrebu a spotrebu, na poľnohospodársku a priemyselnú výrobu, rekreáciu, na premenu energetického potenciálu a na dopravu. V dôsledku svojich vlastností stav vody odráža chemizmus prostredia, vrátane antropogénnych zmien. Nedodržanie potrebnej akosti vody alebo jej nadmerné znečisťovanie má za následok zníženie využiteľnosti vody, prípadne i jej úplné vylúčenie z používania.

Pri hodnotení kvality zavlažovania sa posudzuje najmä dodržiavanie závlahovej dávky, intenzita a rovnomernosť zavlažovania. Je potrebné skontrolovať, či je u použitých postrekovačov v súlade s výrobcom udávaná veľkosť závlahovej dávky za určitý čas a rovnomernosť závlahy s hodnotami zistenými za prevádzky. Rovnomernosť postreku, intenzita a veľkosť závlahovej dávky sa zisťuje priamym meraním spadnutých zrážok v zrážkometeroch, ktoré sú rozostavané na rôznych miestach postrekovanej plochy.

1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Pôda a jej štruktúra

Pôda je najvrchnejšia časť zemskej kôry, ktorá vzniká zo styku a zo vzájomného pôsobenia biosféry, atmosféry a litosféry. Skladá sa z neživej zložky, ktorou sú častice ílu, hliny, piesku a z odumretých častí rastlín a živočíchov. 1 cm pôdy vznikne približne za 100 rokov. Základnou vlastnosťou pôdy je schopnosť poskytovať živiny rastlinám.

1.1.1 Charakteristika a popis

Či ide o černoziem, červozem, hnedozem alebo žltozem, či tvoria mocnú vrstvu alebo tenkú vrstvu skalného podložia, pôda je všade zložitou substanciou. Jej základom sú vždy zvetrané alebo erodované úlomky hornín – íly, silty a piesky. Avšak tieto zložky sa stávajú pôdou len za predpokladu, že sa spájajú s organickými materiálmi, odumretými či tlejúcimi zosťatkami flóry a fauny. Dôležitou súčasťou pôdy je i voda, ktorej veľmi tenká vrstva prilieha k nespočetným drobným úlomkom hornín a vzduch, ktorý zaplňuje voľné priestory medzi nimi.

V pôdach sú minerály zastúpené prevažne v kryštalickej forme. Na tvorbe amorfnej zložky minerálneho podielu sa najčastejšie zúčastňujú hydroxidy železa a hliníka, ktoré sa obyčajne vyskytujú v stave gélu, alebo tvoria povlaky na povrchu pôdnych agregátov. Minerály sú čisté chemické prvky alebo prírodné chemické zlúčeniny, ktoré sú charakteristické určitým zložením a fyzikálnymi vlastnosťami.

Každý minerál má typické usporiadanie jednotlivých iónov alebo ich skupín, ktoré tvoria vnútornú kryštalovú štruktúru. Táto vnútorná kryštalová stavba má veľmi dôležitý význam pre vysvetlenie pevnosti väzieb a tým aj zvetrávateľnosti minerálov (Sisák a kol., 1990).

Piesočnatá a prachová frakcia obsahuje kryštalické minerálne častice pôvodom z hornín, alebo ich fragmentov ale i mikrokryštalické agregáty prípadne amorfné zložky tvorené z CaCO_3 , hydroxidov Al a Fe alebo Si, ktoré vznikli z produktov zvetrávania. Potom možno zhrnúť, že základnými minerálmi nachádzajúcimi sa v pôdach vo frakciách piesku a prachu sú:

- kremeň (SiO_2) – najrozšírenejší minerál vo väčšine pôd,
- živce – draselné živce, plagioklasy,

- slúdy – dioktaédrické, trioktaédrické, glaukonit,
- Fe, Mg – silikáty – pyroxény, amfibolity,
- rôzne minerály ako – zirkon, granáty, apatit, limenit a magnetit.

Ílovitá frakcia je zložená hlavne z minerálov – produktov zvetrávania – nachádzajúcich sa v nezvetraných horninách. Hrubšie ílové frakcie môžu obsahovať ešte značné množstvo kremeňa a niečo slúd, kým jemnejšie ílové frakcie sú tvorené hlavne ílovými minerálmi a ďalšími produktmi zvetrávania, napr. hydratovanými oxidmi Fe, Al, Ti a Mn. Ako hlavné minerály v ílovitej frakcii sú hydratované slúdy – illity a vermikulity, kaolinity, hallozity, montmorillonity (Hanes a kol., 1997).

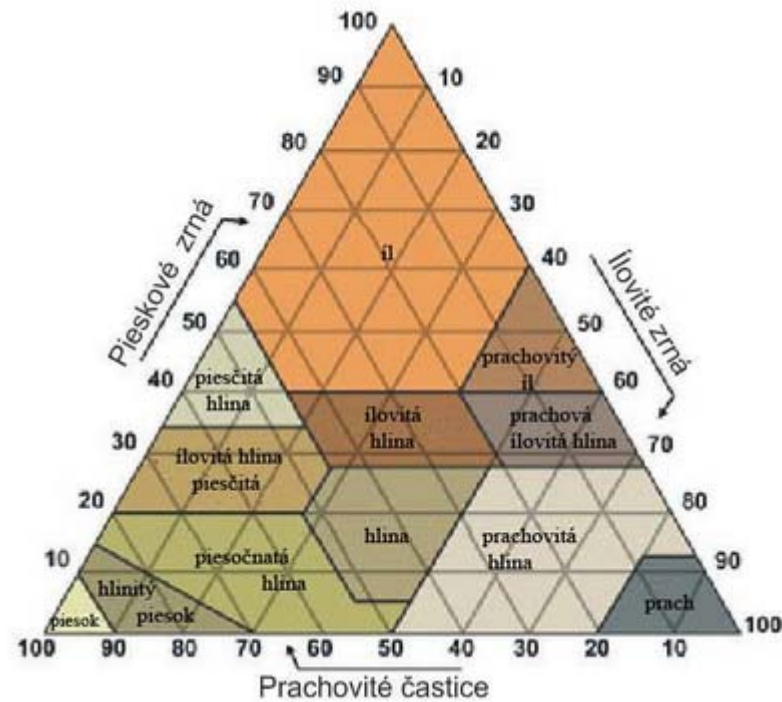
Zvetrávacími procesmi sa pevná nepriepustná materská hornina postupne premieňa na kyprú, zloženú z častí rôznej veľkosti a tvarov. Tieto časti nazývame mechanickými elementmi alebo zrnitosťnými prvkami. Tvorí sa hlavne z primárnych nerastov materských hornín, alebo sú to priamo úlomky pôdotvorných hornín, môžu to byť aj druhotné minerály ako produkty zvetrávacích procesov. Tieto mechanické elementy zatriedujeme na klasifikačné účely do určitých veľkostných skupín, kategórií alebo frakcií a podľa kvantitatívneho zastúpenia týchto kategórií určujeme zrnitosť čiže pôdnu textúru, resp. mechanické zloženie pôd (Petrov, 1973).

Triedenie zemín a pôd podľa zrnitosti patrí medzi najstaršie klasifikačné systémy pôdy. Je založené na stanovení podielu frakcií rôznej veľkosti a posúdení množstva (%) zastúpenia jednej, alebo viacerých kategórií elementárnych častíc. Takéto triedenie pôd podľa zrnitostného zloženia nám pomáha určiť a vyčleniť pôdny druh ako napr. pôda piesočnatá, hlinitá, ílovo-hlinitá, atď. Okrem zrnitosti má veľký vplyv na vyčleňovanie pôdnych druhov i obsah CaCO_3 a humusu. Zjednodušené triedenie pôdy podľa zrnitosti je delenie na pôdy:

- ťažké,
- stredné,
- ľahké.

Pre presnejšie stanovenie obsahu jednotlivých zrnitosťných frakcií sa používajú viaceré laboratórne metódy stanovenia zrnitosti. Klasifikáciu možno dosiahnuť aj podľa tzv. trojuholníkového diagramu (obr.1). Táto klasifikácia je najrozšírenejšia a jedna z jej modifikácií je normatívne zavedená (STN 72 100) a je založená na porovnávaní obsahu

troch základných frakcií (pieskové zrná 2-0,063 mm, prachové častice 0,063-0,005 mm a ílové častice < 0,005 mm) (Hanes a kol., 1997).



Obr. 1 Trojuholníkový diagram (Hanes a kol. 1997)

1.1.2 Základné vlastnosti pôdy

Pôda má dve základné vlastnosti, ktorými sú:

- fyzikálne vlastnosti,
- fyzikálno-mechanické vlastnosti.

Fyzikálne vlastnosti sú také vlastnosti pôdy, ktoré v podstate vyplývajú z prejavujúcich sa fyzikálnych javov, t. j. zákonov fyziky. Každá pôda je charakteristická viacerými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré sú podmienené disperziou pôdných častíc, ich priestorovým usporiadaním a vzájomnými vzťahmi medzi pevnými časticami, pôdnym roztokom a vzduchom. To znamená, že pôda je pórovité teleso, ktorého fyzikálne vlastnosti sa vyznačujú niektorými zvláštnosťami. Množstvo a veľkosť disperzných častíc a ich priestorové usporiadanie má veľký význam pri vzniku pórov, ich rozmerov a spôsobe rozmiestnenia a taktiež pri vsakovaní a priepustnosti vody a vzduchu. V pôdných póroch sa vždy nachádza vzduch, voda a mikroorganizmy. Preto sa pôda pokladá za viacfázové teleso, pozostávajúce z pevnej, kvapalnej, plynnej a živej fázy (Sisák a kol., 1990).

Taktiež významnou mierou vplývajú na priebeh a rýchlosť rôznych fyzikálno-chemických a biologických procesov a na rozvoj pôdnych mikroorganizmov.

Medzi základné fyzikálne vlastnosti patrí :

- štruktúrnosť pôdy,
- pórovitosť,
- merná hmotnosť,
- objemová hmotnosť.

Fyzikálno-mechanickými vlastnosťami pôd rozumieme súhrn vlastností pôd, pojených predovšetkým vlhkosťou, zrnitosťou, chemickým a mineralogickým zložením. Mechanické vlastnosti pôd sa uplatňujú pri prenikaní koreňov rastlín do pôdy a pri jej agrotechnickom spracovaní (Sisák a kol., 1990).

Medzi fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy patria súdržnosť, príľnavosť, napučíavanie, usadenie, konzistencia, zrelosť pôdy, orbový odpor, trenie a pôdny prísušok (Petrov, 1973).

Medzi fyzikálno-mechanické vlastnosti patri:

- súdržnosť,
- príľnavosť,
- napučíavanie,
- usadenie,
- konzistencia,
- zrelosť pôdy,
- orbový odpor,
- trenie pôdy,
- pôdny prísušok.

1.2 Využitie vody v manažmente zavlažovania

Voda je najrozšírenejšia látka na Zemi. Patrí k základným zložkám životného prostredia človeka a je aj podmienkou existencie života na našej planéte. Voda sa nachádza na Zemi v obmedzenom množstve, ktoré je priestorovo a časovo nerovnomerne rozložené. Obeh vody v prírode je absolútny, t.j. voda nemôže nikdy jestvovať bez pohybu, nemôže stratiť schopnosť stále nových zmien. Taktiež patrí medzi prírodné zdroje, ktoré sú nevyčerpatel'né. Je jej nadbytok, ale jej kvalita sa čoraz

viac znižuje. Hlavným problémom, ktorý trápi súčasných ekologov, týkajúcich sa vody je jej znečisťovanie.

V pôde sa voda vyskytuje v skupenstve **kvapalnom, plynnom a tuhom**. Pôdna voda sa klasifikuje podľa skupenstva, pevnosti väzby, pohyblivosti a iných fyzikálnych vlastností. Z fyzikálneho hľadiska je významná voda **podzemná, gravitačná, kapilárna, obalová a hygroskopická**. Z nich najdôležitejšia je voda kapilárna.

1.2.1 Voda a vlhkosť

Vlhkosť vzduchu je jeden zo základných meteorologických prvkov, ktorý popisuje množstvo vodnej pary vo vzduchu. Do vzduchu sa dostáva vyparovaním z vodných plôch, ale najmä z oceánov a je roznášaná prúdením. Spôsobuje vznik oblakov, hmiel i zrážok.

Má taktiež jednu dôležitú vlastnosť: za určitej teploty sa množstvo vodnej pary vo vzduchu nemôže zväčšovať neobmedzene, ale iba po určitú hodnotu, keď sa vzduch stáva nasýteným. Je to preto, lebo pri tomto stave sa dostáva vyparovanie do rovnováhy s kondenzáciou. Ak by však vo vzduchu bolo prebytočné množstvo vlhkosti, táto rovnováha by bola porušená a voda by sa vyzrážala alebo by desublimáciou vznikol sneh. Treba spomenúť, že čím je vzduch teplejší, tým viac vlhkosti môže v sebe obsiahnuť.

Vlhkosť poznáme:

- absolútnu,
- relatívnu,
- rosný bod,
- tlak vodných pár.

Absolútna vlhkosť

Táto veličina nám udáva hmotnosť vodnej pary v určitom objeme vzduchu. Jej jednotka je gram alebo kilogram na meter kubický ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$).

Relatívna vlhkosť

Udáva pomer medzi skutočným tlakom vodnej pary a maximálnym tlakom pre danú teplotu. Relatívna vlhkosť sa udáva v percentách. Ak sa vlhkosť vzduchu rovná jej maximálne možnej hodnote (konkrétne ich tlaky), relatívna vlhkosť vzduchu je 100%.

Rosný bod

Rosný bod je teplota, na ktorú je potrebné ochladiť vzduch, aby sa stal nasýteným (a aby v ňom začala kondenzovať vodná para). Ak je vzduch už nasýtený, teplota jeho rosného bodu sa rovná teplote, ktorú práve má.

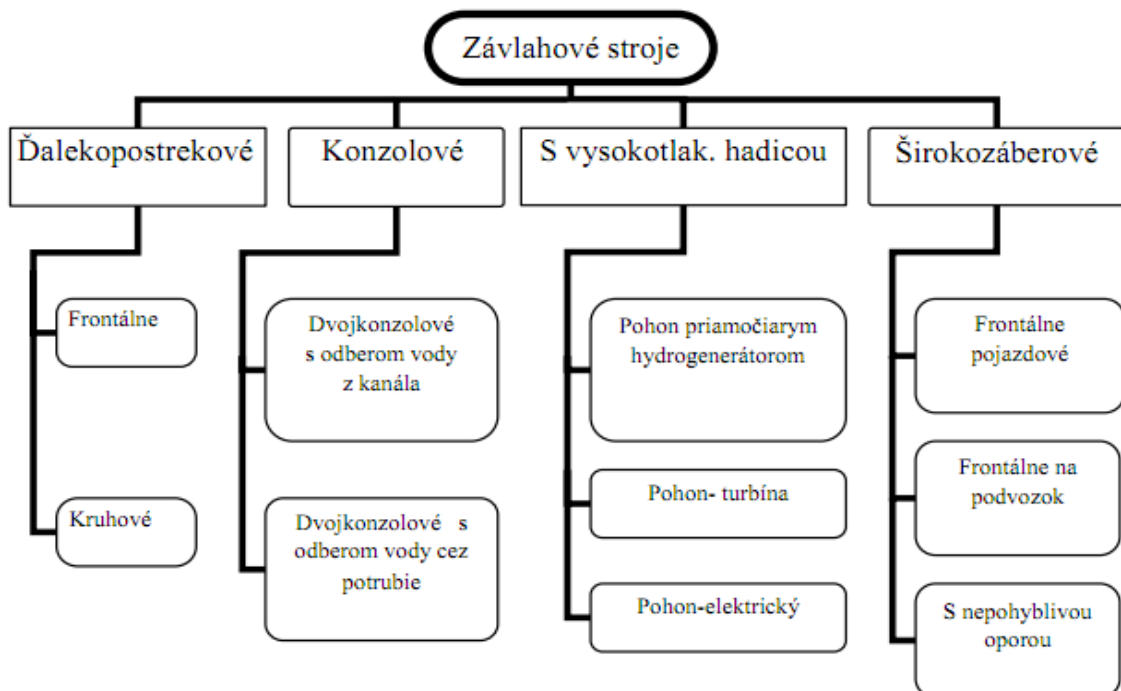
Tlak vodných pár

Atmosféru si môžeme rozdeliť na suchý vzduch a vodnú paru – každá zložka má svoj tlak. Celkový tlak sa potom rovná súčtu tlaku suchého vzduchu a tlaku vodnej pary. Čím je viac vody v ovzduší, tým väčší je jej tlak.

1.3 Závlahy v poľnohospodárstve

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu, alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia reprodukčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe. Potreba a aj účinok závlah sa menia a sú rôzne v závislosti od klimatických, topografických, pôdných a ďalších podmienok (Jobbágy, Simoník, 2009).

Zariadenia závlahového detailu zabezpečujú rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovacích pozemkoch. U nás prevažnú časť plôch zavlažujeme pásovými zavlažovacími, ďalej sú to široko-záberové závlahové stroje, prenosné závlahové súpravy a stabilný detail (Novotný, Masár, 1998).



Obr. 2 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník a kol., 2009)

1.3.1 Súčasný stav závlahového hospodárstva v SR

Závlahové stroje a zariadenia sú málo všímaným mechanizačným prvkom, ale pritom prepotrebným v komplexnom rade mechanizačných strojov a zariadení využívaných v poľnohospodárstve. V letných mesiacoch, najmä na juhu Slovenska, sú to jediné stroje, ktoré permanentne možno vídať na poliach.

Prevažne sa využívajú na štátom vybudovaných veľkoplošných závlahových sústavách, menej na súkromných stavbách závlah. V súčasnosti je evidovaných 321 294 ha vybudovaných závlah, z toho je využiteľných 226 000 ha, z toho funkčných a využívaných cca 150 000 ha. Posledný prieskum vybavenosti závlahovou technikou, ktorý vykonal Výskumný ústav meliorácií a krajinného inžinierstva, bol v roku 2000. Údaje boli zhromaždené z výmery 196 630 ha, pričom z toho bolo funkčných a teda aj zavlažovaných 150 170 ha.

Tabuľka 1 Súhrnné údaje zavlažovačov v SR (Prehľad v SR, 2011)

Pásové zavlažovače (DN 67,75,90,100,110)		6 678 ks
Z toho:	nefunkčných	40%
	starších ako 12 rokov	70%
Širokozáberové zavlažovače (pivotové, lineárne)		436 ks
z toho:	nefunkčných	45%
	starších ako 12 rokov	80%
Kvapkové závlahy		1 608 ha
z toho:	nefunkčných	20%
	starších ako 12 rokov	30%
Stabilné závlahy postrekom		1 978 ha
z toho:	nefunkčné	400%
	starších ako 12 rokov	95%
Prenosné závlahové súpravy		1 004 ha
z toho:	nefunkčné	5%
	starších ako 12 rokov	40%

Tabuľka 2 Súčasný stav v podiele strojov a zariadení (Prehľad v SR, 2011)

Skupina strojov a zariadení	Podiel
Pásové zavlažovače	76%
Širokozáberové zavlažovače	14%
Mikrozávlahy (kvapková závlaha)	3%
Iné (stabilné systémy postrekov, prenosné a pod.)	7%
Spolu	100%

Rozhodujúcim kvalitatívnym parametrom je vysoká rovnomernosť distribúcie závlahovej vody, či už ide o celoplošnú, pásovú alebo bodovú aplikáciu.

Tabuľka 3 Rovnomernosť distribúcie vody (Prehľad v SR, 2011)

Závlahová technológia	Rovnomernosť distribúcie vody
Závlaha postrekom stabilná, resp. polostabilná	40%
Závlaha postrekom mobilná (pásové zavlažovače, širokozáberové zavlažovače)	55 - 65%
Závlaha mikropostrekom	70 - 85%
Kvapková závlaha a jej modifikácie	85 - 96%

Porovnania parametrov rovnomernosti distribúcie závlahovej vody jednotlivými technológiami naznačujú potrebu orientácie vývojových trendov na mikrozávlahové technológie a ich modifikácie.

1.3.2 Druhy závlah

Závlaha je základným činiteľom pri určovaní spôsobu a prevádzky závlah. Rozoznávame tri základné druhy závlah:

1. Doplnková závlaha

Cieľom je doplniť chýbajúce množstvo vody a tým vytvoriť optimálne vlhkosťné podmienky. Závlahu realizujeme počas vegetácie, prípadne pred jej začiatkom. Využitie doplnkovej závlahy je aktuálne v suchšej oblasti. Alebo na pozemkoch s hlbokou

hladinou podzemnej vody. Pri tomto druhu závlahy je najlepšie sa riadiť vlhkosným rozborom pôdneho profilu a nárokmi rastlín.

2. Hnojivá závlaha

Touto závlahou dopĺňujeme do pôdy živiny a vodu. Uskutočňuje sa hlavne mimo vegetačného obdobia, kde sa voda zmiešava s močovkou, hnojovicou, tekutým hnojom atď. Počas vegetácie sa používajú menšie koncentrácie priemyselných hnojív. Podmienkou pre použitie daného druhu závlah je technické prispôsobenie zavlažovača.

3. Špeciálna závlaha

Sledujeme u nej špeciálny účel, ako je napr. oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám alebo živočíšnym škodcom, vyplavovanie škodlivých solí z pôdy, očistenie odpadovej vody, zvýšenie vlhkostí a zníženie teploty vzduchu. Rozdeľujeme ich na:

- klimatizačnú- meníme ňou mikroklimu porastu a zároveň ho chránime. V praxi poznáme protimrazovú a letnú vegetačnú,
- melioračnú- slúži na úpravu pôdy, pH,
- dezinfekčnú a desinsekčnú- ktorou ničíme buriny, choroby a škodcov.

1.3.3 Spôsoby závlah

Podľa smeru postupu vody do aktívnej vrstvy pôdy a podľa zariadenia, ktorým závlahu zabezpečujeme, rozoznávame povrchové a podpovrchové spôsoby závlah (obr.3). Najstarším spôsobom je závlaha výtopou, využívaná najmä pri pestovaní ryže. Pri povrchovej závlahe je voda privádzaná na povrch poľa vzduchom (postrek) alebo súvislou vrstvou vody. Podpovrchová závlaha privádza vodu do pôdy prostredníctvom drenáže, ktorá je uložená pod povrchom, alebo kanálmi (Baker a Simoník, 1989).

1.3.4 Účel závlah

Účel závlahy je základným činiteľom pri určovaní spôsobu a prevádzky závlahy. Podľa účelu rozoznávame tri základné druhy závlah:

- **doplňkovú**, ktorá vyrovnáva nedostatok vody v pôde behom vegetácie alebo i mimo vegetačného obdobia,

- **hnojivú**, ktorá pôde popri vode dodáva buď priemyslové hnojivá alebo hnojovicu,
- **zvláštnu**, pri ktorej sledujeme okrem závlahy aj iné účinky, ako napr. ochrana rastlín proti mrazu atď.



Obr. 3 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Baker, Simoník, 1989)

Pôdu zavlažujeme rôznymi spôsobmi. Základné rozdelenie je nasledovné:

A. Povrchové spôsoby závlahy:

- závlaha zátopou je spôsob, keď sa na ohraničený pozemok privedie voda, ktorá vsakuje do pôdy. Celý pozemok je zaplavený vodou. Tu môže dôjsť k poškodeniu štruktúry pôdy,
- závlaha preronom sa používa na zavlažovanie mierne sklonených lúk a pasienkov v podhorských oblastiach. Pri tomto spôsobe závlahy voda tečie v tenkej 2 – 5 cm vrstve v smere prirodzeného spádu, postupne do pôdy vsakuje,
- závlah podmokom je vhodná pre rovinné pozemky. Najčastejšie sa uskutočňuje vsakovaním vody zo zavlažovacích brázd,
- regulačná drenáž je známa väčšinou ako prostriedok na odvodňovanie. Voda sa do pôdy privádza drenážnym systémom a pôda sa zavlažuje podzemným

podmokom. Často sa používa v skleníkoch a pre rastliny, ktoré neznášajú závlahu na list,

- závlaha postrekom – závlahová voda sa na pozemok privádza potrubím a rozstrekuje sa pod určitým tlakom postrekovacím zariadením. V súčasnej dobe je to najlepší spôsob závlahy, ktoré umožňuje nielen kvalitný rozstrek ale aj plnú mechanizáciu až automatizáciu prevádzky,
- iné spôsoby sa začínajú rozširovať z dôvodu nedostatku kvalitnej vody na zavlažovanie (Simoník a kol., 2009).

B. Podpovrchové spôsoby závlahy:

- podmok z kanálov - ktorý využíva jestvujúci odvodňovací systém.
Hladina vody v otvorených kanáloch sa zvýši tak, že podzemná voda dosiahne takú úroveň, kde voda v kapilárach vzlína k rastlinám.
- drenážny podmok – principiálne porovnateľné ako u podmoku z kanálov, ale s tým rozdielom, že voda je do potrubnej siete tlačaná pod malým tlakom

1.3.5 Zabezpečenie závlahového režimu

Závlahovým režimom rozumieme stanovenie správneho termínu zavlažovania a veľkosti dávky. Pri riadení závlahových režimov treba poznať:

- hydrolimity zavlažovaných honov (poľnú vodnú kapacitu, bod vädnutia),
- dolnú hranicu využiteľnej vodnej kapacity v danej vývinovej fáze plodiny,
- hĺbku navlažovania podľa pôdných podmienok a zakorenenia plodiny,
- evapotranspiráciu (vlahovú spotrebu) plodiny za bilancovaný časový úsek (Rehák a kol., 2002).

Stanovený závlahový režim v závlahovej prevádzke musí zabezpečovať:

- krytie vlhovej potreby plodín počas celého vegetačného obdobia a zabezpečenie vysokých úrod,
- zachovanie minimálnej zásoby prístupnej pôdnej vlhky, aby nedochádzalo k narušeniu rastu a vývoja plodín,
- vytvorenie ideálnych vlhkostných podmienok, živinného a teplotného režimu pôdy a maximálne využitie agrotechnických činiteľov,

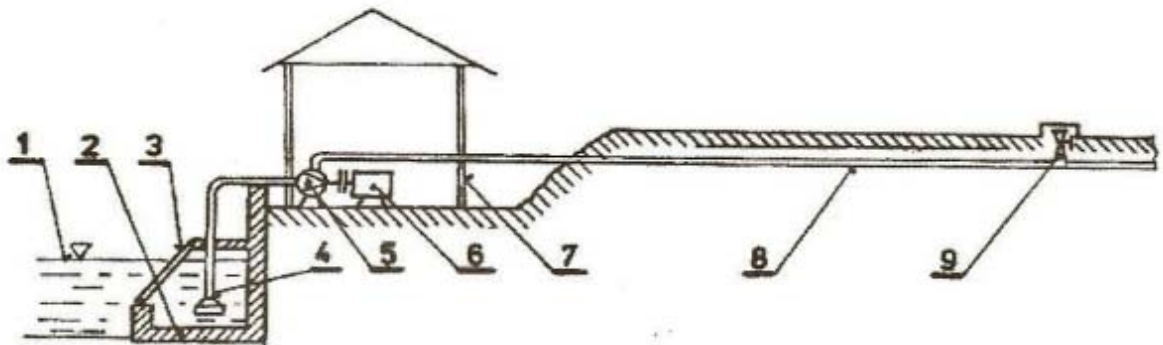
- zachovanie a možnosť zvyšovania úrodnosti pôdy a zamedzenie nepriaznivých účinkov závlahovej vody na rastliny a pôdu. Hospodárne využitie závlahovej vody,
- koordinácia s plánovanými úlohami a organizáciou práce (Haverlik a kol., 1996).

1.3.6 Technické a technologické riešenie závlahy

Pri stavebno-technickom riešení usporiadania závlahových sústav sa používa nasledovné delenie:

Závlahová kostra – tvorí hlavné závlahové zariadenie a pozostáva z : vodného zdroja, odberového objektu, prívodu vody k čerpacím staniciam, čerpacej stanice, podpovrchového rúrového rozvodu, hydrantov slúžiacich na odber vody na poli, (obr.4).

Závlahový detail – tvoria ho zariadenia a závlahové stroje na rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovanom pozemku (Simoník a kol., 2009).



Obr. 4 Schéma závlahovej kostry (Simoník a kol., 2009)

1-vodný zdroj, 2-odberový objekt, 3-hrablica, alebo mreža ba zachytávanie nečistôt, 4-nasávací časť, 5-čerpadlo, 6-elektromotor, 7-čerpací stanica, 8-podpovrchový rúrový rozvod, 9-hydrant s ventilom.

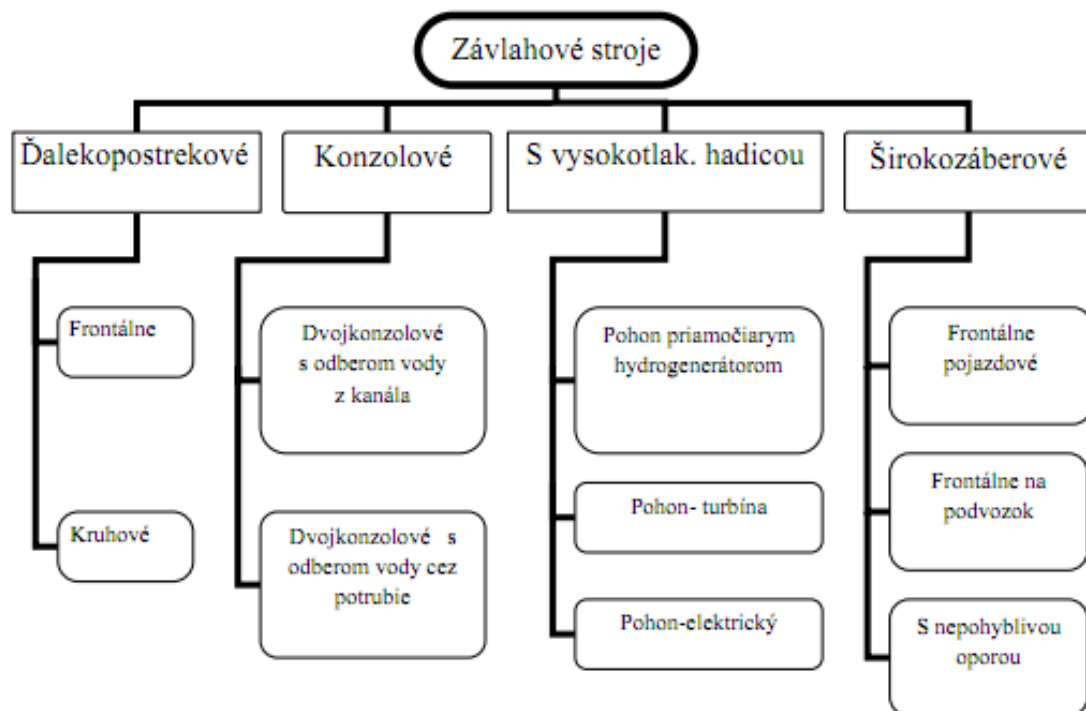
1.4 Kategórie závlahového detailu pre závlahu postrekom

Začiatky rozvoja závlah na našom území sú neoddeliteľne späté s používaním prenosných závlahových súprav. Kvalitatívne novým prvkom závlahového detailu bolo u nás začiatkom sedemdesiatych rokov minulého storočia zavedenie výroby pásových zavlažovačov. Dostali sme sa tak medzi prvé krajiny vo svete so širokým sortimentom pásových zavlažovačov. Dnes sa všetky stroje uvedenej kategórie dovážajú (Simoník a kol., 2009).

1.5 Klasifikácia závlahovej techniky na závlahu postrekom

Závlahový detail pomocou postrekovačov alebo rozprašovacích dýz kvalitatívne rozmiestňuje vodu po pozemku. Používajú sa systémy **stacionárne** (podzemné linky, linky na teréne, závesné linky), **prenosné** (prenosné potrubie s postrekovačmi, ručné navijaky s ťahanými postrekovačmi), **mobilmé** (pásové zavlažovače, širokozáberové zavlažovače, vysokotlakové postrekovače s dlhým dostrekom).

Závlahové stroje odberajú vodu z hydrantu alebo z otvoreného závlahového kanála. Podľa konštrukčného prevedenia poznáme: **nesené** (frontálne, kruhové), **konzolové** (jedno alebo dvojkonzolové), **pásové s vysokotlakovou hadicou** európskeho typu (jedno alebo dvojpiestový hydropohon, turbínový hydropohon, elektropohon), **pásové s vlečnou hadicou** amerického typu (ťahanie postrekovača pomocou lana), **širokozáberové** (frontálne valivé potrubie, frontálne s potrubím na podvozku, kruhové s centrálnym pivotom).

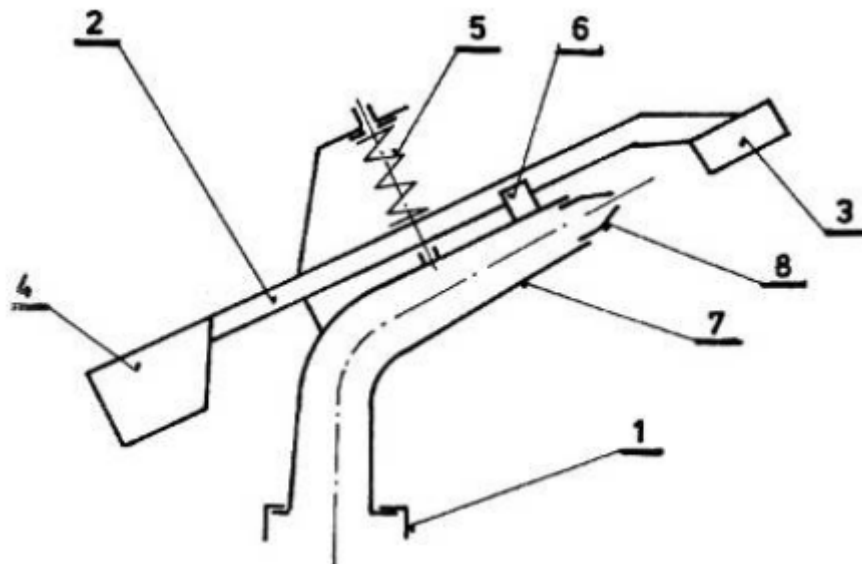


Obr. 5 Klasifikácia závlahových strojov (Simoník a kol., 2009)

1.5.1 Postrekovače

Postrekovanie slúži na zavlažovanie polí (spravidla sa zavlažuje plocha kruhového prierezu) postrekovačmi rôznej konštrukcie (dnes časté tzv. kladivkové postrekovače). Dôležitá je intenzita postreku (kvôli vsakovacej schopnosti pôdy), prevádzková spoľahlivosť postrekovačov, rovnomernosť rozdelenia vody na ploche,

veľkosť kvapiek. Intenzita postreku sa môže pohybovať spravidla v rozmedzí $1-12 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$, môže byť i viac, avšak len pre určité podmienky. Postrekovač priamo aplikuje vodu na pôdu, je to ústrojenstvo, ktoré sa nachádza na všetkých zariadeniach závlahového detailu. Namiesto postrekovačov sa stále častejšie používajú rozprašovacie dýzy, vyžadujú nižšie pracovne tlaky. Postrekovače môžu byť rúrkové - kývavé, stabilné rúrkové alebo otáčavé. Rúrkové postrekovače sa skladajú z rúr, ktoré sú uložené vo vidlicových podporách nad terénom, napájané sú ohybnou hadicou z hydrantu. Na rúrach v pravidelných intervaloch sú otvory s dýzami. Tým, že rúry sa otáčajú v horizontálnej rovine v rozsahu 120° , zabezpečuje sa zavlažovanie obdĺžnikovej plochy so šírkou 15 až 30 m, dĺžka je daná dĺžkou rúrky. Stabilné rúrkové postrekovače sú zavesené v korune stromov alebo viniča.



Obr. 6 Schéma otáčavého úderového postrekovača (Simoník a kol., 2009)
 1-bajonetová prípojka, 2-kývavé rameno, 3-lopátka, 4-protizávažie, 5-pružina,
 6-náliatok, 7-prúdnicca, 8-vymeniteľná dýza.

1.5.2 Impulzná závlaha

Princípom impulznej závlahy je prerušovaný výstrek vody zo špeciálnych postrekovačov, čoho výsledkom je nižšia spotreba vody a vyššie klimatizačné účinky. Pozitívny účinok impulznej závlahy spočíva v permanentnom udržiavaní vhodného vlhkosťného režimu pôdy a rastlín. Z hľadiska pracovného režimu môžu mať nesynchronný alebo synchronný režim prevádzky. V druhom prípade postrekovače pracujú v hospodárnom režime prevádzky riadenom snímačmi impulzov.



Obr. 7 Postrekovače pre impulznú závlah (Impulzná závlaha, 2010)

1.5.3 Mikropostrek

V prípadoch, keď sa vyžaduje zavlažovanie jemným postrekom s nízkou intenzitou sa používa mikropostrek, tento sa využíva predovšetkým pri predpestovaní zeleniny vo fóliovníkoch a skleníkoch a v poľných podmienkach. Tieto závlahové systémy a vyznačujú vysokou rovnomernosťou závlahy a malým prietokom jednotlivými postrekovačmi. Táto technológia zaznamenala najdynamickejší vzostup. Ako uvádza (Hríbik, 2000) „vďaka dotačnej podpore štátu sa realizovalo za ostatných päť rokov takmer 1500 ha technologicky vyspelých systémov mikrozávlah, zatiaľ predovšetkým v ovocných sadoch“. Definovali sa tieto základné podskupiny, podľa používaného výkonného prvku: mikropostrekovače, rozstrekovače, mikrorozstrekovače, minipostrekovače, midipostrekovače.

Moderné mikropostrekovače sú z odolného plastu, majú vysokú životnosť a minimálnu poruchovosť. Základným prvkom zariadenia je postrekovač, zvyčajne tvaru podkovy alebo tvaru U. Výmenou rôznych prvkov, menovite dýz, rotorov a deflektorov, sa dá meniť smer a dĺžku dostreku ako aj veľkosť kvapiek.



Obr. 8 Mikropostrekovač (Mikropostrekovač, 2011)

1.5.4 Prenosné závlahové súpravy

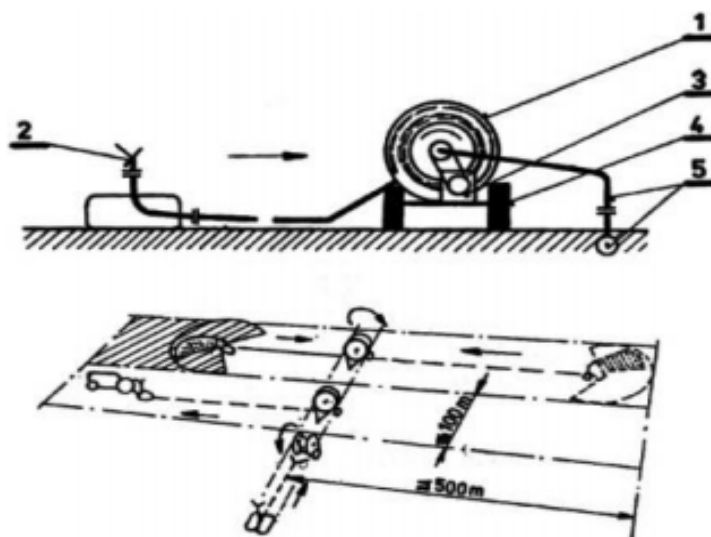
Najlacnejším a pritom najuniverzálnejším zariadením na zavlažovanie postrekom sú prenosné súpravy zložené z rýchlospojkových rúr, príslušných tvaroviek a postrekovačov. Na trhu sa objavili prenosné súpravy, kde sa použili rýchlospojkové rúry z rozvetveného polyetylénu. Ponúkaný systém veľkoplošných závlah je tvorený plasto-hliníkovými komponentmi, umožňuje závlahu zeleniny na menších parcelách v záhradníctve, ale je vhodný aj na väčšie hony.



Obr. 9 Prenosné súpravy (Prenosné súpravy, 2011)

1.5.5 Pásové zavlažovače

Sú to stroje, ktoré sú konštruované tak, že na kolesovom podvozku ukotvenom podperami je cievka s navinutou polyetylénovou hadicou s priemerom 25 až 140 mm a dĺžkou 200 až 600 m. Rozvinutá hadica sa počas prevádzky pomaly navíja na cievku, cez ktorú vteká do nej voda z hydrantu. Na druhom konci hadice je podstavec s postrekovačom, ktorý za pohybu k cievke zavlažuje pás o šírke 20 až 80 m. Plocha zavlažovaného pásu sa rovná dĺžke hadice krát dva dostreky postrekovača. Otáčanie cievky zabezpečuje hydromotor. Pracovný postup spočíva v tom, že stroj sa napojí na hydrant tlakového potrubia a z cievky sa odvinie polyetylénová hadica, na konci ktorej je podstavec s kruhovým alebo sektorovým postrekovačom. Po tomto úkone sa zavlažovanie postrekom môže začať.



Obr. 10 Schéma činnosti pásového zavlažovača (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).
 1-cievka s hadicou, 2-postrekovač, 3-hydromotor na otáčanie cievky, 4-podvozok, 5-hlavné potrubie s hydrantom.

1.5.6 Zavlažovače d'alekoprúdové

Nevyžadujú tlakový rozvod vody , pretože ju môžu odoberať i z dočasných závlahových kanálov alebo z hydrantov nízkotlakového potrubia. Nosičom je obyčajne kolesový alebo pásový traktor s vysokotlakovým čerpadlom a ďaleko prúdovým postrekovačom. Dostrek vody je až 75 m. Majú väčšiu produktivitu práce než pri zavlažovaní prenosným detailom , ale ich nevýhodou je vyššia energetická náročnosť a veľké kvapky vody, ktoré poškodzujú štruktúru pôdy.

1.5.7 Širokozáberové zavlažovače

Sú charakterizované širokým záberom. Ich konštrukcia vyžaduje oporné podvozky vo väčšom množstve. Ich použitie si vyžaduje vhodné terénne podmienky, väčšie parcely bez prekážok na poli. Zabezpečujú najväčšiu produktivitu práce. Do tejto skupiny patria :

- **frontálny zavlažovač valivý** – osou kolies vodorozvodné potrubie s postrekovačmi, ktoré je vo výške 80cm nad povrchom pozemku. Vodu odoberá z hydrantu,



Obr. 11 Valivé potrubie (Valivé potrubie, 2011)

- **frontálny zavlažovač s podvozkami** – potrubie s postrekovačmi je uložené na potrubí vo výške nad 2,2m nad pozemkom. Je vhodný na zavlažovanie vysokostebelnatých plodín. Pohyb je zabezpečovaný prenosom krútiaceho momentu elektromotora na podvozky. Zdrojom elektrickej energie je naftový generátor.



Obr. 12 Zavlažovač s frontálnym pohybom (Zavlažovač frontálny, 2010)

1.5.8 Pivotový zavlažovač

Je napojený pivotom na hydrant a otáča sa do kruhu. Dosahuje dĺžku až 600 m s výškou potrubia 3 m nad povrchom pozemku. Hydrant je tak centrálnym bodom, okolo ktorého sa zavlažovač otáča synchronizovaným pohybom jednotlivých podvozkov.

Pohon podvozkov je zabezpečovaný priamočiarovými hydromotormi alebo elektromotormi. Môže zavlažovať plochu kruhu alebo výsek kruhu.



Obr. 13 Celkový pohľad na pivotový zavlažovač (Celkový pohľad, 2010)

Najväčším výrobcom širokozáberovej závlahovej techniky v najbližšom regióne je spoločnosť BAUER. Uvedená firma ponúka široký sortiment nielen z hľadiska technických parametrov strojov, ale aj z hľadiska organizácie pohybu stroja po poli. V ich ponuke sú stroje pivotové, frontálne a kombinované. Pivotové stroje sú známe ako zavlažovače typu FREGAT či SIGMATIC. Pohybujú sa do kruhu a firma ich ponúka pod názvom CENTERSTAR.



Obr. 14 Centerstar a jeho pohyb (Centerstar a jeho pohyb, 2011)

Veľkým prekvapením bolo objavenie sa stroja s kombinovaným pohybom, teda stroja, ktorý môže pracovať v režime pivotovom, ale aj frontálnom. Takto sa na trhu zjavil stroj, ktorý umožňuje flexibilné prispôsobenie sa terénnym podmienkam. Môže pracovať s frontálnym pohybom, urobiť na kraji pozemku oblúk a pokračovať v režime frontálnom. Po premiestnení ho možno použiť v nasadení pivotovom. Uvedené konštrukcie sú unifikované, dajú sa vyskladniť rôzne dĺžky krídla stroja. Jednotlivé mosty majú nasledovné dĺžky: 58,6 - 52,8 - 46,9 - 41,1m.

Pivotové stroje nemajú problém s dodržiavaním stabilnej jazdy dráhy, ich stredová veža – pivot je fixovaný. Iná situácia je pri frontálnom pohybe. Priamočiarosť pojazdu sa dá riešiť dvoma spôsobmi: riadiace lano, riadiaca brázda a senzorové snímanie. V prvom prípade sa na pozemku vytýči napnuté lano, v druhom prípade sa vyorie vodiaca brázda. Centrálna jednotka sa postaví k riadiacemu lanu tak, aby obe riadiace ramená vytvorili s pevným riadiacim ramenom centrálnej jednotky priamu čiaru. Pohybom riadiacej tyče sa ovládajú body spínania mikrospínača, bod zapínania a späťného spínania. Senzorové snímače snímajú polohu vysokofrekvenčného kábla zakopaného pod zemou. Treba povedať, že v praxi sa najviac používa systém vodiacej brázdy a napnutého lana.

Zásobovanie stroja vodou možno zabezpečiť z otvoreného kanála alebo z hydrantového radu stabilného či dočasného, vytvoreného z prenosného potrubia. Naše pozemky majú vo väčšine prípadov priamouholníkový tvar, a preto sú lepšie zavlažovače s frontálnym pohybom, prípadne kombinované stroje.

V ostatných rokoch sa svetový vývoj širokozábberových strojov orientoval na elektrifikovaný pohon podvozkov. Uvedené konštrukcie majú na podvozkoch elektromotory zásobované prúdom z centrálnej jednotky, ktorú tvorí naftový elektrogenerátor.

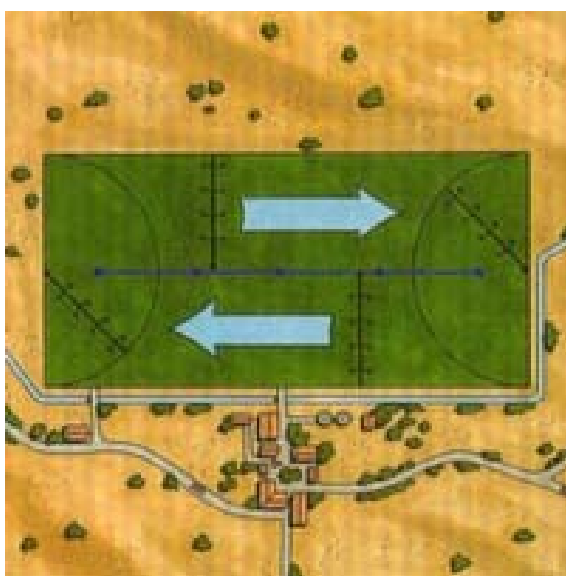
Na trh sa najnovšie dostáva zavlažovač od firmy Bauer pod typovým označením Centerliner 5000, ktorý pozostáva z centrálnej jednotky a viacerých mostových komponentov. Jednotlivé modifikácie sa rozdeľujú nasledovne: model s označením CLS je určený na pravouhlé plochy, ktoré zavlažuje frontálne. Na konci poľa sa môže stroj otočiť okolo centrálnej pohonnej jednotky vo vnútri zavlažovanej plochy alebo mimo nej bez zavlažovania. Rameno sa dostane do susednej polohy a pri späťnej frontálnej jazde zavlažuje, pričom stále odoberá vodu z toho istého hydrantového radu. Prechod z režimu zavlažovania do režimu otáčania sa robí manuálne.



Obr. 15 Naftový elektrogenerátor (Generátor, 2011)



Obr. 16 Elektromotor na zabezpečenie frontálneho pohybu (Krokový elektromotor, 2010)



Obr. 17 Pohyb zavlažovača Centerliner CLS (CLS, 2011)

Pri modeli CLE sa proces otáčania stroja zabezpečuje v automatickom režime. Počas procesu otáčania môže stroj aj zavlažovať. V tomto prípade sa osadenie dýz automaticky prepína riadiacou centrálou (SELECT) z lineárneho módu do módu pivota.



Obr. 18 Pohyb zavlažovača Centerliner CLE (CLE, 2011)

Model CLX uvádzaný aj pod MULTISTAR umožňuje automatické otáčanie výložníka za pomoci štyroch elektricky ovládaných kolies. Flexibilné hadicové pripojenie umožňuje automatický reverzný režim.



Obr. 19 Pohyb zavlažovača Centerliner CLX (CLX, 2011)

1.6 Rovnomernosť zavlažovania

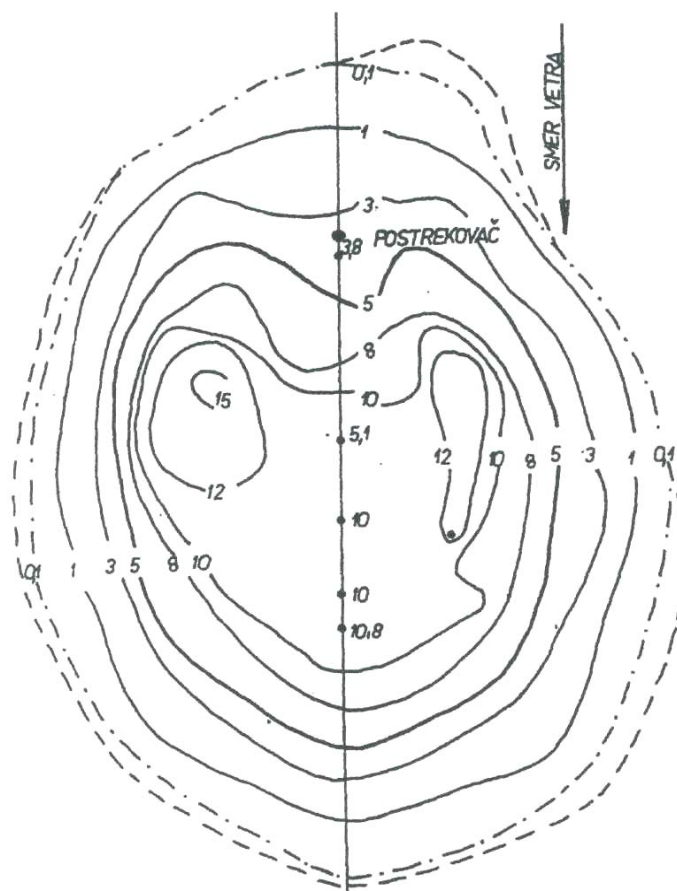
1.6.1 Vplyv poveternostných podmienok

Praktické skúsenosti poukazujú na podstatné ovplyvňovanie postreku pôsobením vetra. Z poveternostných podmienok medzi dôležité patrí zmena smeru vetra, rýchlosť a zmena rýchlosti (nárazovosť).

Látečka uvádza (1991), že vplyvom vetra je na zavlaženej ploche rozdelenie vody veľmi nerovnomerné (obr. 20). Zavlažovaná plocha sa deformuje, mení svoj tvar a hustotu, čím dochádza k vysokých stratám vody.

Autori uvádzajú, že pri rýchlosti vetra $4-6 \text{ m.s}^{-1}$ je efektívnosť závlahy nedostačujúca a zavlažovanie je nutné z hľadiska kvality zastaviť.

S pôsobením vetra pri zavlažovaní poľnohospodárskych plodín treba počítať aj s veterným počasím, čo ovplyvňuje do značnej miery rovnomernosť dodávky vody, preto s týmto nepriaznivým faktorom treba počítať v poľnohospodárskej praxi a snažiť sa technickými riešeniami tento faktor minimalizovať.

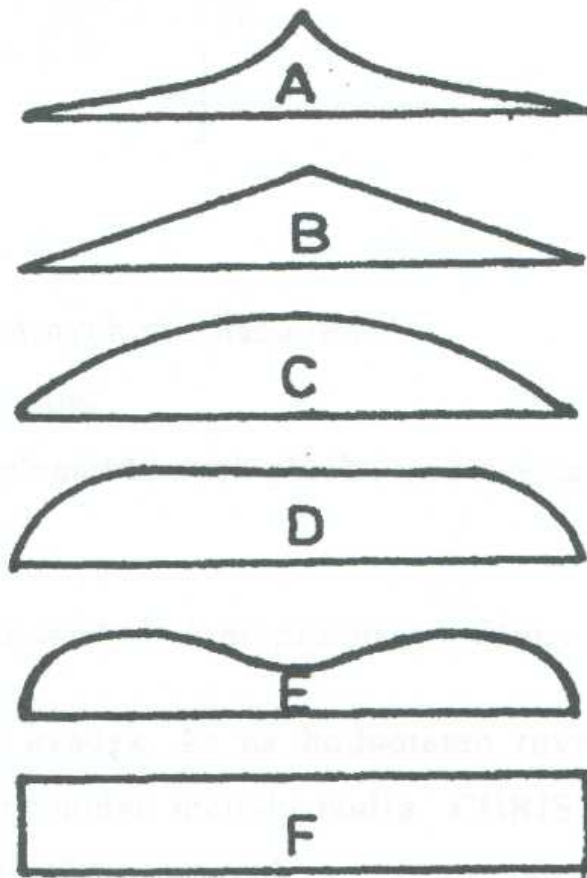


Obr. 20 Zmena tvaru zavlažovanej plochy pri rýchlosti vetra $5,7 \text{ m.s}^{-1}$ (Látečka, 1991)

1.6.2 Vplyv dažďovej krivky

Jednou zo základných charakteristík postrekovača je dažďomerná krivka. Dažďomerná krivka postrekovača vyjadruje závislosť intenzity postreku na vzdialenosti od postrekovača. Krivka je ovplyvňovaná priemerom hubice, tlakom na hubici postrekovača a zmenou konštrukčných vlastností postrekovača. Podľa tvaru dažďomerných kriviek sa volí rozmiestnenie (sklon) postrekovačov. J.E.CHRISTIANSEN rozdelil používané postrekovače podľa dažďomerných kriviek do šiestich základných typov a zostrojil diagram na odčítavanie koeficientu rovnomernosti C_u pre jednotlivé krivky. Pre odčítanie je dôležité správne zaradenie postrekovača podľa dažďomernej krivky A-F (Látečka, 1991).

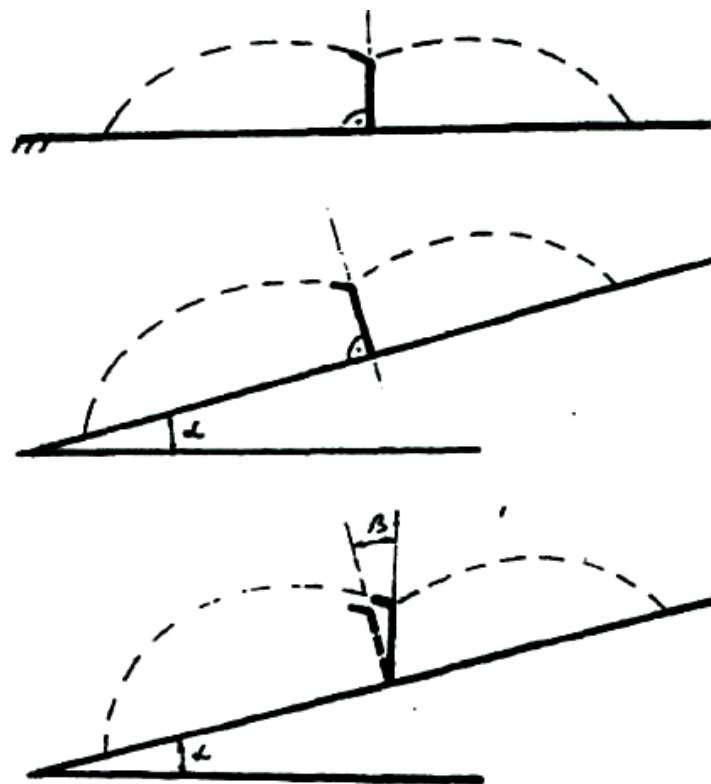
Medzi najvýhodnejšie z nich patri krivka D. Pokles intenzity na konci krivky sa vyrovná tým, že sa volí vhodný sklon (rozmiestnenie postrekovačov), aby sa rozstreky prekrývali. Z toho dôvodu majú dažďomerné krivky a sklon postrekovačov rozhodujúci vplyv na rovnomernosť závlahy.



Obr. 21 Typy dažďomerných kriviek podľa CHRISTIANSENA (Benetin, 1979)

1.6.3 Vplyv sklonu terénu

Značný vplyv na rovnomernosť rostreku má aj svahovitosť (sklon) pozemku. Sklon pôsobí nepriaznivo aj pri pohybe zavlažovača po poli. Postrekovač pri práci rozdeľuje rovnomerne do kruhovej plochy množstvo vody podľa dažďovej krivky. Taká je situácia na rovnom povrchu. Pri svahovitom teréne zavlažená plocha nad postrekovačom je menšia a intenzita väčšia. Plocha pod postrekovačom je väčšia a intenzita postreku je menšia. Okrem toho je potrebné sledovať intenzitu postreku nad postrekovačom, aby nedošlo k stekaniu vody po povrchu zavlažovacom, aby nedošlo k stekaniu vody po povrchu zavlažovanej plochy a tým k vodnej erózii. Benetin (1979) uvádza, že čiastočné riešenie je odklonenie zvislej osi postrekovača od sklonu povrchu územia.



Obr. 22 Vplyv sklonu územia na rovnomernosť postreku (Hrončo, 1995)

1.6.4 Metódy hodnotenia rovnomernosti

Hodnoty, ktoré sme získali zachytením do zrážkomerných nádob, sa musia ďalej spracovať a vyhodnotiť. Vyhodnotenie podľa určitého kritéria obsahujú rôzne metódy hodnotenia rovnomernosti postreku.

Podľa toho, aký zavlažovací stroj sa hodnotí, poznáme metódy pre:

- postrekovače umiestnené v sponoch,
- pásové zavlažovače,
- pivotové širokozáberové zavlažovače.

Najviac rozšírená je metóda hodnotenia rovnomernosti postreku koeficientom rovnomernosti C_u podľa CHRISTIANSENA. Hodnotenie závlahy podľa tejto metódy podmieňuje aj norma ISO/DIS 7749/2 (Látečka, 1999).

$$C_u = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=m}^n |V_i - \bar{V}_i|}{n \cdot \bar{V}_i} \right], \quad \% \quad (1)$$

V_i - dávka vody na elementárnych plochách, mm

\bar{V}_i - priemerná dávka vody, mm

n - počet rovnako veľkých elementárnych plôch, na ktoré sa zavlažovaná plocha rozdelí

$\sum_{i=m}^n |V_i - \bar{V}_i|$ - absolútna suma odchýliek od priemernej dávky

Látečka (1999) uvádza, že na hodnotenie rovnomernosti postreku pásovými zavlažovačmi sú vhodné metódy podľa CHRISTIANSENA a podľa normy ON 75 4307, použitie ktorých umožňuje porovnať rovnomernosť postreku pri postrekovačoch v sponoch s plynulú sa pohybujúcim postrekovačom pri závlahy pásovými zavlažovačmi.

Rovnomernosť postreku pri závlahy pivotnými širokozáberovými zavlažovačmi sa hodnotí podľa D. F. HEERMANA a P. R. HEINA. Takúto metódu hodnotenie vyžaduje aj medzinárodná norma ISO/IC 23/SC 18N190.

$$C_{uH} = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=m}^n S_i \cdot |V_i - \bar{V}_i|}{\sum_{i=m}^n V_i \cdot S_i} \right], \quad \% \quad (2)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=m}^n V_i \cdot S_i}{\sum_{i=m}^n S_i}, \quad \text{mm} \quad (3)$$

CuH - koeficient rovnomernosti podľa Heermanna a Heina,

n - počet zrážkomerných nádob,

i - číslo určené pre identifikáciu určitej zrážkomernej nádoby so začiatkom $i = 1$ pre nádobu, ktorá je najbližšie pri pivote a končiace $i = n$,

V_i - závlahová dávka v i-tej zrážkomernej nádobe, mm

S_i - zavlažovaná plocha pripadajúca na i-tú nádobu, m^2

\bar{V}_i - priemerná závlahová dávka, mm

$|V_i - \bar{V}_i|$ - absolútna hodnota odchýliek od priemernej dávky.

Ak sa vo výpočte použijú hodnoty od všetkých zrážkomerných nádob $m = 1$. Pri vylúčení údajov 20 % z dĺžky od pivota, sa $m = p$, kde p je najbližšie celé číslo pre $0,20 \cdot n$.

Meranie rovnomernosti postreku pri závlahe si vyžaduje najmä z dôvodov medzinárodnej štandardizácie a normalizácie postupovať podľa medzinárodnej normy ISO.

2 CIEĽ PRÁCE

Cieľom diplomovej práce je spracovať prehľad o súčasnom stave problematiky závlahovej techniky. Následne sa uskutočnia aj poľné merania na vybranom zavlažovači v danom poľnohospodárskom podniku. Použije sa zavlažovač Linestar 4000 od firmy Bauer.

Hlavný cieľ práce pozostáva z nasledovných bodov:

- charakteristika poľnohospodárskeho podniku,
- charakteristika vybranej závlahovej techniky,
- meranie a zhodnotenie rovnomernosti postreku .

3 METODIKA PRÁCE

3.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Z hľadiska charakteristiky podniku sa popíšu základné informácie o začiatku pôsobenia, rozvoju a plánoch do budúcnosti. Ďalej sa zameriame na vybavenosť podniku zavlažovacou technikou, klimatické podmienky ako aj pôdne podmienky.

3.2 Charakteristika vybranej závlahovej techniky

Zo získaných materiálov sa spracuje základný prehľad o použitej závlahovej technike. Zameriame sa na nasledovné parametre: funkcia, počet veží, počet a druhy dýz, dĺžka systému a možné varianty prevedenia. Napájanie zavlažovača je z hydrantu s vlečenou hadicou (obr.23, obr.24).



Obr. 23 Napájací hydrant



Obr. 24 Napájací hydrant

3.3 Meranie a zhodnotenie rovnomernosti postreku

Meranie rovnomernosti postrekovania budeme robiť podľa normy ISO /TS 236/SC 18 N 190. Stanovíme rovnomernosť na celom zavlažovači a rovnomernosť jednotlivých mostov ako aj krakorca.

4 VÝSLEDKY PRACE

4.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

AGROMAČAJ s.r.o. je poľnohospodárska firma patriaca rodine Mačaj, ktorá hospodári na pôde v okolí obce Kráľová pri Senci. Firma sa rozrástla z pôvodných 50 ha, s ktorými začínala, na dnešných 1700 ha obhospodarovanej pôdy.

V podniku dominuje pestovanie zemiakov. Na rok 2011 je záujem pestovať zemiaky na výmere 500 ha a vďaka osevnému postupu je tendencia túto výmeru rozširovať. Snahou podniku je aj zabezpečenie minimálnej rotácie plodiny v osevnom postupe, čo predstavuje 4 roky. Ostatné plodiny, ktorými sa firma zaoberá sú cibuľa, osivová kukurica, hrach, mrkva a iné.

Základnou filozofiou podniku je priamy kontakt so zákazníkom a to pokiaľ možno cez produkty s čo najvyššou pridanou hodnotou. Firma ponúka potraviny čerstvo balené alebo ako polotovary na ďalšie spracovanie ako napríklad ošúpané zemiaky ktoré sú varené a vákuovo balené. Produkty sú distribuované na slovenský, maďarský a český trh.

Prevádzka sa snaží udržiavať krok a trend doby. Vyžaduje si to nové technológie, zlepšovanie osevných postupov a zlepšovanie ďalších potrebných atribútov.



Obr. 25 Podnik Agromačaj s.r.o.



Obr. 26 Pozícia poľných mernaní

4.2 Charakteristika vybranej závlahovej techniky

Na praktické meranie sa použil zavlažovač Bauer Linestar 4000. Tento zavlažovač umožňuje zavlažovať len priamočiarym pohybom. Na závlahu plodín používa čistú vodu z pozemnej rúrovej siete. Zavlažovač zavlažuje s rozprašovacími dýzami, ktoré sú umiestnené na hlavnom potrubí. Tieto potrubia prepájajú jednotlivé podvozky medzi sebou. Pohyb podvozku je zabezpečený elektromotormi umiestnenými na jednotlivých podvozkoch. Výška stroja je 2,9 metra a stroj umožňuje zavlažovať aj vysoko-stebelnaté plodiny. Počet podvozkov bol 9. Počet dýz medzi jednotlivými podvozkami bol 18, okrem prvého pola, kde bol počet dýz 19. V časti krakorec (časť za poslednou vežou) boli umiestnené 4 dýzy a konečný postrekovač.

Základné časti:

- centrálna jednotka,
- mostová konštrukcia s postrekovačmi,
- vozíky,
- regulačné snímače,
- lanový systém,
- elektroinštalácia.

4.2.1 Centrálna jednotka

Centrálna jednotka sa pohybuje s pripojenou vlečenou hadicou, ktorá je pripojená na hydrant. Dĺžka hadice bola 300 m. Daná technika umožňuje úpravu stroja na ťahanie vody z kanálu.



Obr. 27 Centrálna jednotka s vlečnou hadicou.

V tomto prípade je treba centrálnu jednotku vybavenú sacím čerpadlom. Panel centrálnej jednotky je umiestnený na obr.28



Obr. 28 Panel centrálnej jednotky

Centrálna jednotka je vybavená dieselaagregátom pripojeným na trojfázový generátor prostredníctvom závitovej prevodovky. Táto energia je potrebná pre pohon krokových motorov, snímače, riadiace a ovládacie prvky, ktoré sú umiestnené na zavlažovači. Samotný riadiaci panel je umiestnený vo vodotesnej plechovej skrini.

4.2.2 Riadenie

Riadenie slúži ku koordinovanému pohybu stroja po povrchu pozemku v určitom definovanom smere, ktorý je daný v našom prípade elektrickým podzemným vedením s nízkym napätím, aby nedošlo k vychýleniu z dráhy pohybu v dôsledku členitosti terénu alebo iných prekážok.

Spôsoby smerového riadenia:

- lankové nadzemné vedenie,
- brázdové vedenie,
- podzemné elektrické vedenie.

Lanové nadzemné vedenie - snímače smerujú stroj pomocou natiahnutého oceľového lana s koncovým vypínacím (stop) kolíkom.

Brázdové vedenie - snímač sa pohybuje v brázde vytvorenej špeciálne pre snímač v hĺbke cca 10 cm. Na konci vytvorenej brázdy, keď snímač narazí na prekážku, vypne automaticky pohyb stroja (obr.29).



Obr. 29 Systém brázdového navádzania zavlažovača

Elektrické podzemné vedenie (s nízkym napätím) - špeciálny elektrický snímač sleduje zakopaný elektrický kábel. Výhodou tohto systému je fakt, že kábel netvorí prekážku mechanizácii pri práci na pozemku (obr.30).



Obr. 30 Systém elektrického navádzania zavlažovača

4.2.3 Korekčné zariadenie

Na (obr.31) je zobrazené korekčné zariadenie pre zavlažovač Bauer Linestar 4000. Má dve základné funkcie. Prvá funkcia spočíva v udržaní všetkých sekcií celej zavlažovacej sústavy v jednej línii. Druhá funkcia je ochranná proti poškodeniu jednej, alebo viacerých sekcií v prípade:

- nerovnosti terénu,
- vypadnutie servomotorov,
- prípadne iných porúch zavlažovacej sústavy.

Korekčné zariadenie je v podstate elektrický spínač, ktorý reaguje na pohyb ramien na koncoch, na ktorých sú po oboch stranách súbežne so zavlažovacími jednotkami uchytené korekčné laná. V prípade zaostania jednej zo sekcií dôjde k vychýleniu ramena a spínač reaguje tak, že:

- vykoriguje zaostávajúcu sekciu,
- v prípade, že nie je možné takto korekciu urobiť, vypne celú sústavu.



Obr. 31 Systém elektrického navádzania zavlažovača

Pohyb zavlažovača Linestar 4000 po poli zabezpečujú pohyblivé vozíky sekcií, ale pre jeho dĺžku a možnosť zaseknutia posuv všetkých sekcií naraz dopredu nie je možný. Preto je posuv riešený tak, že ako prvá sa posunie dopredu centrálna jednotka, po jej zastavení sa posunú naraz sekcie 2,4,6 a po nich nasledujú ostatné sekcie zavlažovača. Celý proces posúvania stroja riadi počítač na centrálnej jednotke. Zavlažovač je tiež možné nastaviť na postrekovanie do kruhu, ako pri pivočných zavlažovačoch. Je to možné dosiahnuť odpojením vodiaceho lana a nastavením centrálnej jednotky podľa popisu v manuáli zavlažovača.

4.2.4 Druhy dýz

Spoločnosť Bauer Irrigation, s.r.o. dodáva pre širokozáberové zavlažovače široký sortiment dýz (obr. 32). Na zavlažovači sa vo väčšine prípadov používajú nízkotlakové rozprašovacie dýzy. Medzi výhody možno zaradiť nasledovné parametre:

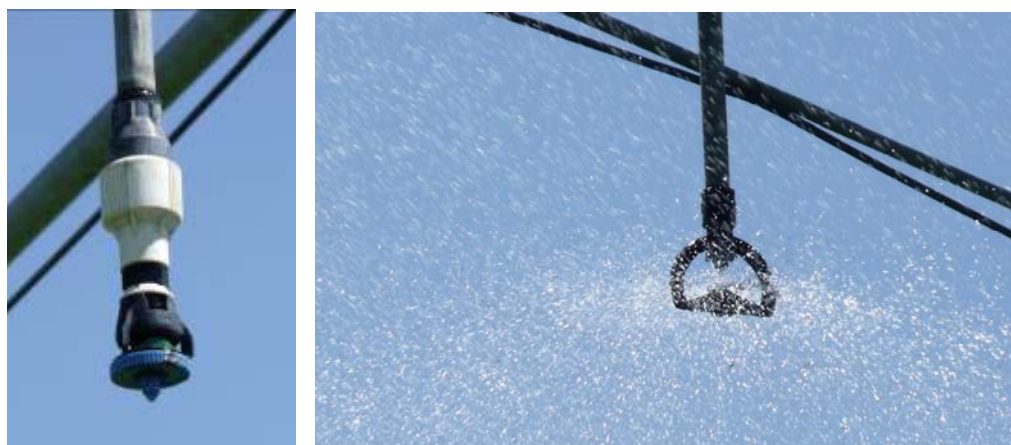
- nízka cena,
- malá pravdepodobnosť poškodenia,
- rýchla montáž,
- dlhá životnosť,

- a vysoká rovnomernosť zadažďovania.

Na konci stroja je umiestnený diaľkový impulzný postrekovač so zvyšovačom tlaku, ktorý pracuje už od 300 kPa a postrekuje okraj poľa.



Obr. 32 Sortiment dýz na širokozábberové zavlažovače Bauer (Dýzy, 2011)



Obr. 33 Dýzy použité na zavlažovači Bauer Linear 4000

Technické ukazovatele LINESTAR 4000

➤ Počet veží	9
➤ Dĺžka systému	385 m
➤ Zavlažená šírka	410 m
➤ Spotreba vody	185 m ³ .h ⁻¹
➤ Tlak v hadici	4,3 bar
➤ Koncový postrekovač	nefunkčný
➤ Počet dýz medzi prvým a druhým podvozkom	18 ks
➤ Počet dýz	149 ks
➤ Výkon motora	44 kW

4.3 Meranie rovnomernosti postreku a jeho vyhodnotenie

Pred samotným začiatkom merania sa overila situácia zavlažovania s daným zavlažovačom t.j. smer pohybu atď. Následne sa prichystali zrážkomerné nádoby so

stojanmi a rozmiestnili sa pozdĺž celej dĺžky zavlažovania. Použili sme zrážkomerné nádoby z plastickej hmoty kruhového tvaru s objemom 1250 mm³. Dĺžka meraného úseku bola 400 m. Rozstup nádob pozdĺž zavlažovača bol 5 m. Počet rozmiestnených nádob bol 80 ks. Merali sme aj čas zavlažovania. Po príprave zrážkomerného profilu, ktorý sa umiestnil mimo dostreku postrekovacích dýz, sme začali prvé meranie a ukončilo sa po preukázateľnom ukončení prechodu zavlažovača cez zrážkomerný profil, a to vtedy, keď už zavlažovacie dýzy nedostrekli do zrážkomerných nádob. Potom sme odmerali objem vody v jednotlivých zrážkomerných nádobách kalibračnými valcami a výsledky sme si zapísali do tabuľky. O pár minút na to sme meranie zopakovali a výsledky zapísali znova do tabuľky. Poľné meranie sa uskutočnilo 8.7. 2010. Teplota vzduchu sa pohybovala okolo 28 °C. Rýchlosť nárazového vetra bola do 2 m.s⁻¹.

Tabuľka 4 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, všetky polia

Podvozok	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prvé meranie	67,39	78,62	73,73	75,40	82,03	82,99	86,12	69,04	93,88

Tabuľka 5 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, všetky polia

Podvozok	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prvé meranie	83,44	89,22	88,13	84,04	89,68	92,57	89,70	90,71	92,52

Tabuľka 6 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie

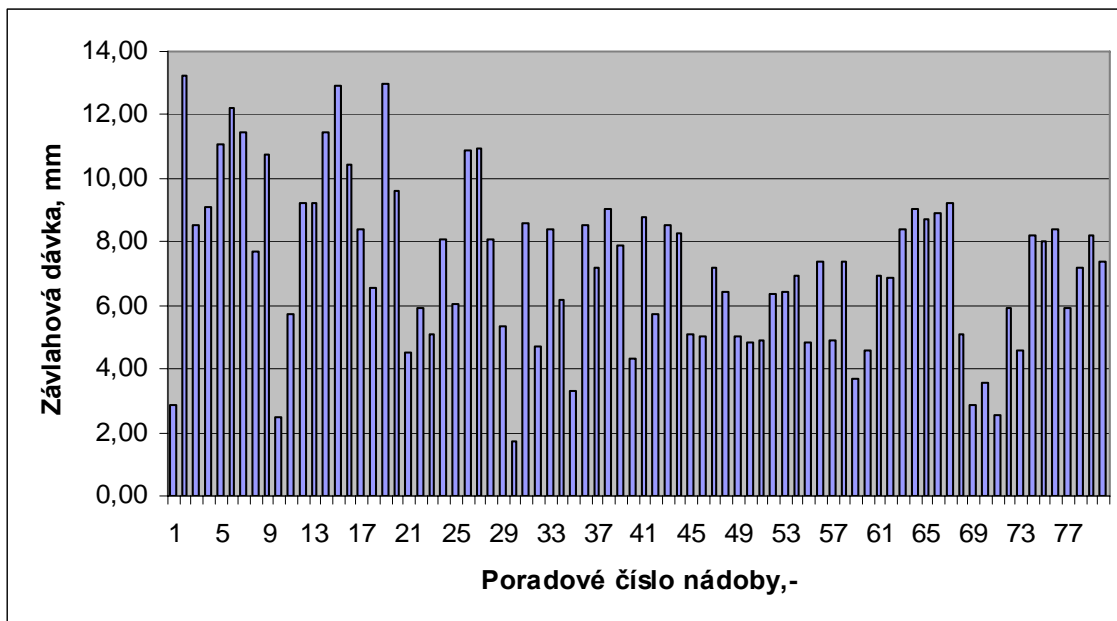
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Druhé meranie			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	28	2,87	5	14,34	3,86	19,28
2	129	13,21	10	132,13	6,49	64,89
3	83	8,50	15	127,52	1,78	26,66
4	89	9,12	20	182,31	2,39	47,84
5	108	11,06	25	276,54	4,34	108,45
6	119	12,19	30	365,65	5,46	163,94
7	112	11,47	35	401,50	4,75	166,17
8	75	7,68	40	307,27	0,96	38,33
9	105	10,75	45	483,95	4,03	181,39
10	24	2,46	50	122,91	4,27	213,27
11	56	5,74	55	315,46	0,99	54,33
12	90	9,22	60	553,08	2,49	149,67
13	90	9,22	65	599,17	2,49	162,14
14	112	11,47	70	803,00	4,75	332,34
15	126	12,91	75	967,90	6,18	463,63
16	102	10,45	80	835,77	3,72	297,88
17	82	8,40	85	713,89	1,68	142,38
18	64	6,56	90	589,96	0,17	15,17
19	127	13,01	95	1235,73	6,28	596,99
20	94	9,63	100	962,78	2,90	290,42
21	44	4,51	105	473,19	2,22	232,78
22	58	5,94	110	653,46	0,78	86,14
23	50	5,12	115	588,93	1,60	184,28
24	79	8,09	120	970,97	1,37	164,14
25	59	6,04	125	755,37	0,68	85,08
26	106	10,86	130	1411,39	4,13	537,32
27	107	10,96	135	1479,50	4,24	571,81
28	79	8,09	140	1132,80	1,37	191,49
29	52	5,33	145	772,27	1,40	202,65
30	17	1,74	150	261,18	4,98	747,36
31	84	8,60	155	1333,55	1,88	291,39
32	46	4,71	160	753,83	2,01	321,94
33	82	8,40	165	1385,78	1,68	276,39
34	60	6,15	170	1044,71	0,58	98,30
35	32	3,28	175	573,57	3,45	603,06
36	83	8,50	180	1530,20	1,78	319,95
37	70	7,17	185	1326,38	0,45	82,51
38	88	9,01	190	1712,51	2,29	435,03
39	77	7,89	195	1537,88	1,16	226,78
40	42	4,30	200	860,35	2,42	484,37
41	86	8,81	205	1805,72	2,08	427,38
42	56	5,74	210	1204,49	0,99	207,46
43	83	8,50	215	1827,74	1,78	382,16
44	81	8,30	220	1825,18	1,57	345,99

45	50	5,12	225	1152,26	1,60	360,55
46	49	5,02	230	1154,31	1,70	392,12
47	70	7,17	235	1684,86	0,45	104,81
48	63	6,45	240	1548,63	0,27	65,03
49	49	5,02	245	1229,59	1,70	417,69
50	47	4,81	250	1203,47	1,91	477,43
51	48	4,92	255	1253,66	1,81	460,86
52	62	6,35	260	1651,06	0,37	97,08
53	63	6,45	265	1709,95	0,27	71,80
54	68	6,96	270	1880,48	0,24	65,12
55	47	4,81	275	1323,82	1,91	525,17
56	72	7,37	280	2064,85	0,65	182,24
57	48	4,92	285	1401,15	1,81	515,08
58	72	7,37	290	2138,59	0,65	188,75
59	36	3,69	295	1087,73	3,04	895,73
60	45	4,61	300	1382,71	2,11	634,37
61	68	6,96	305	2124,25	0,24	73,56
62	67	6,86	310	2127,32	0,14	43,01
63	82	8,40	315	2645,58	1,68	527,65
64	88	9,01	320	2884,23	2,29	732,68
65	85	8,71	325	2829,43	1,98	644,27
66	87	8,91	330	2940,56	2,19	721,78
67	90	9,22	335	3088,05	2,49	835,65
68	50	5,12	340	1741,19	1,60	544,83
69	28	2,87	345	989,41	3,86	1330,23
70	35	3,58	350	1254,68	3,14	1098,58
71	25	2,56	355	909,00	4,16	1477,87
72	58	5,94	360	2138,59	0,78	281,90
73	45	4,61	365	1682,30	2,11	771,81
74	80	8,19	370	3031,72	1,47	543,99
75	78	7,99	375	2995,87	1,27	474,52
76	82	8,40	380	3191,50	1,68	636,53
77	58	5,94	385	2287,10	0,78	301,48
78	70	7,17	390	2796,15	0,45	173,95
79	80	8,19	395	3236,56	1,47	580,75
80	72	7,37	400	2949,78	0,65	260,34
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi- VI
6,72	5653,00	579,00	16200,00	108922,15	171,79	28550,14
Výsledok			CuH, %	73,79		

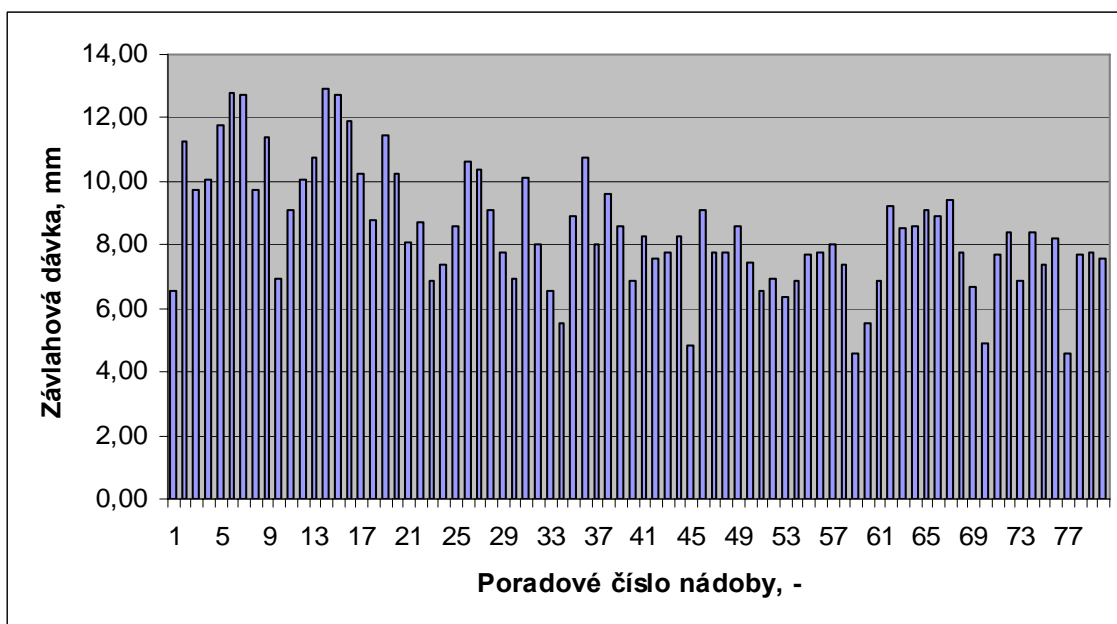
Tabuľka 7 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie

Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Druhé meranie			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	64	6,56	5	32,78	1,31	6,54
2	110	11,27	10	112,67	3,40	34,04
3	95	9,73	15	145,95	1,87	28,01
4	98	10,04	20	200,75	2,17	43,49
5	115	11,78	25	294,47	3,92	97,90
6	125	12,80	30	384,09	4,94	148,20
7	124	12,70	35	444,52	4,84	169,32
8	95	9,73	40	389,21	1,87	74,70
9	111	11,37	45	511,60	3,51	157,78
10	68	6,96	50	348,24	0,90	44,90
11	89	9,12	55	501,36	1,25	68,91
12	98	10,04	60	602,25	2,17	130,48
13	105	10,75	65	699,04	2,89	187,96
14	126	12,91	70	903,37	5,04	352,98
15	124	12,70	75	952,53	4,84	362,83
16	116	11,88	80	950,48	4,02	321,46
17	100	10,24	85	870,59	2,38	202,26
18	86	8,81	90	792,75	0,95	85,10
19	112	11,47	95	1089,78	3,61	342,82
20	100	10,24	100	1024,23	2,38	237,95
21	79	8,09	105	849,60	0,23	24,01
22	85	8,71	110	957,65	0,84	92,75
23	67	6,86	115	789,17	1,00	115,05
24	72	7,37	120	884,93	0,49	58,60
25	84	8,60	125	1075,44	0,74	92,60
26	104	10,65	130	1384,76	2,79	362,60
27	101	10,34	135	1396,54	2,48	335,06
28	89	9,12	140	1276,19	1,25	175,40
29	76	7,78	145	1128,70	0,08	11,40
30	68	6,96	150	1044,71	0,90	134,70
31	99	10,14	155	1571,68	2,28	352,95
32	78	7,99	160	1278,24	0,13	20,20
33	64	6,56	165	1081,59	1,31	215,77
34	54	5,53	170	940,24	2,33	396,43
35	87	8,91	175	1559,39	1,05	183,41
36	105	10,75	180	1935,79	2,89	520,50
37	78	7,99	185	1477,96	0,13	23,35
38	94	9,63	190	1829,27	1,76	335,35
39	84	8,60	195	1677,69	0,74	144,45
40	67	6,86	200	1372,47	1,00	200,09
41	81	8,30	205	1700,73	0,43	88,87
42	74	7,58	210	1591,65	0,28	59,53
43	76	7,78	215	1673,59	0,08	16,90
44	81	8,30	220	1825,18	0,43	95,37

45	47	4,81	225	1083,12	3,05	686,00
46	89	9,12	230	2096,60	1,25	288,16
47	76	7,78	235	1829,27	0,08	18,48
48	76	7,78	240	1868,19	0,08	18,87
49	84	8,60	245	2107,86	0,74	181,49
50	73	7,48	250	1869,22	0,39	96,47
51	64	6,56	255	1671,54	1,31	333,46
52	68	6,96	260	1810,84	0,90	233,48
53	62	6,35	265	1682,81	1,51	400,82
54	67	6,86	270	1852,83	1,00	270,11
55	75	7,68	275	2112,47	0,18	49,79
56	76	7,78	280	2179,56	0,08	22,01
57	78	7,99	285	2276,86	0,13	35,97
58	72	7,37	290	2138,59	0,49	141,61
59	45	4,61	295	1359,66	3,25	959,85
60	54	5,53	300	1659,25	2,33	699,58
61	67	6,86	305	2093,01	1,00	305,13
62	90	9,22	310	2857,60	1,36	420,14
63	83	8,50	315	2677,85	0,64	201,08
64	84	8,60	320	2753,13	0,74	237,04
65	89	9,12	325	2962,58	1,25	407,19
66	87	8,91	330	2940,56	1,05	345,85
67	92	9,42	335	3156,67	1,56	522,65
68	76	7,78	340	2646,61	0,08	26,73
69	65	6,66	345	2296,83	1,21	415,82
70	48	4,92	350	1720,70	2,95	1031,26
71	75	7,68	355	2727,01	0,18	64,27
72	82	8,40	360	3023,52	0,54	192,93
73	67	6,86	365	2504,75	1,00	365,16
74	82	8,40	370	3107,51	0,54	198,29
75	72	7,37	375	2765,42	0,49	183,12
76	80	8,19	380	3113,66	0,33	125,81
77	45	4,61	385	1774,48	3,25	1252,69
78	75	7,68	390	2995,87	0,18	70,61
79	76	7,78	395	3074,74	0,08	31,05
80	74	7,58	400	3031,72	0,28	113,39
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi- VI
7,86	6623,00	678,35	16200,00	127376,70	119,36	18099,29
Výsledok			CuH, %	85,79		



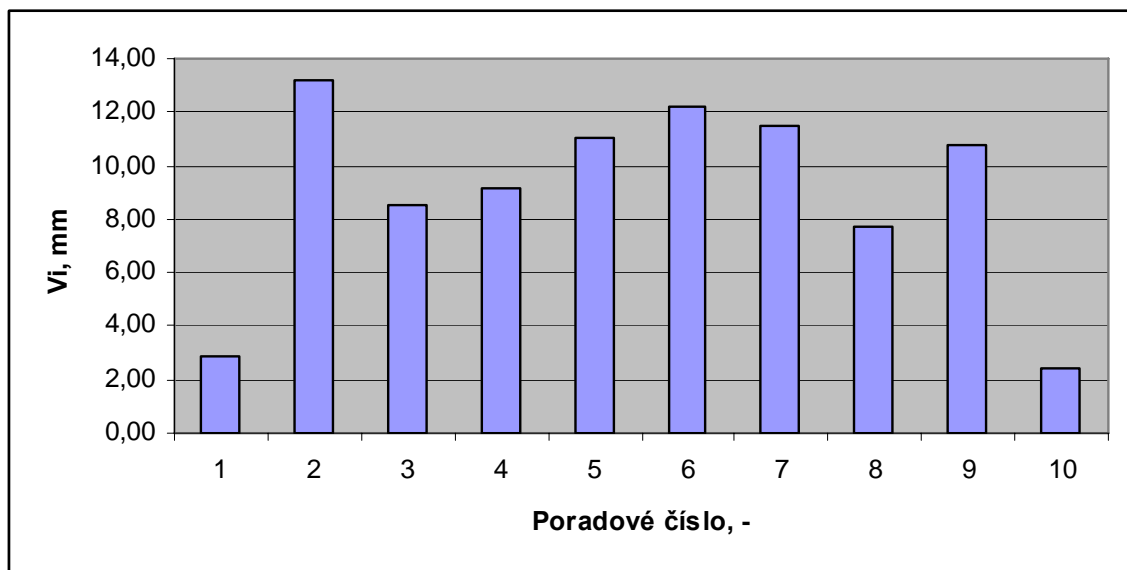
Obr. 34 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie



Obr. 35 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie

Tabuľka 8 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 1

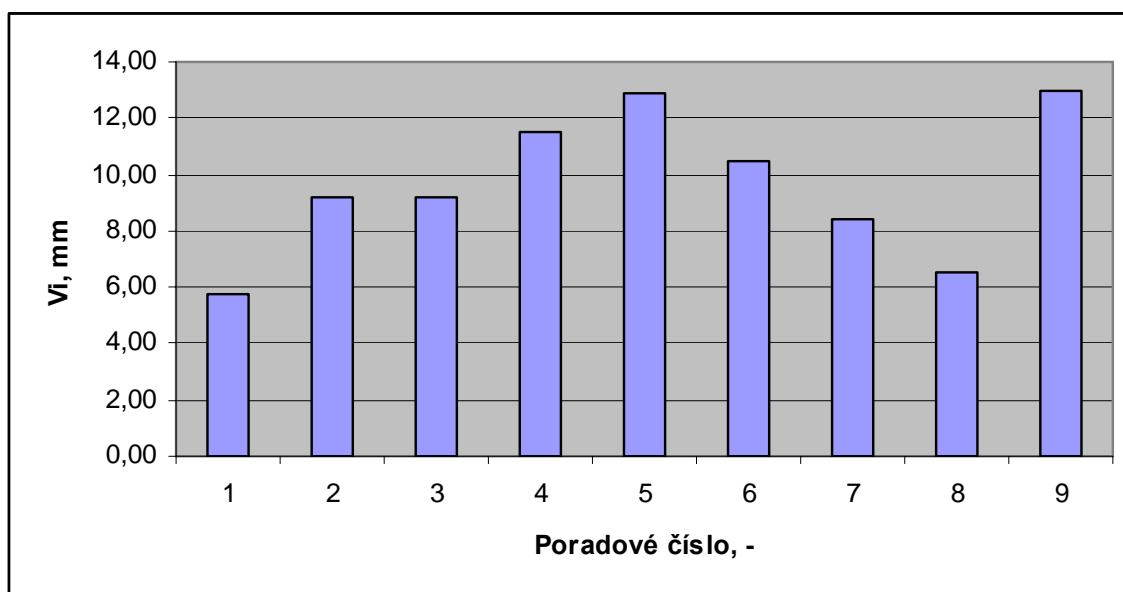
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
Prvé meranie – pole1						
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	28	2,87	5	14,34	5,91	29,55
2	129	13,21	10	132,13	4,43	44,34
3	83	8,50	15	127,52	0,28	4,16
4	89	9,12	20	182,31	0,34	6,74
5	108	11,06	25	276,54	2,28	57,08
6	119	12,19	30	365,65	3,41	102,29
7	112	11,47	35	401,50	2,69	94,25
8	75	7,68	40	307,27	1,10	43,87
9	105	10,75	45	483,95	1,98	88,91
10	24	2,46	50	122,91	6,32	316,02
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
8,78	872,00	89,31	275,00	2414,11	28,74	787,22
Výsledok			CuH [%]	67,39		



Obr. 36 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 1

Tabuľka 9 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 2

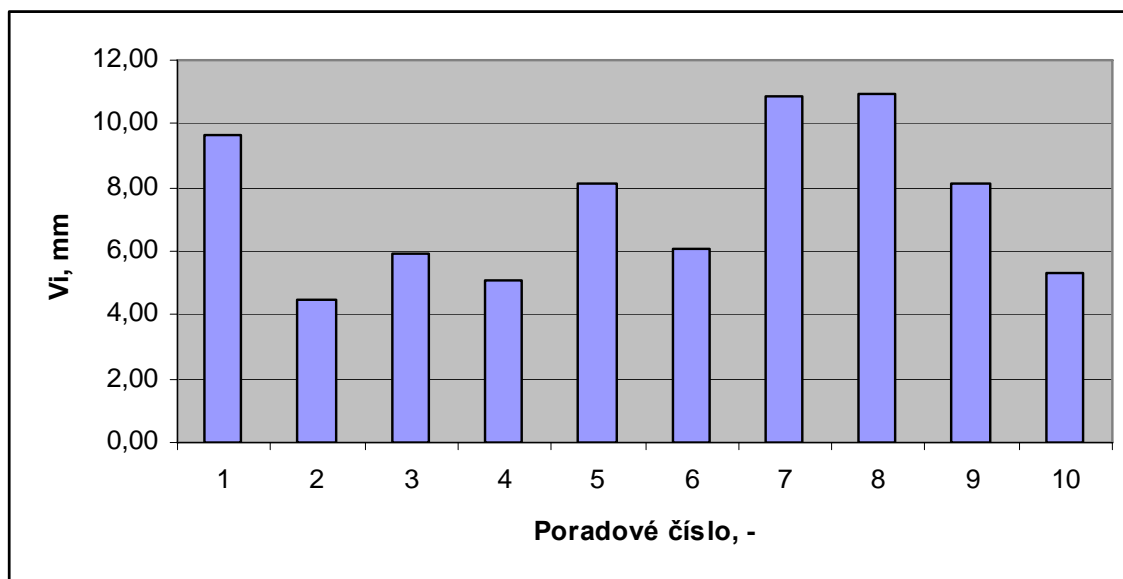
Prvé meranie – pole 2			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	56	5,74	5	28,68	4,34	21,68
2	90	9,22	10	92,18	0,85	8,54
3	90	9,22	15	138,27	0,85	12,80
4	112	11,47	20	229,43	1,40	28,00
5	126	12,91	25	322,63	2,83	70,84
6	102	10,45	30	313,41	0,38	11,27
7	82	8,40	35	293,95	1,67	58,55
8	64	6,56	40	262,20	3,52	140,66
9	127	13,01	45	585,35	2,94	132,13
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
10,07	849,00	86,96	225,00	2266,11	18,78	484,46
Výsledok			CuH [%]	78,62		



Obr. 37 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 2

Tabuľka 10 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 3

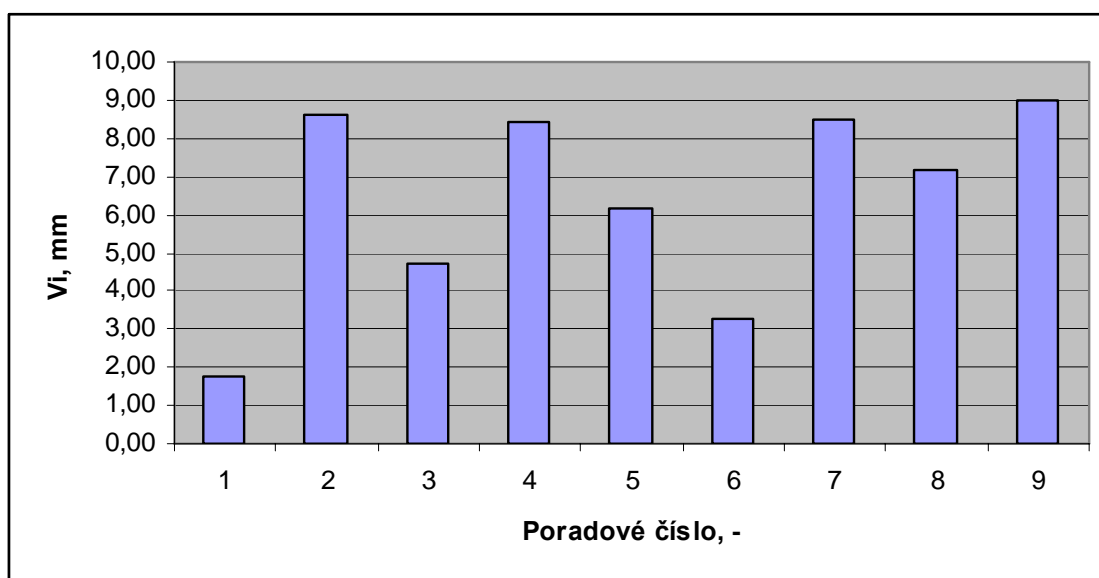
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Prvé meranie – pole 3			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	94	9,63	5	48,14	1,93	9,65
2	44	4,51	10	45,07	3,19	31,92
3	58	5,94	15	89,11	1,76	26,37
4	50	5,12	20	102,42	2,58	51,55
5	79	8,09	25	202,29	0,39	9,82
6	59	6,04	30	181,29	1,66	49,67
7	106	10,86	35	379,99	3,16	110,54
8	107	10,96	40	438,37	3,26	130,43
9	79	8,09	45	364,11	0,39	17,68
10	52	5,33	50	266,30	2,37	118,62
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
7,70	728,00	74,56	275,00	2117,08	20,69	556,25
Výsledok			CuH [%]	73,73		



Obr. 38 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 3

Tabuľka 11 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 4

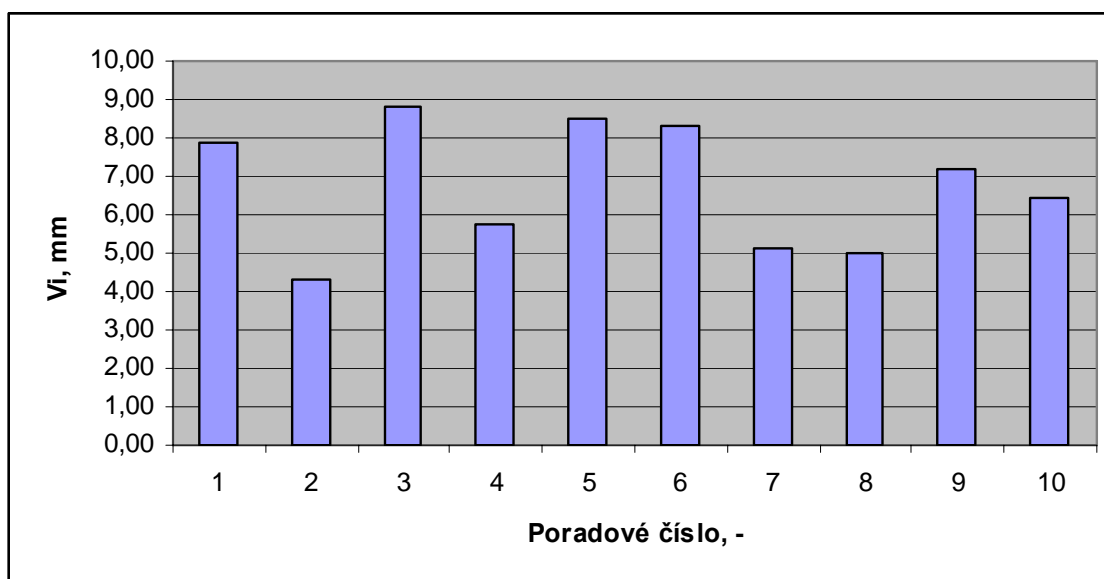
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Prvé meranie – pole 4			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	17	1,74	5	8,71	5,26	26,30
2	84	8,60	10	86,04	1,60	16,02
3	46	4,71	15	70,67	2,29	34,35
4	82	8,40	20	167,97	1,40	27,95
5	60	6,15	25	153,63	0,86	21,40
6	32	3,28	30	98,33	3,72	111,71
7	83	8,50	35	297,54	1,50	52,50
8	70	7,17	40	286,78	0,17	6,74
9	88	9,01	45	405,59	2,01	90,54
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
7,00	562,00	57,56	225,00	1575,26	18,81	387,50
Výsledok			CuH [%]	75,40		



Obr. 39 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 4

Tabuľka 12 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 5

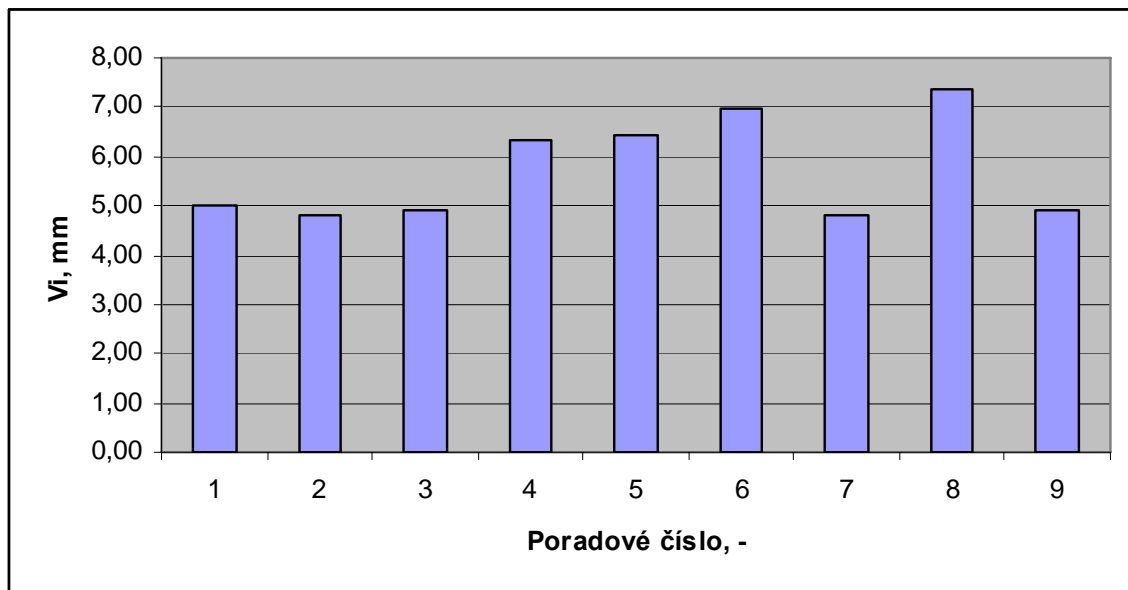
Prvé meranie – pole 5			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	77	7,89	5	39,43	1,28	6,42
2	42	4,30	10	43,02	2,30	23,02
3	86	8,81	15	132,13	2,20	33,07
4	56	5,74	20	114,71	0,87	17,36
5	83	8,50	25	212,53	1,90	47,44
6	81	8,30	30	248,89	1,69	50,78
7	50	5,12	35	179,24	1,48	51,88
8	49	5,02	40	200,75	1,58	63,39
9	70	7,17	45	322,63	0,57	25,48
10	63	6,45	50	322,63	0,15	7,54
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
6,60	657,00	67,29	275,00	1815,96	14,03	326,38
Výsledok			CuH [%]	82,03		



Obr. 40 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 5

Tabuľka 13 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 6

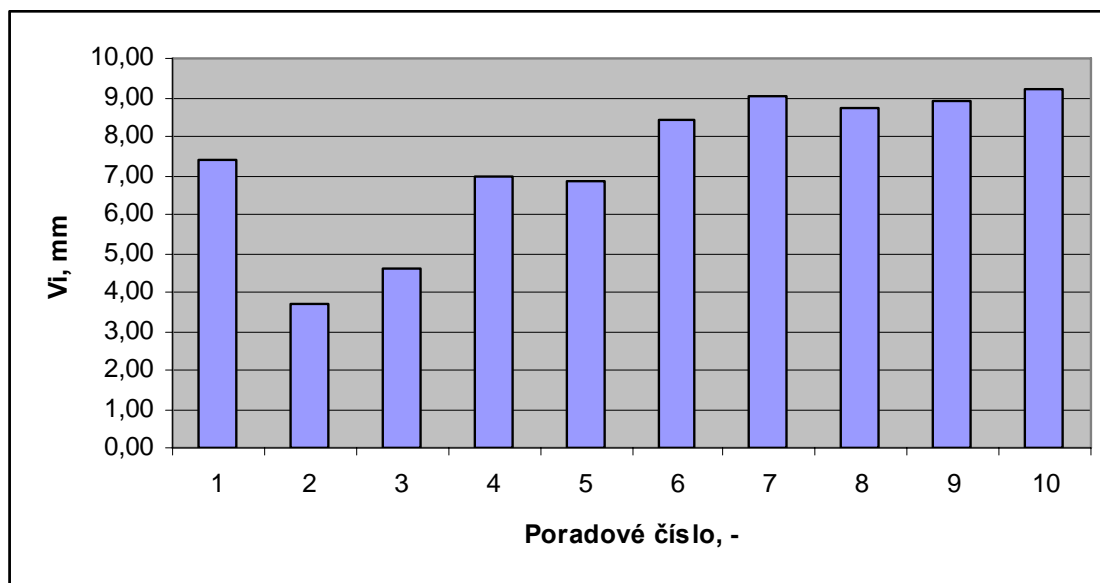
Prvé meranie – pole 6			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	49	5,02	5	25,09	0,89	4,44
2	47	4,81	10	48,14	1,09	10,93
3	48	4,92	15	73,74	0,99	14,85
4	62	6,35	20	127,00	0,44	8,88
5	63	6,45	25	161,32	0,55	13,66
6	68	6,96	30	208,94	1,06	31,75
7	47	4,81	35	168,49	1,09	38,24
8	72	7,37	40	294,98	1,47	58,72
9	48	4,92	45	221,23	0,99	44,55
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
5,91	504,00	51,62	225,00	1328,94	8,57	226,01
Výsledok			CuH [%]	82,99		



Obr. 41 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 6

Tabuľka 14 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 7

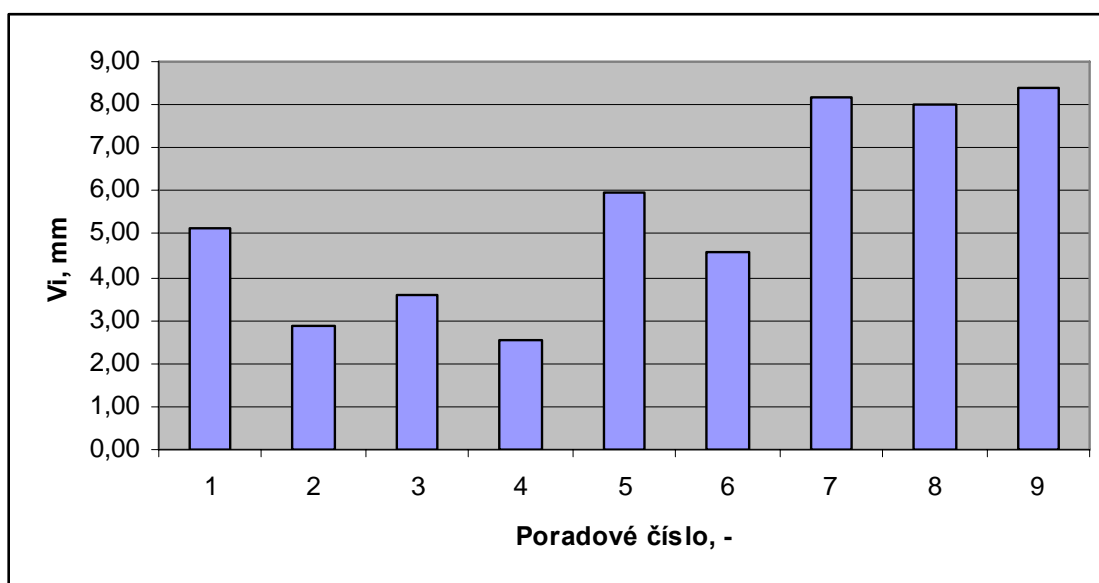
Prvé meranie – pole 7			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	72	7,37	5	36,87	0,74	3,70
2	36	3,69	10	36,87	4,43	44,27
3	45	4,61	15	69,14	3,50	52,57
4	68	6,96	20	139,30	1,15	22,98
5	67	6,86	25	171,56	1,25	31,29
6	82	8,40	30	251,96	0,28	8,55
7	88	9,01	35	315,46	0,90	31,48
8	85	8,71	40	348,24	0,59	23,69
9	87	8,91	45	400,99	0,80	35,87
10	90	9,22	50	460,90	1,10	55,22
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
8,11	720,00	73,74	275,00	2231,28	14,75	309,60
Výsledok			CuH [%]	86,12		



Obr. 42 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 7

Tabuľka 15 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 8

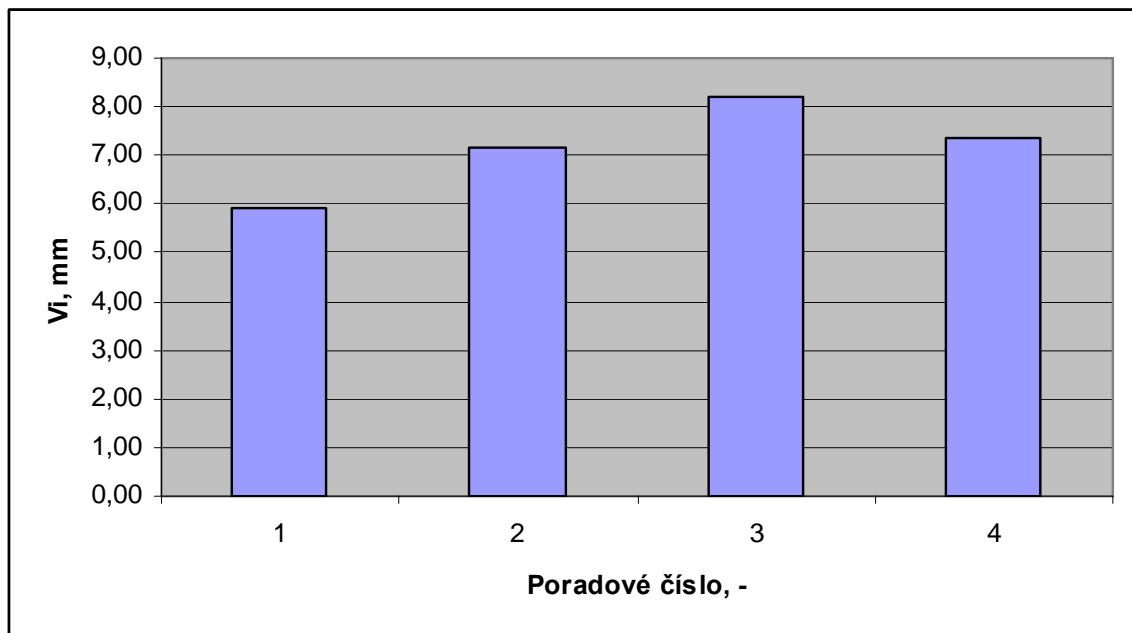
Prvé meranie – pole 8			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	50	5,12	5	25,61	1,24	6,18
2	28	2,87	10	28,68	3,49	34,89
3	35	3,58	15	53,77	2,77	41,58
4	25	2,56	20	51,21	3,80	75,93
5	58	5,94	25	148,51	0,42	10,41
6	45	4,61	30	138,27	1,75	52,44
7	80	8,19	35	286,78	1,84	64,29
8	78	7,99	40	319,56	1,63	65,28
9	82	8,40	45	377,94	2,04	91,87
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
6,36	481,00	49,27	225,00	1430,34	18,97	442,88
Výsledok			CuH [%]	69,04		



Obr. 43 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 8

Tabuľka 16 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 9

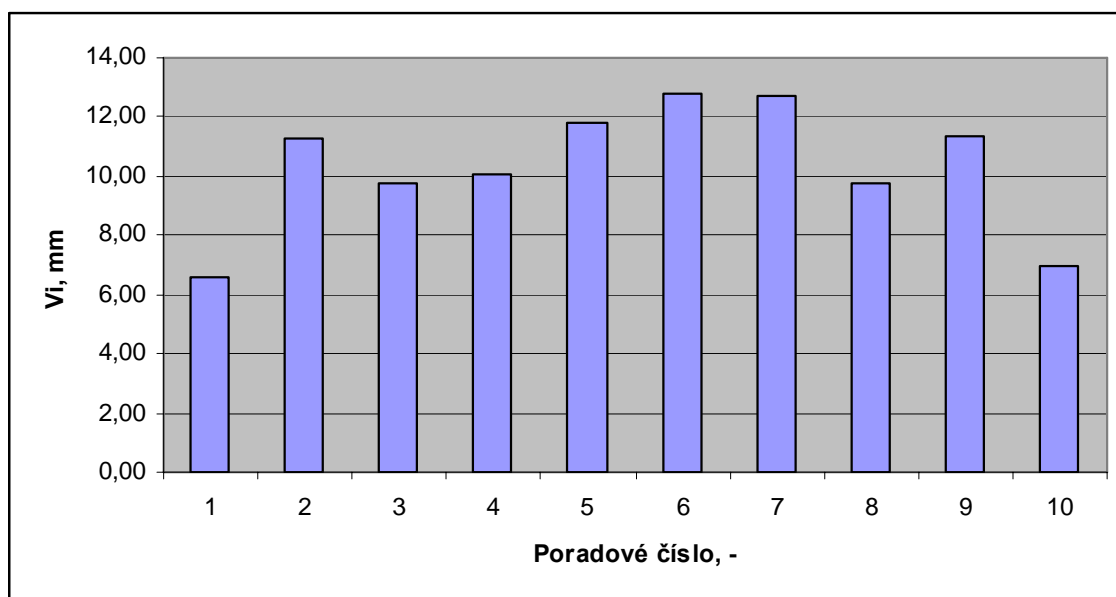
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Prvé meranie – pole 9			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	58	5,94	5	29,70	1,50	7,48
2	70	7,17	10	71,70	0,27	2,66
3	80	8,19	15	122,91	0,76	11,37
4	72	7,37	20	147,49	0,06	1,23
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi - VI
7,44	280,00	28,68	50,00	371,80	2,58	22,74
Výsledok			CuH [%]	93,88		



Obr. 44 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, prvé meranie, pole 9

Tabuľka 17 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 1

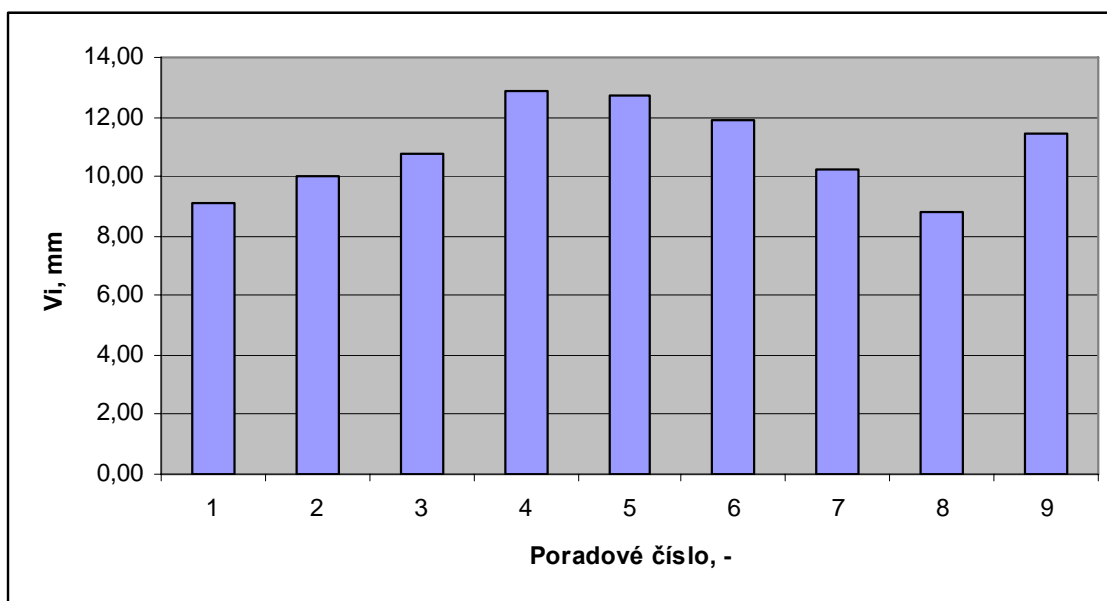
Prvé meranie – pole 1			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	64	6,56	5	32,78	3,86	19,30
2	110	11,27	10	112,67	0,85	8,51
3	95	9,73	15	145,95	0,69	10,28
4	98	10,04	20	200,75	0,38	7,56
5	115	11,78	25	294,47	1,36	34,08
6	125	12,80	30	384,09	2,39	71,62
7	124	12,70	35	444,52	2,28	79,97
8	95	9,73	40	389,21	0,69	27,41
9	111	11,37	45	511,60	0,95	42,91
10	68	6,96	50	348,24	3,45	172,54
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
10,42	1005,00	102,94	275,00	2864,26	16,90	474,18
Výsledok			CuH [%]	83,44		



Obr. 45 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 1

Tabuľka 18 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 2

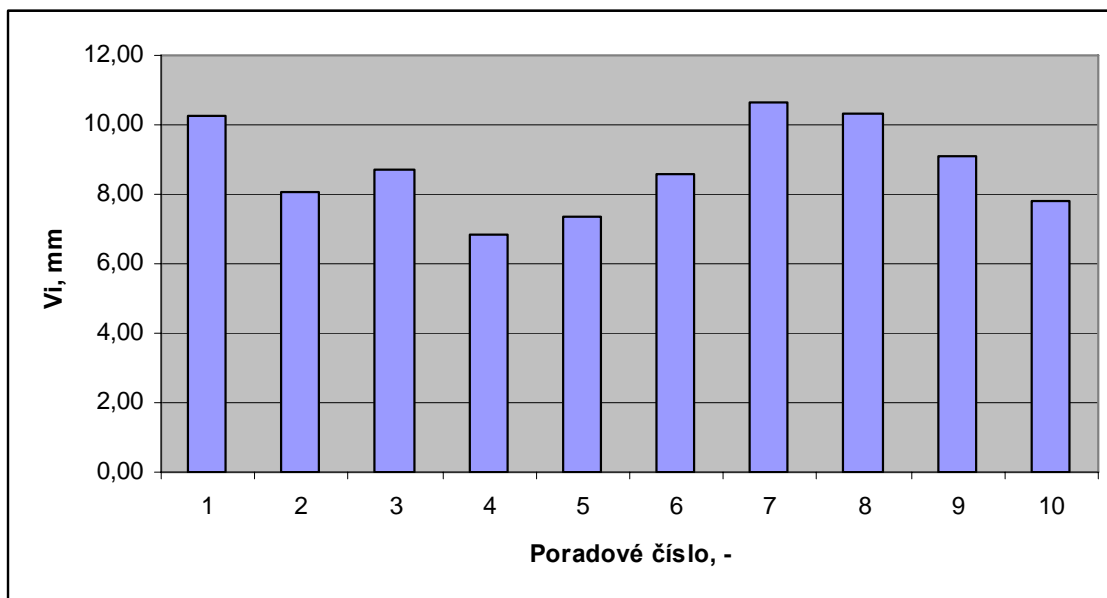
Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190						
Prvé meranie – pole 2			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	89	9,12	5	45,58	1,85	9,23
2	98	10,04	10	100,37	0,92	9,24
3	105	10,75	15	161,32	0,21	3,11
4	126	12,91	20	258,11	1,94	38,88
5	124	12,70	25	317,51	1,74	43,47
6	116	11,88	30	356,43	0,92	27,59
7	100	10,24	35	358,48	0,72	25,17
8	86	8,81	40	352,33	2,15	86,13
9	112	11,47	45	516,21	0,51	22,94
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
10,96	956,00	97,92	225,00	2466,34	10,96	265,75
Výsledok			CuH [%]	89,22		



Obr. 46 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 2

Tabuľka 19 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 3

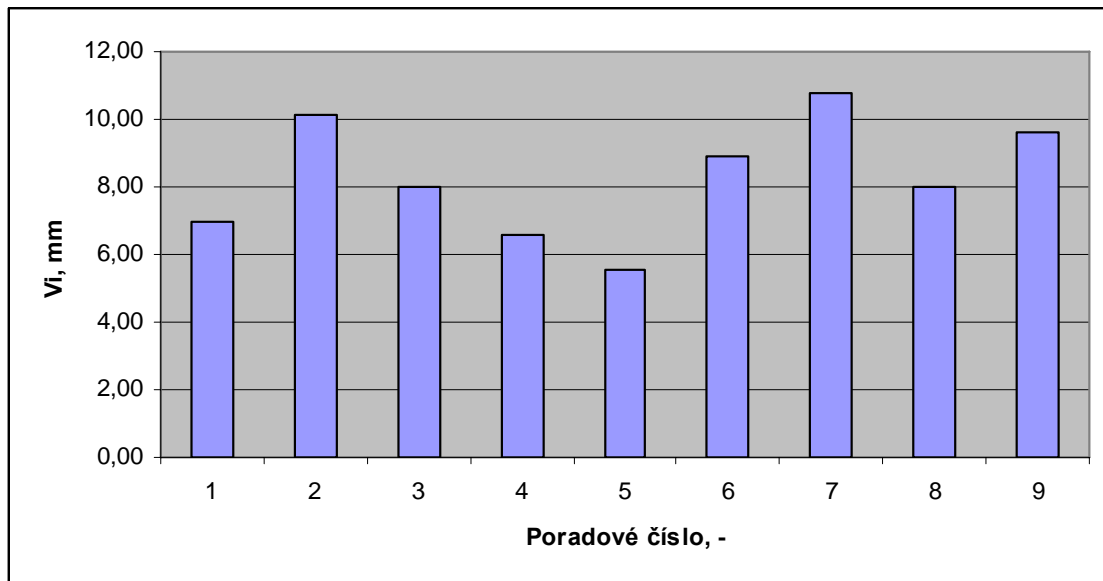
Prvé meranie – pole 3			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	100	10,24	5	51,21	1,41	7,06
2	79	8,09	10	80,91	0,74	7,39
3	85	8,71	15	130,59	0,12	1,87
4	67	6,86	20	137,25	1,97	39,37
5	72	7,37	25	184,36	1,46	36,41
6	84	8,60	30	258,11	0,23	6,82
7	104	10,65	35	372,82	1,82	63,74
8	101	10,34	40	413,79	1,51	60,56
9	89	9,12	45	410,20	0,28	12,82
10	76	7,78	50	389,21	1,05	52,33
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
8,83	857,00	87,78	275,00	2428,45	10,59	288,37
Výsledok			CuH [%]	88,13		



Obr. 47 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 3

Tabuľka 20 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 4

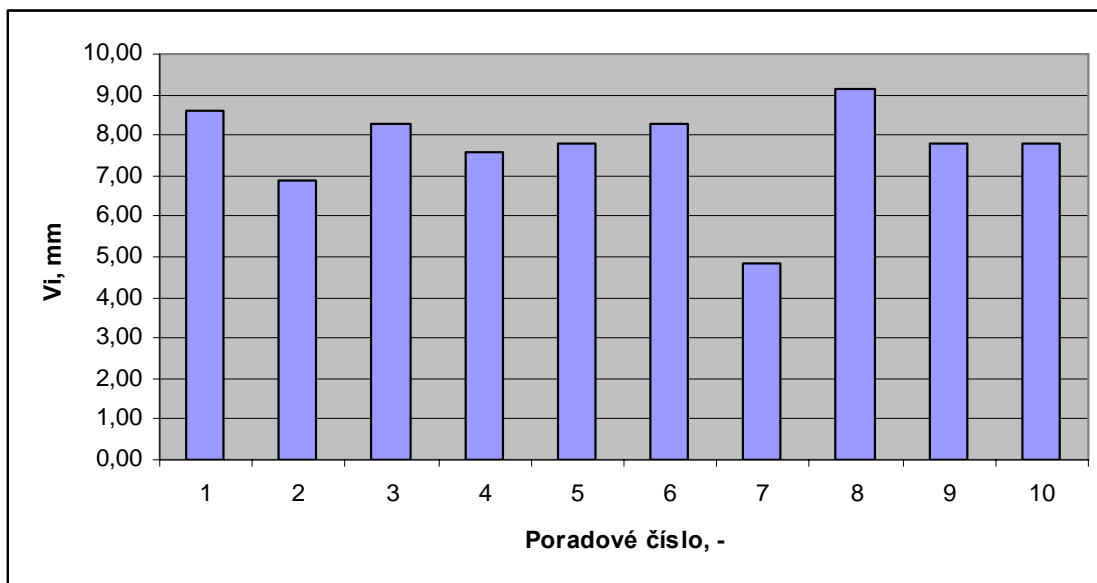
Prvé meranie – pole 4			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	68	6,96	5	34,82	1,58	7,89
2	99	10,14	10	101,40	1,60	15,98
3	78	7,99	15	119,83	0,55	8,30
4	64	6,56	20	131,10	1,99	39,74
5	54	5,53	25	138,27	3,01	75,28
6	87	8,91	30	267,32	0,37	11,06
7	105	10,75	35	376,40	2,21	77,43
8	78	7,99	40	319,56	0,55	22,12
9	94	9,63	45	433,25	1,09	48,86
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
8,54	727,00	74,46	225,00	1921,97	12,95	306,65
Výsledok			CuH [%]	84,04		



Obr. 48 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 4

Tabuľka 21 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 5

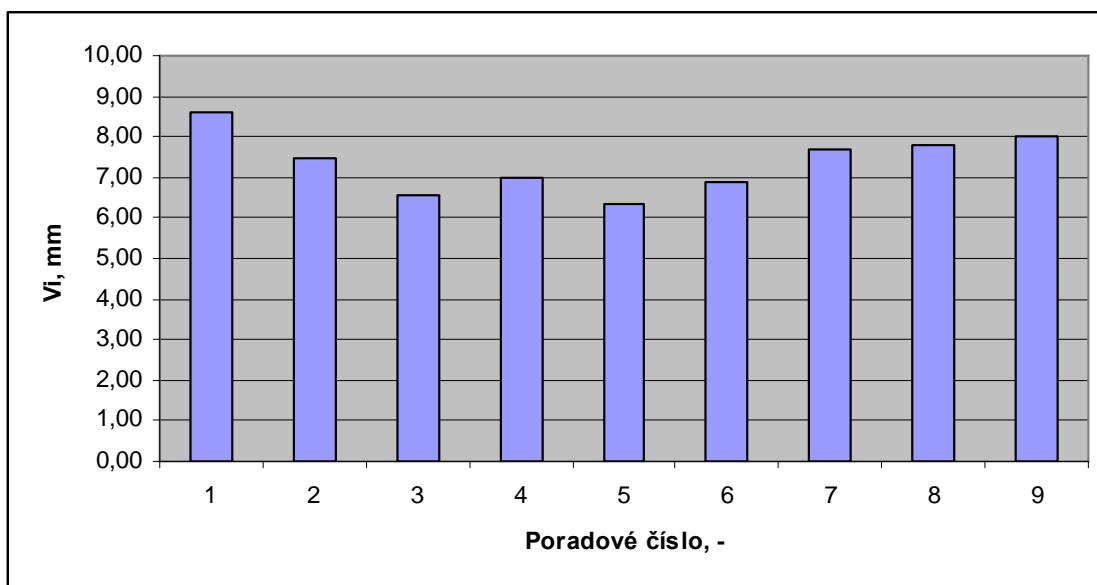
Prvé meranie – pole 5			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	84	8,60	5	43,02	0,95	4,77
2	67	6,86	10	68,62	0,79	7,88
3	81	8,30	15	124,44	0,65	9,69
4	74	7,58	20	151,59	0,07	1,42
5	76	7,78	25	194,60	0,13	3,35
6	81	8,30	30	248,89	0,65	19,39
7	47	4,81	35	168,49	2,84	99,27
8	89	9,12	40	364,63	1,47	58,62
9	76	7,78	45	350,29	0,13	6,03
10	76	7,78	50	389,21	0,13	6,70
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
7,65	751,00	76,92	275,00	2103,77	7,81	217,12
Výsledok			CuH [%]	89,68		



Obr. 49 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 5

Tabuľka 22 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 6

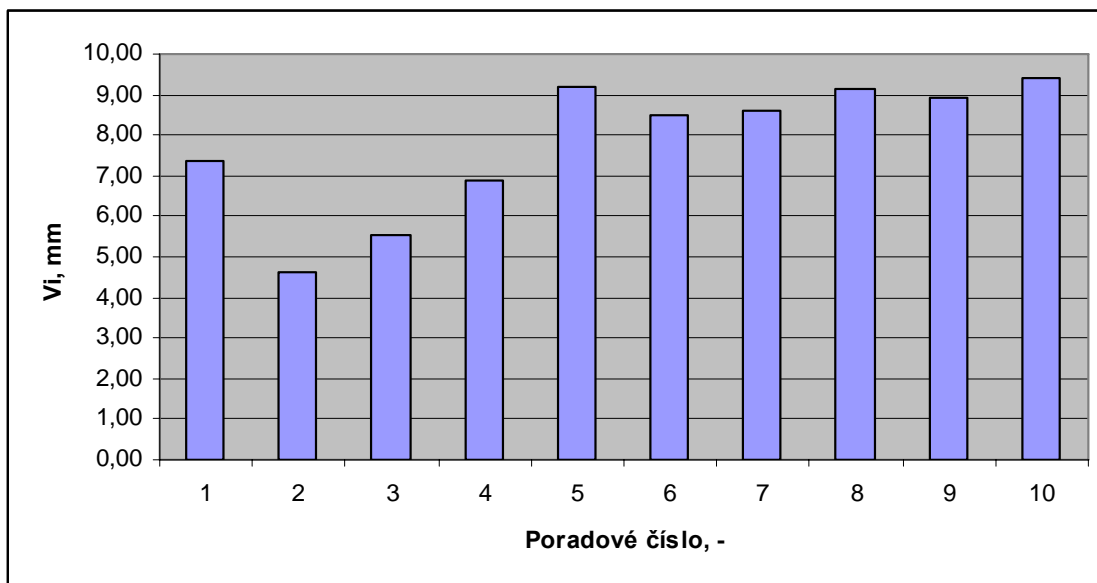
Prvé meranie – pole 6			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	84	8,60	5	43,02	1,23	6,13
2	73	7,48	10	74,77	0,10	1,00
3	64	6,56	15	98,33	0,82	12,32
4	68	6,96	20	139,30	0,41	8,24
5	62	6,35	25	158,76	1,03	25,66
6	67	6,86	30	205,87	0,51	15,43
7	75	7,68	35	268,86	0,30	10,67
8	76	7,78	40	311,37	0,41	16,30
9	78	7,99	45	359,50	0,61	27,55
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
7,38	647,00	66,27	225,00	1659,76	5,43	123,32
Výsledok			CuH [%]	92,57		



Obr. 50 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 6

Tabuľka 23 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 7

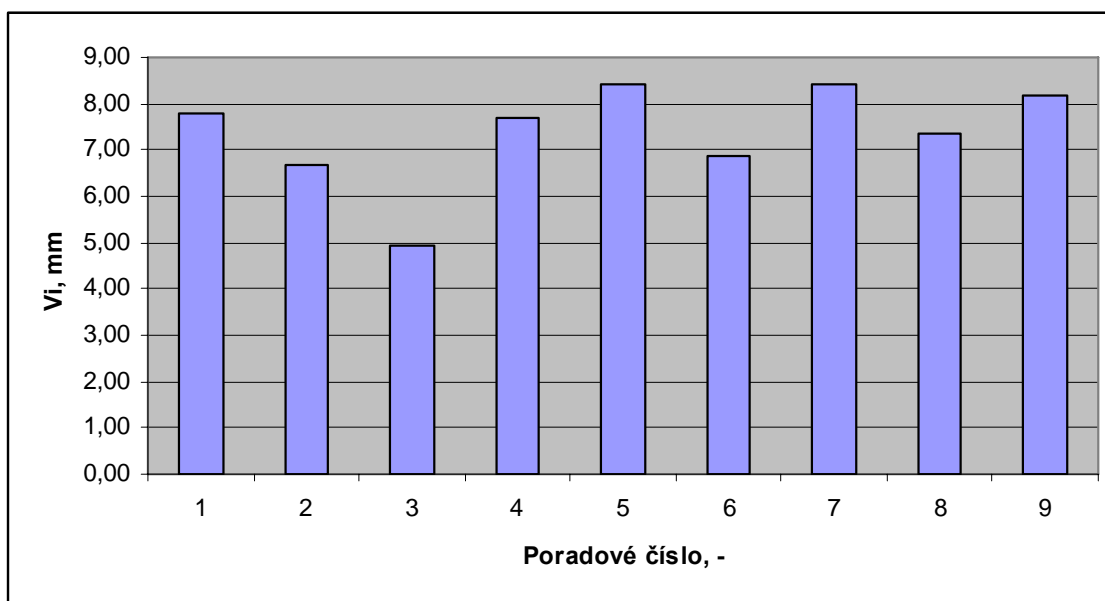
Prvé meranie – pole 7			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	72	7,37	5	36,87	1,09	5,43
2	45	4,61	10	46,09	3,85	38,51
3	54	5,53	15	82,96	2,93	43,94
4	67	6,86	20	137,25	1,60	31,96
5	90	9,22	25	230,45	0,76	18,95
6	83	8,50	30	255,03	0,04	1,23
7	84	8,60	35	301,12	0,14	5,02
8	89	9,12	40	364,63	0,66	26,22
9	87	8,91	45	400,99	0,45	20,28
10	92	9,42	50	471,15	0,96	48,14
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
8,46	763,00	78,15	275,00	2326,54	12,48	239,67
Výsledok			CuH [%]	89,70		



Obr. 51 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 7

Tabuľka 24 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 8

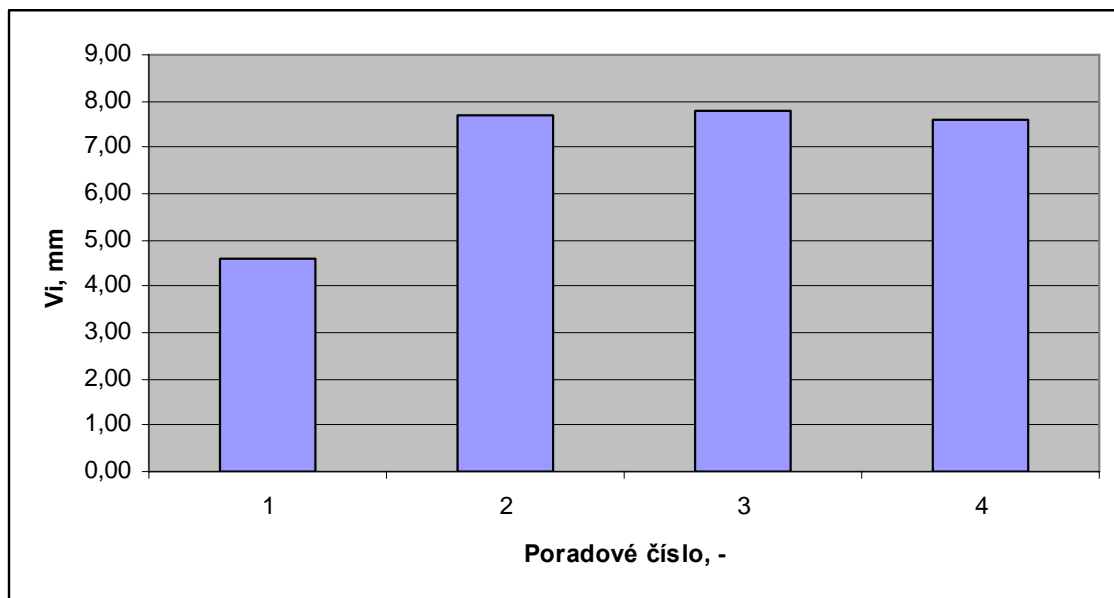
Prvé meranie – pole 8			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	76	7,78	5	38,92	0,20	1,00
2	65	6,66	10	66,57	0,93	9,26
3	48	4,92	15	73,74	2,67	40,01
4	75	7,68	20	153,63	0,10	1,96
5	82	8,40	25	209,97	0,81	20,37
6	67	6,86	30	205,87	0,72	21,65
7	82	8,40	35	293,95	0,81	28,52
8	72	7,37	40	294,98	0,21	8,38
9	80	8,19	45	368,72	0,61	27,45
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi-VI
7,58	647,00	66,27	225,00	1706,37	7,06	158,60
Výsledok			CuH [%]	90,71		



Obr. 52 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 8

Tabuľka 25 Rovnomernosť postreku, Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 9

Výsledky merania rovnomernosti zadažd'ovania podľa ISO/TC 23/SC 18 N 190			Meraný zavlažovač : Bauer linestar 4000			
Prvé meranie – pole 9						
nádoba	Vi [ml]	Vi [mm]	Si [m]	Vi.Si	IVi - VI	Si.IVi - VI
1	45	4,61	5	23,05	2,76	13,78
2	75	7,68	10	76,82	0,32	3,18
3	76	7,78	15	116,76	0,42	6,30
4	74	7,58	20	151,59	0,22	4,30
priem. Vi	sum Vi	sum Vi	sum Si	sum Vi.Si	sum Vi-V	sum Si.IVi - VI
7,36	270,00	27,65	50,00	368,21	3,71	27,55
Výsledok			CuH [%]	92,52		



Obr. 53 Závlahová dávka zavlažovača Bauer Linestar 4000, druhé meranie, pole 9

5 ZHODNOTENIE VÝSLEDKOV

Ak sa pristúpi k hodnoteniu rovnomernosti závlahovej techniky, treba mať vždy na zreteli sledovanie poveternostných podmienok. Nameraná rýchlosť vetra bola 1 m.s^{-1} , $1,2 \text{ m.s}^{-1}$ a $1,3 \text{ m.s}^{-1}$. Pri našich meraniach bola nastavená rýchlosť pohybu 50 m.h^{-1} . Pre hodnotenie rovnomernosti postreku sa použil výpočet rovnomernosti podľa Heermana a Heina CuH. Z vypočítaných a nameraných hodnôt sme zostrojili grafy rovnomernosti postreku daného zavlažovača. Výsledná rovnomernosť celého zavlažovača Linestar 4000 dosiahla hodnotu pri prvom meraní dynamickej skúšky 73,79 % a pri meraní druhom 85,79 %. Ako sme zistili na miestach, kde sú maximálne rozdiely v dávke vody, sa nachádzajú podvozky zavlažovača. Ako bolo uvedené, na okrajoch každej sekcie sú umiestnené polkruhové dýzy, ktoré sú natočené takým smerom, aby zavlažovali rastliny v blízkosti kolies sekcie, ale nestriekali vodu pod kolesá zavlažovača.

V tabuľkách 4, 6, 8 až 16 sa uviedli výsledky merania rovnomernosti postreku jednotlivých sekcií a krakorca, pre merania číslo 1, ale aj celkové zhodnotenie rovnomernosti postreku závlahovej techniky. Najlepšiu rovnomernosť sa dosiahla u pola 9 s CuH = 93,88 % a najhoršiu pre pole 1 CuH = 67,39 %.

V tabuľkách 5,7, 17 až 25 sa zhodnotili výsledky rovnomernosti postreku pre druhé meranie. Najlepšia rovnomernosť sa dosiahla u pola 6 CuH = 92,57 %, a najhoršia pre pole 1 s hodnotou CuH = 83,44 %.

Na základe získaných výsledkov je možné posúdiť, ktoré dýzy sú na zavlažovači nesprávne nastavené. Ďalej je treba premerať každú z dýz a nastaviť ich tak, aby výsledná rovnomernosť dosahovala hodnoty nad 90 %.

6 DISKUSIA

Pri hodnotení kvality zavlažovania sa opierame hlavne o rovnomernosť postreku. V osemdesiatych rokoch boli uskutočnené merania a hodnotenia rovnomernosti postreku širokozáberových zavlažovačov SIGMATIC PSX 300. Pri poslednom meraní, ktoré bolo uskutočnené v roku 1988, sa dosiahla rovnomernosť postreku 92 % až 95 % (OLLÁRY, 1989). Dané merania boli realizované podľa normy ISO /TC 23/ SC 18 N 190.

V roku 2000 boli v danom poľnohospodárskom podniku „Špargľa“ zisťované koeficienty rovnomernosti postreku na širokozáberovom zavlažovači Linestar 168 LL firmy Bauer, ktoré dosiahli hodnoty 71,96 % pri statickom a 71,69 % pri dynamickom meraní.

Rovnomernosť postreku hodnotil aj Szabó (2005). Zavlažovací stroj Linestar 168 LL mal 7 podvozkov. Dĺžka systému bola 385 m. Rozstup nádob pozdĺž zavlažovača bol 3 m. Počet rozmiestnených nádob bol 132 ks. Po príprave zrážkomerného profilu, ktorý sa umiestnil mimo dostreku postrekovacích dýz, začali prvé meranie a to o 10²⁹ h a ukončili ho po preukázateľnom ukončení prechodu zavlažovača cez zrážkomerný profil, a to vtedy, keď už zavlažovacie dýzy nedostrekli do zrážkomerných nádob. Poľné meranie sa uskutočnilo 11.09.2004. Teplota vzduchu sa pohybovala okolo 22 °C. Rýchlosť nárazového vetra bola do 3,2 m.s⁻¹. Pri zisťovaní rovnomernosti postreku na danom širokozáberovom zavlažovači, za silnejšieho vetra dosahovala hodnoty koeficientu Cu 85,33 % a 77,47 % (Szabó, 2005).

Pri hodnotení rovnomernosti postreku závlahovej techniky bola rýchlosť vetra 1 m.s⁻¹, 1,2 m.s⁻¹ a 1,3 m.s⁻¹. Pri meraniach bola nastavená rýchlosť pohybu 50 m.h⁻¹. Pre hodnotenie rovnomernosti postreku sa použil výpočet rovnomernosti podľa Heermana a Heina CuH. Rovnomernosť postreku zavlažovača Linestar 4000 dosiahla hodnotu pri prvom meraní CuH 73,79 % a pri meraní druhom CuH 85,79 %. Ako sme zistili na miestach, kde sú maximálne rozdiely v dávke vody, sa nachádzajú podvozky zavlažovača. Hodnotili sa aj merania rovnomernosti postreku jednotlivých polí, pre prvé ale aj druhé merania. Najlepšia rovnomernosť sa dosiahla u pola 9 s CuH = 93,88 % a najhoršia pre pole 1 CuH = 67,39 %. Najlepšia rovnomernosť sa dosiahla u pola 6 CuH = 92,57 % (druhé meranie) a najhoršia pre pole 1 s hodnotou CuH = 83,44 % (druhé meranie).

7 ZÁVER

V predkladanej diplomovej práci sa zhodnotila závlahová technika od firmy Bauer, typ Linestar 4000. Zameralo sa na stanovenie rovnomernosti postreku širokozáberového zavlažovača, na získanie dynamických dažďomerných kriviek zavlažovača a zhodnotenie rovnomernosti postreku. Zhodnotili sa aj rovnomernosti jednotlivých sekcií. Z nameraných hodnôt sa vypočítali jednotlivé koeficienty rovnomernosti, to znamená že celého stroja a jednotlivých podvozkov pre obe merania. Na výsledkoch je viditeľný vplyv nastavenia dýz, jemný vplyv vetra, atď.. Bolo by treba preskúmať všetky dýzy ich nastavenia a stanoviť rovnomernosť každej dýzy. Na základe správneho nastavenia dýz a správneho výberu by sa hodnota koeficientu rovnomernosti postreku mala zvýšiť. Podľa normy je treba splniť podmienku nad 90 %.

8 LITERATÚRA

1. BAKER, P. - SIMONÍK, J. 1989. Stroje pre zemné a melioračné práce. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1989. 205s
2. BENETIN, J 1979. Závlahy.1 vyd. Bratislava : Príroda, 1979, 544 s.
3. CELKOVÁ POHĽAD NA PIVOT. [s.a.] [online] [cit. 2011-01-15] Dostupné na internete: <http://www.city-data.com/forum/wyoming/182180-anyone-live-wheatland-wy.html>
4. CENTERSTAR A JEHO POHYB. [s.a.] [online] [cit. 2011-02-01] Dostupné na internete: <http://garethbentley.wordpress.com/page/4/>
5. CLE. [s.a.] [online] [cit. 2011-01-18] Dostupné na internete: <http://www.bauer-at.com/bauer>
6. CLS. [s.a.] [online] [cit. 2011-02-10] Dostupné na internete: <http://www.bauer-at.com/bauer>
7. CLX. [s.a.] [online] [cit. 2011-03-17] Dostupné na internete: <http://www.bauer-at.com/bauer/>
8. DÝZY [s.a.] [online] [cit. 2011-01-27] Dostupné na internete: <http://www.bauer-at.com/bauer/>
9. GENERATOR. [s.a.] [online] [cit. 2010-11-04] Dostupné na internete: <http://www.centerirrigation.com.au/>
10. HANES, J. – ČURLÍK, J. – LINKEŠ, V. – MUCHA, V. – SISÁK, P. – ZÁUJEC, 1997. Pedológia II. Nitra: VES SPU, 1997. 119 s. ISBN 80 – 7137 – 390 –7.
11. HAVERLÍK, J. – NOVOTNÝ, M. – SLÁMA, V. – ŠANTA, M. – TAŠKÝ, J. 1996. Závlahové hospodárstvo. BRATISLAVA: SVPL, 1996. 280 S. 64 – 004 – 6.
12. HEERMAN, D.F. - HOETING, J. - DUKE, H.R.1999. Inter-disciplinary irrigated precision farming research. In: Proc. 2nd European Conf. On Precision Agric.,Ed. J V Stafford. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK. pp. 121-130.
13. HRÍBIK, J., 2000. Limitujúcim faktorom potravinovej bezpečnosti... . Roľnícke noviny, 13.12.2000, s.5
14. IMPULZNÁ ZÁVLAHA. [s.a.] [online] [cit. 2010-12-18] Dostupné na internete: <http://svr225.stepx.com:3388/irrigation>
15. KROKOVÝ MOTOR. [s.a.] [online] [cit. 2010-10-24] Dostupné na internete: <http://www.centerirrigation.com.au/>
16. LÁTEČKA, M. 1999. Rovnomernosť postreku širokozáberových postrekovačov. In: Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. storočia. Bratislava: Semisoft, Výskumný ústav meliorácií a krajinného inžinierstva, 1999. s 233-236, ISBN 80-85755-08-4.
17. MIKROPOSTREKOVAČ. [s.a.] [online] [cit. 2010-10-24] Dostupné na internete: <http://davidwallphoto.com/searchresults.asp?n=25453&enlarge=1>
18. NOVOTNÝ, M. - MASÁR, M. 1998. Hospodárenie v závlahových podmienkach: Poradenská príručka. Bratislava: SEMISOFT, 1998. 99-101s. ISBN 80-85755-04-1.
19. NOVOTNÝ, M. a kol. 1990. Závlahy poľných a špeciálnych plodín, Bratislava: Príroda, 1990. 308 s. ISBN 8007007-7
20. PREHĽAD V SR. [s.a.] [online] [cit. 2011-02-10] Dostupné na internete: <http://www.agroporadenstvo.sk/stroje/clanky/zavlahy.htm?start>
21. PRENOSNÉ SÚPRAVY. [s.a.] [online] [cit. 2010-10-24] Dostupné na internete: <http://davidwallphoto.com/searchresults.asp?n=25453&enlarge=1>
22. REHÁK, Š. – ŠANTA, M. – ZÁPOTOČNÝ, V. 2001. Závlahová voda - Nezastupiteľný produkčný a ekonomický faktor. Bratislava: Semisoft s. r. o., 2002. 120 s. ISBN 80 – 85755 – 11 –

23. PETROV, I. A. 1972. Poľnohospodárstvo I. Bratislava: SPN, 1973. 488 s. Číslo Š11 741/72 – OVSV.
24. SIMONÍK, J. 2002. Najvyššia produktivita práce – Centerstar a Linestar. In : Naše pole, roč. VI., č. 9, 42-43.
25. SIMONÍK, J. 2005. Trendy v mechanizácii zavlažovania. In Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve. ISSN 1335-6178. Roč. 8, č. 1 (2005), s. 5-6.
26. SIMONÍK, J. – RUŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. Stroje pre zemné a melioračné práce. Nitra: Garmond, 2009. 203 s. ISBN 978 – 80 – 552 – 0251 – 8.
27. SISÁK, P. – SLOVÍK, R. – ZÁUJEC, A. 1990. Geológia a pôdoznanectvo. Nitra: ESV ŠP, 1990. 249 s. ISBN 80 – 85175 – 54 – 1.
28. Valivé potrubie. [s.a.] [online] [cit. 2011-01-10] Dostupné na internete: http://landsat.gsfc.nasa.gov/news/news-archive/soc_0011.html
29. ZÁVLAHA. [s.a.] [online] [cit. 2010-08-17] Dostupné na internete: <http://www.shutterstock.com/pic-11150977/stock-photo-irrigation-system-automated-agricultural-sprinkler-system-ready-and-waiting-for-the-season.html>
30. ZAVLAŽOVAČ FRONTÁLNY. [s.a.] [online] [cit. 2010-10-24] Dostupné na internete: <http://davidwallphoto.com/searchresults.asp?n=25453&enlarge=1>

Ostatné online odkazy:

<http://www.agromacaj.sk/>
http://globalwater.jhu.edu/magazine/article/agriculturemeeting_the_water_challenge/
[http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Irrigation+\(agriculture\)](http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Irrigation+(agriculture))
<http://www.google.sk/#hl=sk&biw=1280&bih=933&q=Wide+irrigation+in+agriculture>
<http://www.wbcsd.org/DocRoot/ID1tMGiLZ7NL9mBOL2aQ/WaterFactsAndTrends-Update.pdf>
http://en.wikipedia.org/wiki/Water#Water_cycle
<http://referaty.atlas.sk/prirodne-vedy/ekologia/18392/?print=1>
http://www.sposvkapusany.sk/Texty/Predmety/PER/Pestovanie_rastlin_cvicenie_3_roc.pdf
http://www.caes.uga.edu/Publications/displayHTML.cfm?pk_id=7685
<http://www.pitchcare.co.nz/magazine/article/1429>
<http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb1810/eb1810.html>
<http://www.stevenswater.com/articles/irrigationscheduling.aspx>
<http://www.google.sk/search?hl=sk&biw=1280&bih=933&defl=en&q=define:Soil+moi>
<http://svr225.stepx.com:3388/irrigation>
<http://aggie-horticulture.tamu.edu/publications/veghandbook/chapter5.html>
<http://www.shutterstock.com/pic-11150977/stock-photo-irrigation-system-automated-agricultural-sprinkler-system-ready-and-waiting-for-the-season.html>
<http://evropoliv.ru/dozhdevalnye-mashiny-bauer/>
<http://www.ips.org/TV/cop16/as-world-warms-southern-africa-swelters/>
<http://www.bauer-at.com/bauer/>
http://www.agref.sk/fregat---koma_97.html
<http://www.shutterstock.com/pic-60238090/stock-photo-mobile-irrigation-machine-in-action-spraying-water-on-crops.html>