

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1127466

**ANALÝZA FYZIKALNO-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ
PÔDY V ZÁVLAHOVÝCH PODMIENKACH**

2010

Roland VARGA

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V
NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**ANALÝZA FYZIKÁLNO-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ
PÔDY V ZÁVLAHOVÝCH PODMIEKACH**

Bakalárska práca

Študijný program:	Prevádzková bezpečnosť techniky
Študijný odbor:	5.2.57 Kvalita produkcie
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Doc. Ing. Ján Simoník, PhD
Konzultant: (nepovinný)	-

Nitra 2010

Roland VARGA

Čestné vyhlásenie

Podpísaný Roland Varga vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Analýza fyzikálno - mechanických vlastností pôdy v závlahových podmienkach“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre

Roland Varga

Pod'akovanie

Chcel by som sa poďakovať všetkým, ktorí mi akýmkoľvek spôsobom pomohli pri spracovaní tejto bakalárskej práce. Moje poďakovanie patrí najmä môjmu školiteľovi Doc. Ing. Ján Simoník, PhD., ktorý mi pri písaní práce vždy poskytol cenné rady a kvalitnú odbornú pomoc.

Osobitné poďakovanie patrí mojim rodičom a mojim najbližším, ktorí ma po celý čas v písaní podporovali.

ABSTRAKT

Cieľom bakalárskej práce bolo nielen popísať fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy, ale aj uskutočniť praktické meranie vlhkosti pôdy. Podľa zásad presného poľnohospodárstva sa uskutočnili aj vstupné operácie ako sú zameranie pozemku – GPS eMap výrobcu Garmin a stanovenie monitorovacích bodov. Merania sa uskutočnili na poľnohospodárskom podniku Agrocoop a.s., Imeľ. Na pozemku sa pestovala odroda Ladyclaire. Rozloha pozemku bola 25 ha. Počet monitorovacích bodov sa stanovil na hodnotu 20. Merania vlhkosti pôdy sa uskutočnili meracím prístrojom HH2 so snímačom Theta Probe. Z výsledkov vyplynulo, že vlhkosť pôdy sa pohybovala v rozpätí (7,27 – 27,63) % - obj. Priemerná hodnota bola 13,03 % - obj. Hodnota variačného koeficientu bola 36,38 %.

Na základe výsledkov možno povedať, že pri meraní vlhkosti pôdy v monitorovacích bodoch a následného grafického vyjadrenia, je jednoduchšie stanoviť miesto, čas a veľkosť závlahovej dávky.

Kľúčové slová: vlastnosti pôdy, presné poľnohospodárstvo, zemiaky

ABSTRACT

The aim of the bachelor work was not only to describe the physical-mechanical features of the soil, but also to perform practical measurements of the soil's humidity. According to principles of exact agriculture we also performed an input operations as for example the land survey – GPS eMap, producer Garmin, and a determination of monitoring points. Measurements were performed at the agricultural company Agrcoop a.s., Imeř. On the land was grown the variety Ladyclaire. The area of the land is 25 hectares. Number of monitoring points was determined to the value 20. Measurements of the soil's humidity were performed with the device HH2, which has the Theta Probe scanner. The result of the measurements is, that the soil's humidity varies in the interval (7.27 – 27.63) of volume percentage. The average value was 13.03 of volume %. Value of the variation coefficient was 36.38 %.

On the basis of results we can say, that it is easier to determine the place, time and the amount of the irrigation dose with the use of soil's humidity measurement in the monitoring points with its following graphical formulation.

Key words: field properties, precision irrigation, potatoes

OBSAH

OBSAH.....	5
ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK.....	6
POUŽITÉ SKRATKY A OZNAČENIA.....	7
ÚVOD.....	8
1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY.....	9
1.1 Pôda a jej zloženie.....	9
1.2 Fyzikálne vlastnosti pôdy.....	12
1.2.1 Základné fyzikálne vlastnosti pôdy.....	13
1.2.1.1 Štruktúrnosť pôdy.....	13
1.2.1.2 Pórovitosť.....	15
1.2.1.3 Merná hmotnosť.....	15
1.2.1.4 Objemová hmotnosť.....	16
1.2.2 Fyzikálno – mechanické vlastnosti pôdy.....	17
1.2.2.1 Súdržnosť.....	18
1.2.2.2 Priľnavosť.....	18
1.2.2.3 Napučíavanie.....	19
1.2.2.4 Usadenie.....	19
1.2.2.5 Konzistencia.....	20
1.2.2.6 Zrelosť pôdy.....	21
1.2.2.7 Orbový odpor.....	21
1.2.2.8 Trenie pôdy.....	22
1.2.2.9 Pôdny prísušok.....	22
1.3 Závlahy v poľnohospodárstve.....	22
1.3.1 Druhy závlah.....	23
1.3.2 Spôsoby závlah.....	24
1.3.3 Závlahový režim a jeho zabezpečenie v prevádzke.....	25
1.3.4 Technické a technologické riešenie závlahy.....	25
1.3.5 Hlavné závlahové zariadenia.....	26
1.3.5.1 Vodný zdroj.....	26
1.3.5.2 Čerpace stanice.....	27
1.3.5.3 Odberné objekty.....	27
1.3.5.4 Závlahový detail.....	28
1.3.6 Bezpečnostné predpisy pre závlahovú kostru a detail.....	30
1.3.6.1 Všeobecne.....	30
2 CIEĽ PRÁCE.....	32
3 METODIKA PRÁCE.....	33
4 VÝSLEDKY PRÁCE.....	36
4.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku.....	36
4.2 Charakteristika poľnohospodárskej plodiny a pozemku.....	37
4.3 Variabilita vlhkosti pôdy na pozemku.....	39
5 DISKUSIA.....	41
6 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV.....	42
7 ZÁVER.....	43
8 POUŽITÁ LITERATÚRA.....	44

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1 Umiestnenie pôdy medzi geosférami Zeme.	9
Obr. 2 Trojuholníkový diagram.	11
Obr. 3 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve.	24
Obr. 4 Schéma závlahovej kostry.	26
Obr. 5 Schéma rozdelenia zavlažovacích systémov a zariadení.	28
Obr. 6 Navigátor GPS eMap.	34
Obr. 7 Prístroj ThetaProbe (ML2x) s čítacou jednotkou HH2	35
Obr. 8 Mapa záujmového územia.	37
Obr. 9 Zameraný pozemok a monitorovacie body	38
Obr. 10 Variabilita vlhkosti pôdy na zameranom pozemku, % - obj.	40
Tabuľka 1 Rozdelenie závlahových spôsobov a systémov pre špeciálne lodiny	29
Tabuľka 2 Odroda zemiakov, Výsadba, Úroda 2009	38
Tabuľka 3 Vstupné hodnoty vlhkosti pôdy v monitorovacích bodoch.	39
Tabuľka 4 Popisná štatistika pre vlhkosť pôdy	40

POUŽITÉ SKRATKY A OZNAČENIA

a	hĺbka orby	m
b	šírka orby	m
k	merný odpor	kg.m ⁻²
m _s	hmotnosť vzorky	kg
P	pórovitosť pôdy	m ³ .m ⁻³ , %-obj.
P	orbový odpor	kg. m ⁻³
V _t	celkový objem pôdy v neporušenom stave	m ³
V _{nap.}	percento napučiania	%-obj.
V ₁	objem zvlhčenej pôdy	m ⁻³
V ₂	objem suchej zeminy	m ⁻³
V _{usad}	znamená percento usadania od východiskového objemu	%
θ _v	objemovej vlhkosti pôdy	%-obj.
ρ _s	merná hmotnosť pôdy	kg.m ⁻³
ρ _d	Objemová hmotnosť suchej pôdy	kg.m ⁻³
ρ _t	Objemová hmotnosť vlhkej pôdy	kg.m ⁻³

ÚVOD

Pôda patrí k základným prírodným zdrojom na Zemi. Tvorí akísi „most medzi živou a neživou prírodou“. Je najväčšou zásobárňou geochemickej energie živej hmoty. Je hlavným stanovišťom rastlinstva, ktoré je základným zdrojom energie pre existenciu človeka a ďalšie živé organizmy v geobiosfére. Jej prvoradý význam je daný potrebami výživy ľudstva na Zemi, pretože prevažná časť potravy pre ľudí a krmív pre hospodárske zvieratá sa produkuje na pôde. Preto sa pôda nazýva „živiteľkou ľudstva“. Nakoľko túto základnú funkciu pôdy nemôže prebrať žiadny iný prvok krajiny, je treba poľnohospodárskemu využitiu pôdy priznať prioritné postavenie.

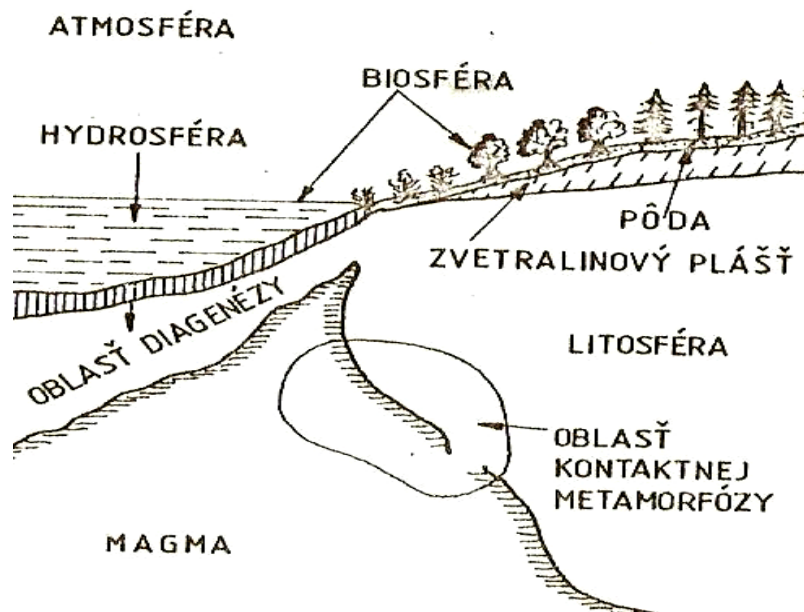
Pôda je zložitý systém, v ktorom prebieha množstvo biologických, chemických a fyzikálno-mechanických procesov s vysokým stupňom vnútornej regulácie a s veľkou citlivosťou na okolité prostredie. Len bezchybným fungovaním tohto systému je pôda schopná zabezpečovať svoje produkčné i mimoprodukčné funkcie.

1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

1.1 Pôda a jej zloženie

Pôda je základnou podmienkou existencie ľudstva, lebo s ňou je nerozlučne spojená výroba prostriedkov výživy. Význam pôdy pre ľudskú spoločnosť je v prvom rade v jej úrodnosti čiže v schopnosti zabezpečovať (vodou, živinami, vzduchom) existenciu a reprodukciu organizmov, predovšetkým rastlín a ich prostredníctvom aj živočíchov a ľudí (Petrov, 1973).

Pedosféra (pôda) je prírodný útvar, ktorý sa vyvíja v dôsledku zložitého, komplexného pôsobenia vonkajších (exogénnych) činiteľov na materskú horninu (endogénny činiteľ) a vyznačuje sa úrodnosťou. Na zemskom povrchu má stále miesto a špecifické postavenie. Na pedosféru (obr.1) veľmi výrazne vplyvajú ostatné geosféry – atmosféra, hydrosféra, litosféra a biosféra ako aj pôsobenie ľudskej činnosti (Hanes a kol., 1997).



Obr. 1 Umiestnenie pôdy medzi geosférami Zeme (Sisák a kol., 1990)

Pôdna hmota, ktorá sa vytvorila v pôdotvornom procese pozostáva z viacerých zložiek. Približne 50% (objemových) pripadá na póry, v ktorých sa nachádza voda (pôdny roztok) a pôdny vzduch a 50% minerálny a organický podiel. Na vytváraní pevnej časti pôdnej hmoty sa minerálny podiel zúčastňuje 95 - 99% a organický podiel 1-5% (Hanes a kol., 1997).

Minerálny podiel pôdy nám charakterizuje mineralogické, chemické a zrnitostné zloženie pôd. Minerálny (anorganický) podiel v pôde sa vyskytuje v kryštalickej, ale

i amorfnej forme. 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, magnetit

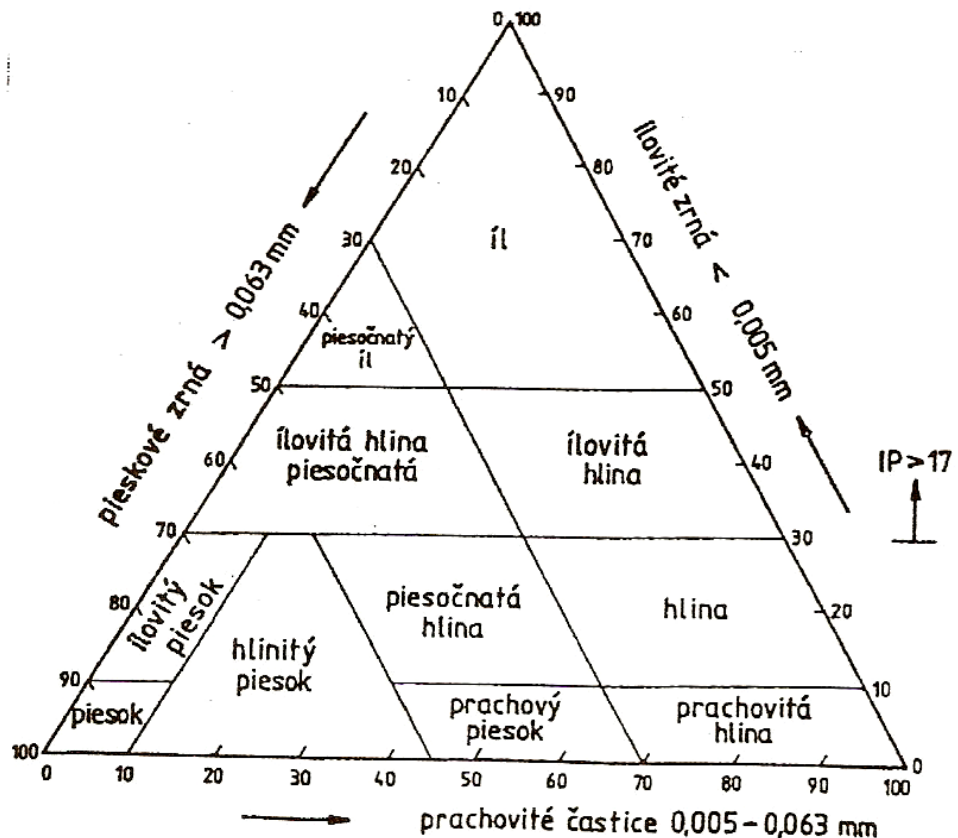
Ílovitá frakcia je zložená hlavne z minerálov – produktov zvetrávania – nachádzajúcich sa v nezvetralých horninách. Hrubšie ílové frakcie môžu obsahovať ešte značné množstvo kremeňa a niečo slúd, kým jemnejšie ílové frakcie sú tvorené hlavne ílovými minerálmi a ďalšími produktmi zvetrávania, napr. hydratovanými oxidmi Fe, Al, Ti a Mn. Ako hlavné minerály v ílovitej frakcii sú hydratované slúdy - illity a vermikulity, kaolinity, halloyzity, 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 zatried'ujeme 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, ílovohlinitá, 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 zrnitostných frakcií sa používajú viaceré laboratórne metódy stanovenia zrnitosti. Klasifikáciu možno dosiahnuť aj podľa tzv. trojuholníkového diagramu (obr.2). 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. 2 Trojuholníkový diagram. (Hanes a kol. 1997)

1.2 Fyzikálne vlastnosti pôdy

Fyzikálnymi nazývame také vlastnosti pôdy, ktoré v svojej podstate vyplývajú z prejavujúcich sa fyzikálnych javov, t. j. zákonov fyziky. Týka sa predovšetkým fyzikálnych vzťahov v pôdnom disperznom systéme. Tento odbor pôdnej fyziky nemožno vyčleniť výraznejšie z komplexu ostatných oborov, ako sú pôdna chémia, fyzikálna chémia, pôdna biológia a iné, pretože sa navzájom veľmi prelínajú. Každá pôda je charakteristická viacerými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré sú podmienené disperziou pôdnych 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 pôdnych 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).

Fyzikálne vlastnosti pôdy významnou mierou vplývajú na priebeh a rýchlosť rôznych fyzikálno-chemických a biologických procesov a taktiež na rozvoj pôdnych mikroorganizmov. Dôležitý vplyv majú na hĺbku pôdy obývanú koreňovým systémom rastlín a na pomocné zastúpenie vody a vzduchu a taktiež i na fyzickú stavbu pôdnych horizontov. Význam fyzikálnych vlastností spočíva i v tom, že na základe ich vzájomného pomeru možno robiť závery o mnohých chemických a biologických aspektoch pôdnej úrodnosti, hlavne pri zabezpečovaní rastlín prístupnými živinami, vodou a vzduchom. Na základe rozsiahleho výskumu a získania nových poznatkov sa ukázala potreba rozčleniť fyzikálne vlastnosti podľa vzťahu k pôde a funkčnosti na dve skupiny:

- základné (prvotné)
- funkčné (druhotné) - sú závislé od základných a sú výsledkom funkcie

pôdy, ako prostredia obývaného rastlinami a živočíchmi. Z hľadiska funkcie pôdy charakterizujú jej vzťah k vzduchu, teplu, vode a fyzikálno-mechanickým vlastnostiam. Zaradujeme k nim vzdušný, tepelný a vodný režim, ďalej k nim patria súdržnosť, lepkosť, konzistencia, vláčnosť, plasticosť, napučovanie, usadenie, orbový odpor, zrelosť pôdy a pôdny prísušok (Hanes a kol., 1997).

1.2.1 Základné fyzikálne vlastnosti pôdy

Základné fyzikálne vlastnosti pôdy sú úzko spojené s priestorovým usporiadaním pôdnej hmoty a jej kvalitatívnymi vlastnosťami. Patria k nim štruktúrnosť, pórovitosť, merná a objemová hmotnosť (Hanes a kol., 1997).

1.2.1.1 Štruktúrnosť pôdy

Vznik a tvorbu rozličných foriem väzby a tmelenia základných štruktúrnych prvkov alebo elementov, ako aj stálosť štruktúrnych agregátov ovplyvňujú fyzikálno-chemické, mechanické a biologické faktory a procesy. Proces tvorby štruktúry nazývame agregácia, kým opačný proces, proces rozpadu alebo rozrušovania pôdnej štruktúry nazývame procesom dezagregácie pôdnej štruktúry. Fyzikálno-chemické procesy spôsobujú zhlukovanie a stmelovanie koloidnodisperzných organických a minerálnych zlúčenín. Tak vzniká pôdny agregát ako zvláštny polydisperzný, heterogénny niekoľkostupňový organo-minerálny komplex. V prvej fáze týchto procesov vznikajú primárne mikroagregáty, ktoré sa môžu ďalej zhlukovať. Tieto mikroagregáty môžu vznikajúť vzájomnou koaguláciou organických a minerálnych mycel, koaguláciou koloidov prostredníctvom elektrolytov /Ca, Mg, Fe, H, Na/, dehydratáciou zúčastnených koloidov, heteropolárnou väzbou, adsorpciou humusových látok na povrch ílových nerastov a prenikaním humusových látok do medzimiriekových priestorov ílových nerastov (Petrov, 1973).

Tvar a veľkosť agregátov a ich usporiadanie je typické pre určité pôdogenetické pomery. Z toho dôvodu sa štruktúra pôdy stala dôležitým kritériom pri rozlišovaní a zaraďovaní pôdnych typov do klasifikačných jednotiek. Podľa tvaru rozlišujeme v pôdach guľovité, kockovité, hranolovité a doskovité štruktúrne agregáty (Sisák a kol., 1990).

Guľovité agregáty sú vo všetkých smeroch zaoblené s nevýraznými hranami a nerovným povrchom. Podľa veľkosti rozlišujeme štruktúru hrudovitú (> 50 mm), hrudkovitú (50 – 10 mm), drobnohrudkovitú (10 – 5 mm), zrnitú (5 – 1 mm) a práškovitú (< 1mm).

Kockovité agregáty majú plochy a hrany výrazne vyvinuté vo všetkých smeroch. Ak sa vyskytujú agregáty nerovnomerne vyvinuté, hovoríme o polyedrickej štruktúre nad 10 mm a drobnopolyedrickej pod 10 mm (Hanes a kol., 1997).

Hranolovité agregáty sa vyznačujú vertikálnou pretiahnutosťou a ostrými alebo zaoblenými hranami. Pri rovnej základni agregátu hovoríme o hranolovitej (50 – 20 mm) štruktúre, pri zaoblenej o stĺpcovitej štruktúre (50 – 20 mm).

Doskovité agregáty majú tvar vyvinutý v horizontálnom smere, sú pretiahnuté, ploché, s veľmi krátkou vertikálnou osou. Podľa hrúbky rozlišujeme doskovitú (5 mm), doštičkovitú, lístkovitú a šupinkovitú štruktúru (Sisák a kol., 1990).

Podľa veľkosti v pôdoznaleckej vede i výskume sa štruktúrne agregáty delia na tri skupiny (obr.3):

- mikroagregáty < 0,25 mm
- makroagregáty od 0,25 – 10 mm
- megaagregáty (hrudy) > 10 mm

Pri obrábaní pôdy sa štruktúrne agregáty pôsobením mechanických, fyzikálno-chemických a biologických faktorov rozrušujú, rozpadajú. Mechanický rozpad pôdnej štruktúry nastáva v povrchových vrstvách pôdy pod tlakom poľnohospodárskych strojov, chôdzou ľudí i pohybom zvierat po povrchu obrábanej plochy. Štruktúrne agregáty sa ďalej rozpadávajú pri obrábaní pôdy (kultivátorovanie, bránenie a orba), i mechanickým účinkom ťažkých kvapiek vody za prudkých dažďov, krupobitia a pod. Výsledkom týchto tlakov je rozrušenie jemných koloidných obalov stmelujúcich pôdne zrna, čo vedie k zníženiu vodostálosti štruktúry a rozpadu agregátov (Petrov, 1973).

Význam štruktúry pre pôdu je veľmi dôležitý. Sama štruktúra významne ovplyvňuje predovšetkým množstvo a zloženie pórov podľa veľkosti, to znamená zastúpenie pórov kapilárnych, semikapilárnych a nekapilárnych.

Z mikromorfologických výskumov a pozorovaní je známe, že agregácia v pôde, zvlášť v povrchovej vrstve býva niekoľkostupňová, to znamená, že elementárne častice piesku, prachu a ílu najčastejšie vytvárajú najskôr mikroagregáty, potom väčšie agregáty až pomerne veľké zhluky. Od zloženia pórov závisí napr. retenčná schopnosť pôdy pre vodu, infiltrácia vody do pôdy, ďalej priepustnosť pôdy pre vodu a vzduch (Sisák a kol., 1990).

Pri priaznivej štruktúre je počiatková infiltrácia dosť veľká a pri normálnom poklese sa redukuje na príliš malé hodnoty. Dobrá štruktúra pôd má i dobré technologické vlastnosti, hlavne pri spracovaní pôd, alebo technických melioračných opatreniach. Dobrá štruktúra pôd zabezpečuje i optimálne teplotné pomery v nich (Hanes a kol., 1997).

1.2.1.2 Pórovitosť

Pórovitosť pôdy (symbol P) vyjadruje sumárny objem všetkých pórov a medzier nachádzajúcich sa medzi pevnými časticami vyjadrený v % k celkovému objemu pôdy v neporušenom stave. Nestanovuje sa priamo, ale vypočítame ju podľa vzorca:

$$P = \frac{V_p}{V_t} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}) \quad (1)$$

$$P = \frac{V_p}{V_t} \cdot 100 \quad (\% \text{ obj.}) \quad (2)$$

Pórovitosť pôdy, ktorá vyjadruje pomer medzi objemom pórov v pôde V_p a celkovým objemom pôdy v neporušenom stave V_t , dosahuje pri poľnohospodárskych pôdach hodnoty 0,3 (piesočnaté) až 0,6 (ílovité). (Antal a kol., 1989)

Podľa rozmerov rozoznávame póry jemné, kapilárne/vlásočnice / s priemerom menším než 0,2 mm a nekapilárne póry. Kapilárne póry prevládajú v ťažších pôdach s veľkým obsahom ílnatých častíc, nimi vzlína podzemná voda až k povrchu pôdy, za vlhka sú úplne naplnené vodou. Pôsobia v nich povrchové sily pevných čiastočiek tvoriacich steny kapilár. Väčšie nekapilárne póry zasa prevládajú v ľahších piesočnatých pôdach. Vďaka správne pomeru kapilárnych a vzdušných nekapilárnych pórov v štruktúrnych pôdach vzniká v týchto pôdach správny pomer medzi vzduchom a vodou, čím sa vytvárajú najlepšie podmienky pre vývoj koreňovej sústavy rastlín (Petrov, 1973).

Pre teoretický výpočet možnej pórovitosti sa obyčajne zohľadňuje priestorové usporiadanie pôdnej hmoty. Pri kubickom usporiadaní guľičiek, keď sa z nich dotýka 6 susedných guľičiek, je teoreticky možné 47,64 % pórovitosti a 52,36 % zaberá pevná fáza pôdy. Pri hexagonálnom alebo rombickom usporiadaní, keď sa dotýka 12 guľičiek, je pórovitosť len 25,95 % a pevná fáza zaberá objem 74,05 %. (Hanes a kol., 1997).

1.2.1.3 Merná hmotnosť

Merná hmotnosť pôdy (ρ_s) je v podstate hmotnosť jednotky pevnej zeminy. Vyjadruje sa v $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$. Hodnota mernej hmotnosti pôdy závisí predovšetkým od jej mineralogického zloženia. Na slabo humózných pôdach, v ktorých podstatnú časť minerálneho podielu tvoria živce, slúdy a kremeň, je merná hmotnosť obdobná ako pri

týchto mineráloch / 2,65 – 2,75/. Zvyšujúcim sa obsahom organickej hmoty sa merná hmotnosť pôdy znižuje. Mechanickými zásahmi pri obrábaní pôdy sa merná hmotnosť pôdy aktuálne nemení (Vološin a kol., 1998).

Hodnoty mernej hmotnosti pôdy získavame podľa vzorca:

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (3)$$

Merná hmotnosť pôdy, ktorá vyjadruje hmotnosť jednotkového objemu tuhej fázy pôdy, závisí od mineralogického zloženia pôdy a od obsahu organických látok v nej. Pre väčšinu minerálnych pôd $\rho_s = 2600$ až $2700 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (Antal a kol., 1989).

K zníženiu hodnôt mernej hmotnosti dochádza častejšie v humusovom horizonte v dôsledku zapravovania rôzneho množstva organických hmôt. K zvýšeniu dochádza v dôsledku dlhodobého nedodávania organickej hmoty a poklesu obsahu humusu v pôde a taktiež zmyvom alebo prehlbovaním orníčiny, do ktorej sa dodáva väčšia časť minerálneho podielu z nižšie ležiacich horizontov s prímiesou kremeňa alebo železa (Hanes a kol., 1997).

1.2.1.4 Objemová hmotnosť

Objemová hmotnosť pôdy predstavuje hmotnosť jednotkového objemu pôdy v jej prirodzenom uložení. Vyjadruje sa v $\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$. Má vždy nižšiu hodnotu než merná hmotnosť pôdy. Závisí od spôsobu vzájomného uloženia mechanických elementov (zrnitosti) a štruktúrnosti pôdy (Cigľar a kol., 1998).

Objemová hmotnosť suchej pôdy sa vyjadruje vzorcom:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V_t} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (4)$$

Objemová hmotnosť suchej pôdy vyjadruje hmotnosť jednotkového objemu suchej pôdy v neporušenom stave. Hodnota ρ_d závisí najmä od zrnitostného zloženia, pórovitosti a štruktúry pôdy.

Objemová hmotnosť vlhkej pôdy sa vyjadruje vzorcom:

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}) \quad (5)$$

Objemová hmotnosť vlhkej pôdy vyjadruje hmotnosť jednotkového objemu vlhkej pôdy v neporušenom stave (Antal a kol., 1989).

Na zmenu objemovej hmotnosti pôdy z prírodných činiteľov vplývajú:

➤ dážď a obsah vody v pôde, rozbíjanie agregátov kvapkami vody, napučíavanie a zmršťovanie pôd s vysokým podielom ílovitých častíc pri zmene vlhkosti

➤ zamrzanie a rozmrzanie vlhkej pôdy

➤ pôdne organizmy, ako sú rozličné živočíchy, ale najmä koreňová sústava rastlín

Objemová hmotnosť pôdneho profilu do hĺbky 1m je najvýraznejším univerzálnym ukazovateľom fyzikálneho stavu pôdy. Objemová hmotnosť pôdy je integrálnou hmotnosťou zrnitosti pôdy, obsahu humusu a antropických vplyvov na pôdu v podmienkach rastlinnej výroby. Môže sa využiť ako všeobecne platný parameter komplexného hodnotenia produkčnej schopnosti stanovišťa (Vološin a kol., 1998).

Objemová hmotnosť odráža stav priestorového usporiadania pôdnej hmoty a jej pórovitosti. Prejavom rôznej objemovej hmotnosti je určitý objem kyprosti a zhutnenia pôd. Za kyprú pôdu považujeme takú, v ktorej sa pôdne častice najčastejšie nachádzajú v stave drobnohrudkovitých štruktúrnych agregátov, voľne uložených, s prevahou nekapilárnych pórov. Hodnoty objemovej hmotnosti sú dôležité aj pre výpočet potreby vápnenia a zásob humusu a prepočet hmotnostnej vlhkosti na objemovú. Pre väčšinu poľnohospodárskych plodín sa vytvárajú optimálne podmienky vodného, vzdušného a tepelného režimu pri objemovej hmotnosti pôdy od 1,00 – 1,3 mg.m⁻³ (Hanes a kol., 1997).

1.2.2 Fyzikálno – mechanické vlastnosti pôdy

Pod fyzikálno – mechanickými vlastnosťami pôd rozumieme súhrn vlastností pôd, spojených predovšetkým s 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).

1.2.2.1 Súdržnosť

Súdržnosť, kohéziu pôdy spôsobuje vzájomná príťažlivosť medzi molekulami a mechanickými elementmi. Prejavuje sa schopnosťou pôdy odolávať vonkajšiemu tlaku pôsobiacemu na drobenie agregátov a schopnosť klásť odpor pri vnikaní cudzích telies do pôdy. Pri menšej vlhkosti sú častice spojované vodnými prstencami na styku častíc. Kohézia je priamo úmerná povrchovému napätiu vody a nepriamo polomeru častíc. Nakoľko je kohézia funkciou počtu a hrúbky vodných obalov, je závislá i na množstve pôdnych koloidov (Hanes a kol., 1997).

Vonkajším znakom súdržnosti je pevnosť, väzkosť pôdy. Opakom súdržnosti je sypkosť. Čím viac ílových a prachových zŕn /I. a II. kategórie/ a koloidných látok je v pôde, tým väčšia je jej súdržnosť. Súdržné ílovité a hlinité pôdy nazývame ťažkými, piesočnaté pôdy ľahkými. Pri nedostatku vody v ílovitých pôdach sa zvyšuje ich súdržnosť, takže sa pôda veľmi ťažko obrába. Piesočnaté pôdy pri obrábaní kladú malý odpor a ich čiastočky sa nelepia na náradie. Obidva uvedené stavy súdržnosti sú krajné a nežiadúce, preto ich odstraňujeme vhodnou agrotechnikou a opatreniami. Nežiadúcu súdržnosť pôdy zlepšujeme pridávaním organických látok a pod. (Petrov, 1973).

V pôdoznactve v súvislosti s kohéziou sa uvádza i pojem koherencia, čo znamená vzájomné priťahovanie pôdnych častíc holými povrchmi /za sucha/. Súdržnosť a pevnosť pôdnych častíc – agregátov sa zisťuje laboratórnymi meraniami tlaku potrebného na drobenie alebo drvenie vysušených prirodzených štruktúrnych agregátov o priemere 5 mm. (Sisák a kol., 1990).

1.2.2.2 Priľnavosť

Priľnavosť pôdy je daná vzájomným priťahovaním pôdnych častíc s časticami telesa vnikajúceho do pôdy. Prejavuje sa prílepovaním pôdnej hmoty na teleso. Najintenzívnejšie pôsobia adhézne sily pri vlhkosti pôdy, ktorá zodpovedá vyššej hodnote ako je dolná hranica plasticity pôdy. Molekuly vody vytláčajú absorbovaný vzduch a pôsobia povrchovým napätím (Hanes a kol., 1997).

S pribúdajúcim obsahom vody v pôde jej príľnavosť sa zvyšuje / najväčšia je pri ílovej pôde pri vlhkosti 70 – 80 % / až do určitého štádia, po dosiahnutí ktorého sa znižuje, lebo pri vyššom obsahu vody sa pôda začína rozplývať. Stupeň príľnavosti sa zisťuje laboratórne. Vyjadruje sa v g/cm². Najväčšiu príľnavosť majú ílovité zeminy – 400 g/cm², veľmi malú hlinitopiesočnaté pôdy (Petrov, 1973).

Prilnavosť je veľmi dôležitou vlastnosťou pôdy aj pri rozhodovaní o vhodnosti obrábania pôd, najmä v jarnom období na začiatku poľných prác. Orbou vlhkých ílovitých pôd pri značnej lepivosti sa tvoria veľké nerozpadavé brázdové odvaly (Sisák a kol., 1990).

1.2.2.3 Napučíavanie

Napučiavanie pôdy je zväčšovanie objemu pôdy spôsobené zvlhčením pôdy. Touto vlastnosťou sa vyznačujú najmä ílovité pôdy s väčším obsahom koloidov. Prijímaním vody (zväčšovaním hydratačných obalov) sa koloidy vzájomne od seba oddeľujú, a tým zväčšujú svoj objem. Napučíavanie sa prejavuje tlakom na okolie a vypočítame ho podľa vzorca:

$$V_{\text{nap.}} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100 \quad (6)$$

kde: $V_{\text{nap.}}$ = % napučíavania,
 V_1 – objem zvlhčenej pôdy,
 V_2 – objem suchej zeminy.

Značnejším napučíavaním sa vyznačujú najmä pôdy s väčším obsahom minerálov montmorilonitovej skupiny, na ktoré pôsobí vnútrokryštalické napučíavanie, ako aj pôdy nasýtené jednomocným kationom sodíka /Na/. Napučíavanie môže vyvolať nepriaznivé zmeny v povrchovej vrstve pôdy, lebo pôdne čiastočky sa môžu natoľko oddeliť obalmi vody, že sa tým ničí pôdna štruktúra (Petrov, 1973).

1.2.2.4 Usadenie

Usadenie pôdy je dôsledok straty vody, ktoré taktiež veľmi účinne pôsobí na štruktúrne vlastnosti pôdy, niekedy účinky usadenia pôd pôsobia veľmi škodlivo nielen na pôdne vlastnosti, ale aj na vegetáciu. Pri vysychaní ťažkých pôd a ich usadení vznikajú až 0,15m široké a 1 – 3m hlboké pukliny. Usadenie pôdy býva jednou z príčin povrchového zosunu pôd na svahovitom teréne. Usadenie pôdy ako aj napučíavanie závisí od disperznosti zeminy, od množstva vlhky a od kationov zloženia. Usadenie pôdy vyjadrujeme v % k pôvodnému objemu pôdy (Hanes a kol., 1997).

Usadenie pôdy teda znamená zmenšenie objemu vody pri vysychaní. Závisí od tých istých faktorov ako napučíavanie. Meria sa v objemových percentách vo vzťahu k východiskovému objemu podľa vzorca:

$$V_{\text{usad}} = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100 \quad (7)$$

kde: V_{usad} znamená percento usadania od východiskového objemu,
 V_1 – objemu zvlhčenej pôdy,
 V_2 – objem suchej pôdy (Petrov, 1973).

1.2.2.5 Konzistencia

Konzistencia závisí od obsahu vody v pôde a od schopnosti koloidných častíc viazať vodu. Sú stavy, že rozličné pôdy i pri rovnakej vlhkosti majú odlišnú konzistenciu a niekedy pri dosiahnutí rovnakej konzistencie majú odlišnú vlhkosť. Preto konzistencia sa stáva charakteristická pre pôdne typy, ale i pre pôdne horizonty (Hanes a kol., 1997).

Na základe množstva vody sa označenie konzistenčných hodnôt jemnozemných zemín používa nasledovne:

- Tvrdosť (pevnosť) pôdy sa vyznačuje maximálnou súdržnosťou a minimálnou priľnavosťou.
- Tvárnosť alebo plastičnosť vyjadruje schopnosť zeminy formovať sa pri určitej vlhkosti do určitého trvalejšieho tvaru, ktorý je značne závislý od množstva koloidného ílu a jeho hydrofilnosti.
- Mazľavosť vyjadruje stav zeminy pri zvýšenom obsahu vody a prejavuje sa zvýšenou tvárnosťou a zníženou súdržnosťou.
- Kašovitosť sa prejavuje, keď je pôda presýtená vodou, pričom stráca súdržnosť a priľnavosť.

Konzistencia piesočnatých pôd je za sucha sypká, pri určitom obsahu vody má náznaky súdržnosti a pri presýtení vodou sa chová ako tečúce piesky (Sisák a kol., 1990).

1.2.2.6 Zrelosť pôdy

Zrelosť pôdy predstavuje optimálny stav pôdy, ktorý umožňuje najvhodnejšie obrábanie (pôda sa nemaže, ani nerozprašuje) a je priaznivý pre rast a vývoj rastlín. Základnou podmienkou zrelosti je stabilná, drobnohrudkovitá štruktúra, ktorá je schopná dlhší čas udržiavať optimálnu vlhkosť (Hanes a kol., 1997).

Od jesene až do jari fyzickú zrelosť pôdy napomáha rozpad odvalov na drobnejšie hrudky pôsobením mrazu, v priebehu vegetačného obdobia fyzickú zrelosť udržiava rastlinný kryt, ktorý chráni pôdu pred neproduktívnym výparom a vysychaním, a po zbere úrody priaznivo pôsobí včasná podmietka, ktorá zabraňuje prudkému vysychaniu pôdy. Biologickú zrelosť pôdy zabezpečuje intenzívny rozvoj a činnosť pôdnych mikroorganizmov, a s tým spojené uvoľňovanie a sprístupňovanie živín, čo všetko závisí od priaznivého hydrotermického režimu pôd, ako aj od primárneho obsahu organickej hmoty a jej chemického zloženia (Petrov, 1973).

1.2.2.7 Orbový odpor

Orbový odpor v poľnohospodárskej praxi sa nazýva merný odpor, ktorý pôda kladie pri krájaní, drobení a obrácaní priečného rezu odvalu. Pri zisťovaní orbových odporov sa súčasne skúma potreba ťažnej sily a výkon na háku. Orbový odpor vypočítame podľa vzorca:

$$P = K \cdot a \cdot b \quad (8)$$

K = merný odpor v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ predstavuje pomer medzi množstvom energie potrebnej na odkrojenie a obrátenie odvalu a na trenie o pracovný povrch náradia a plochu priečného rezu ovalu.

Najčastejšie ho zisťujeme dynamometricky; a = hĺbka orby v m; b = šírka záberu v m (Sisák a kol., 1990).

Hodnota orbového odporu úzko súvisí so základnými fyzikálnymi a technologickými vlastnosťami pôdy. Pre pôdy s odlišnou zrnitosťou uvádzame všeobecne používané normatívne hodnoty orbových odporov v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$:

- ľahké pôdy: $2 - 4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- stredne ťažké: $4 - 6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- ťažké: $6 - 8 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$
- veľmi ťažké: $8 - 10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ (Hanes a kol., 1997).

1.2.2.8 Trenie pôdy

Trenie pôdy sa prejavuje pri obrábaní pôdy a vyplýva z odporu proti deformácii a z trecieho odporu pôdy, ktorá sa kĺže po kovovom povrchu náradia, hovoríme o vonkajšom trení a keď nastáva kĺzanie zeminy po zemine, hovoríme o vnútornom trení. Pri pohybe zeminy po kovovom povrchu alebo zeminy po zemine narážajú na seba povrchové nerovnosti a buď sa odlamujú alebo plasticky deformujú. Vlhkosť kĺzavého trenia závisí od stavu trecích plôch (povrchových nerovností) a tlaku, ktorý pôsobí na zeminu, od trecieho uhla (postavenie náradia a jeho pohybu), od zrnitosti, štruktúrnosti a vlhkosti pôdy (Sisák a kol., 1990).

Koeficient trenia sa značne mení od 0,2 – 1,0. Zvyšovaním obsahu vody sa trenie zväčšuje, maximum dosahuje pri 55 % vlhkosti z plnej vodnej kapacity (Petrov, 1973).

1.2.2.9 Pôdny prísušok

Vytvára sa obyčajne na povrchu ťažších pôd po rýchlom vysušení vlhkej neštruktúrnej pôdy. Príčinou tvorby pôdneho prísušku popri vyššom obsahu ílu môžu byť aj sodné soli / na solončákových pôdach/, vzliňajúce pomocou kapilárnej vody zo spodných vrstiev k povrchu. Tvorbu prísušku podporuje aj prudký, prípadne dlho trvajúci dážď, zavlažovanie postrekom a obrábanie pôdy pri nevhodnej vlhkosti (Hanes a kol., 1997).

Prísušok obmedzuje prijímanie vody pôdou, zvyšuje výpar, obmedzuje prevzdušňovanie a vývoj koreňovej sústavy. Vytvorený prísušok odstraňujeme včasným povrchovým kyprením a udržiavaním pôdy v dobrom štruktúrnom stave (Sisák a kol., 1990).

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).

Fyzikálne vlastnosti pôdy sa vplyvom zmeny jej vlhkosti menia. Nedostatok, ale aj nadbytok vody nepriaznivo ovplyvňuje štruktúru, pórovitosť stavu a veľkosť pôdných agregátov, tepelný režim pôdy, atď. Optimálne množstvo vody v pôde je určené

podielom nasýtenia PVK. Poľnou vodnou kapacitou PVK – sa rozumie schopnosť pôdy udržať v sebe určité množstvo vody. Voda patrí medzi základné časti zloženia pôdy ako organickej hmoty. Doplňenie vody do pôdy vykonáme pomocou zavlažovania. Voda veľmi výrazne ovplyvňuje fyzikálnu, chemickú a biologickú činnosť pôdy (Ružička, 1996).

1.3.1 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.

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.

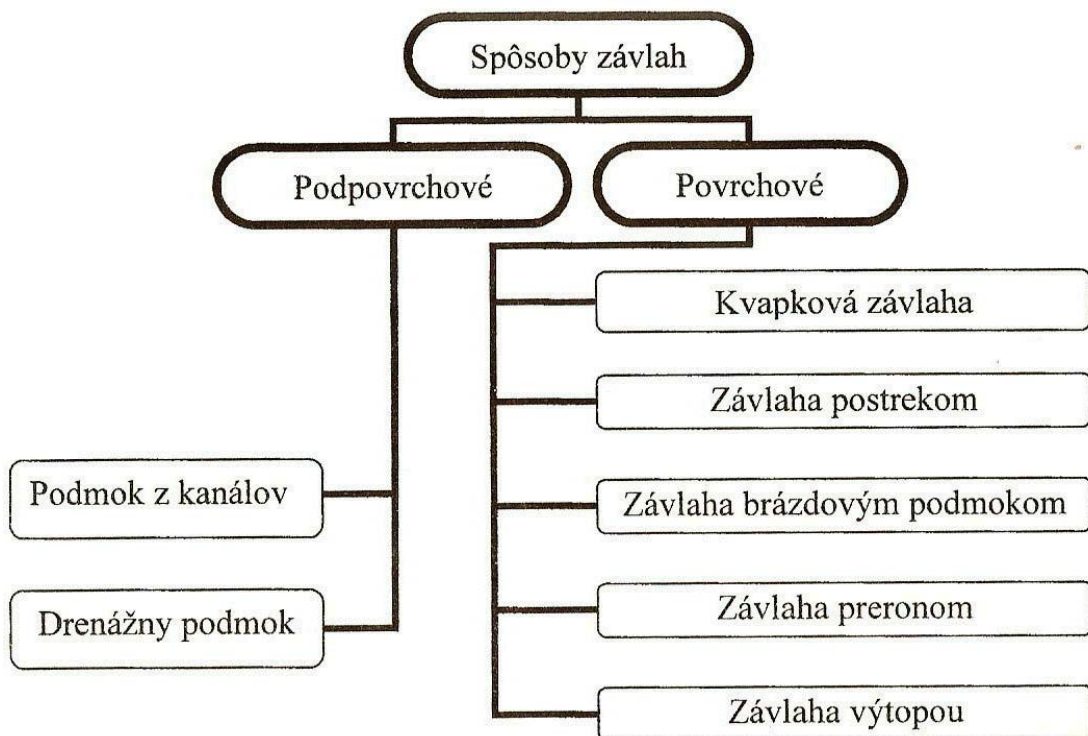
3.) Špeciálna závlaha – sledujeme u nej špeciálny účel, ako je napr. oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám atď. (Jobbágy, Simoník, 2009).

Podľa vlastného vykonania závlah a ich technického vybavenia rozdeľujeme závlahy na jednotlivé spôsoby, a to:

- zavlažovanie postrekom – používa sa celý rad strojových zariadení, čo síce prevádzku zdražuje, dáva sa však zároveň možnosť mechanizácie práce, a tým aj zvýšenia produktivity práce,
- gravitačné zavlažovanie – využívame pri ňom prirodzený alebo umelo vytvorený spád zavlažovacieho pozemku, po ktorom necháme tiecť a presakovať vodu do pôdy,
- drenážne zavlažovanie – umožňuje využívať podzemnú vodu z rúrkovej drenáže pre zásobovanie plodín vodou (Haverlik a kol., 1996).

1.3.2 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. Pri povrchovej závlahe je voda privádzaná na povrch poľa vzduchom (postrek) alebo súvislou vrstvou vody (Baker a Simoník, 1989).



Obr. 3 Spôsoby závlah v poľnohospodárstve (Simoník, 2009).

Pôdu zavlažujeme rôznymi spôsobmi. Základné rozdelenie je nasledovné:

- závlaha zátopou je spôsob, keď sa na ohraničený pozemok privedie voda, ktorá vsakuje do 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 srenáž je známa väčšinou ako prostriedok na odvodňovanie. Voda sa do pôdy privádza drenážnym systémom a pôda sa zavlažuje podzemným podmokom,

- závlaha postrekom – závlahová voda sa na pozemok privádza potrubím a rozstrekuje sa pod určitým tlakom postrekovacím zariadením (Simoník a kol., 2009).

1.3.3 Závlahový režim a jeho zabezpečenie v prevádzke

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:

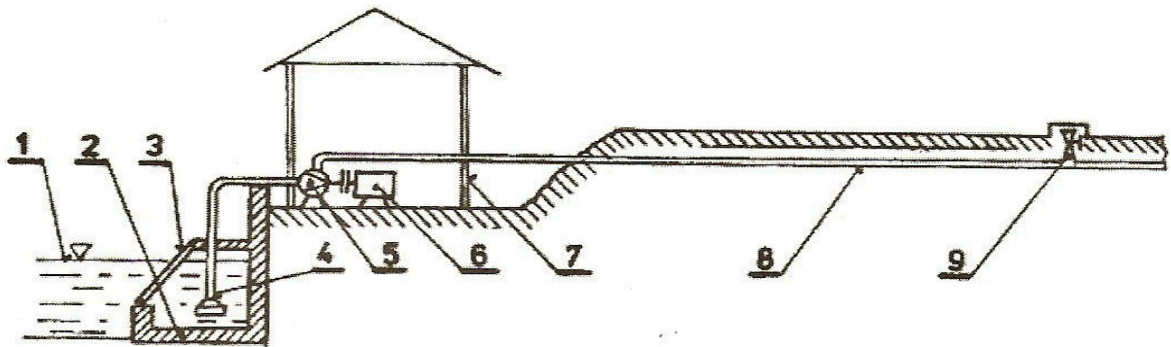
- krytie vlhovej potreby plodín počas celého vegetačného obdobia a zabezpečenie vysokých úrod,
- zachovanie minimálnej zásoby prístupnej pôdnej vlahy, aby nedochádzalo k narušeniu rastu a vývoja plodín,
- vytvorenie ideálnych vlhkostných podmienok, živinného a teplotného režimu pôdy a maximálne využitie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

1.3.4 Technické a technologické riešenie závlahy

V odbornej terminológii používame pri stavebno – technickom usporiadaní závlahových sústav nasledovné členenie:

- hlavné závlahové zariadenie – závlahová kostra: vodný zdroj, odberný objekt, prívod vody k čerpacím staniciam, čerpacie stanice, podpovrchový rúrový rozvod, hydranty na odber vody na poli (obr. 4).

- závlahový detail: sú to 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 – odberný objekt, 3 – hrablica, alebo mreža na zachytenie nečistôt, 4 – nasávací časť, 5 – čerpadlo, 6 – elektromotor, 7 – čerpacia stanica, 8 – podpovrchový rúrový rozvod, 9 – hydrant s ventilom.

1.3.5 Hlavné závlahové zariadenia

Pod termínom hlavné závlahové zariadenia sa rozumejú všetky prvky závlahovej sústavy, ktoré slúžia na odber závlahovej vody, na jej prívod k zavlažovanému územiu a hrubému rozvodu vody po zavlažovanej ploche. Zloženie a druh týchto prvkov závisí od hydrologických podmienok zavlažovaného územia, od výškovej polohy a konfigurácie zavlažovaného územia, od veľkosti zavlažovanej plochy, spôsobu zavlažovania a požiadaviek na mechanizáciu, či automatizáciu závlahovej prevádzky (Benetin a kol., 1979).

1.3.5.1 Vodný zdroj

Nevyhnutnou podmienkou pre každý spôsob závlahy z hľadiska rozvoja závlahových sústav je zdroj závlahovej vody. Na závlahu sa môžu využívať povrchové, podzemné a čisté odpadové vody v závislosti od miestnych vodohospodárskych podmienok. Vodné zdroje zásobujúce závlahové systémy sú: prirodzené vodné toky, prirodzené alebo vodné nádrže, umelé vodné toky (kanály), podzemné vody, odpadové vody. Na Slovensku sa pre závlahy využívajú najmä vodné toky a vodohospodárske diela (rieky, kanály, viacúčelové nádrže, malé vodné nádrže) (Simoník a kol., 2009).

Vodný zdroj, ak bol správne zvolený, a teda nedochádza k jeho znečisťovaniu a zanášaniam, obvykle vyžaduje iba drobné udržiavacie práce, ako úprava svahov, výpustkov, stavidiel, mazanie zdvíhacích mechanizmov a pod. (Havelik a kol., 1996).

1.3.5.2 Čerpacie stanice

Čerpacie stanice sú jedným z prvkov závlahových sústav. Samotná čerpacia stanica hydraulického systému čerpacej techniky je väčšinou komplex viacerých čerpadiel s nevyhnutným potrubným systémom, armatúrami a podsystémom riadenia parametrov čerpacej stanice. Rozoznávame nasledujúce hlavné typy čerpacích staníc: melioračné, priemyselné, vodárenské, kanalizačné (Simoník a kol., 2009).

Hlavné časti čerpacej stanice sú: vtokový objekt, sacia nádrž, sacie potrubie, strojovňa (z čerpadlami, hnacími strojmi, zasúvačmi a regulačným zariadením) a výtláčne potrubia (so spätnou klapkou).

Podľa pracovného tlaku sa delia čerpacie stanice podobne ako čerpadlá na nízkotlakové, strednotlakové a vysokotlakové (Benetin a kol., 1979).

Čerpacie stanice rozdeľujeme aj podľa funkcie a to na:

- prečerpávacie (podávacie) stanice, ktoré prečerpávajú vodu z vodovodného stroja do privádzača alebo zásobnej nádrže, sú väčšinou nízkotlakové
- základné stanice dodávajú vodu do závlahovej siete
- zvyšovacie stanice zabezpečujú potrebný tlak pri veľkých geodetických rozdieloch
- špeciálne stanice upravené na osobitné účely, napr. na čerpanie hnojovice (Novotný a Šanta, 1990).

Základnou časťou čerpacích staníc sú čerpadlá. Ich počet a výkon je závislý od prevádzkového harmonogramu zavlažovania.

Čerpadlá udržíme podľa predpisov určených výrobcom. Po skončení sezóny všetku vodu z čerpadla vypustíme a celé čerpadlo nakonzervujeme. Vnútrajšok konzervujeme tak, že do čerpadla napustíme riedky olej a na krátky čas ho uvedieme do chodu (Haverlík a kol., 1996).

1.3.5.3 Odberné objekty

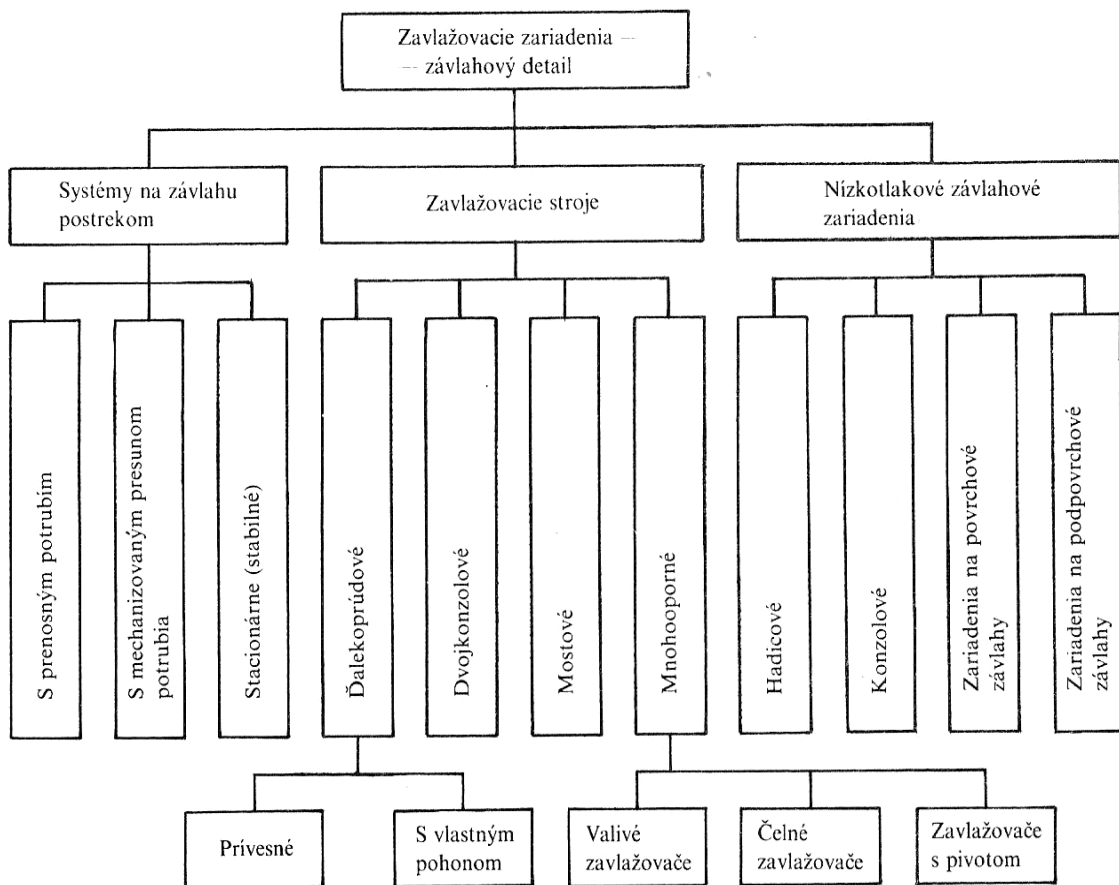
Odberné objekty majú rôzne technické riešenie (brehové objekty, výpuste, združené odberné objekty, nánosy, šachtové odbery a pod.). Tieto objekty sú určené k odberu závlahovej vody zo zdroja. Ich úlohou je zabezpečiť plynulý a regulovateľný prietok závlahovej vody, ďalej musí zabraňovať vznikaníu splavenín a zaisťovať dostatočnú ochranu vstupnej časti potrubia. Vybavuje sa uzavieracími a regulačnými zariadeniami, hrablicami, prípadne špeciálnymi sieťovými filtrami na zachytávanie

splavenín. V odôvodnených prípadoch sa umiestňuje pred odberný objekt lapák piesku a sedimentačná nádrž (Novotný a Šanta, 1990).

Pri tlakovom prívode a rozvode závlahovej vody sa často čerpacia stanica situuje v blízkosti odberného objektu. Potom sa voda z odberného objektu privádza do šachty alebo bazény so sacími košmi. Odberný objekt na rozvodných kanáloch sa obyčajne buduje spolu s čerpacou stanicou (Benetin a kol., 1979).

1.3.5.4 Závlahový detail

Účelom zariadení závlahového detailu je v nadväznosti na závlahovú sieť rozvádzať vodu po zavlažovanej ploche dávkovať ju rastlinám podľa ich požiadaviek a podľa vsakovacej schopnosti pôdy. Tri základné spôsoby – závlaha postrekom, povrchová závlaha a podpovrchová závlaha sa delia na rôzne systémy a využívajú sa pri nich mnohé závlahové stroje (obr.5) a zariadenia. Pri zavlažovaní špeciálnych plodín, ktoré majú osobitné nároky na závlahovú techniku, je variabilita systémov ešte širšia a výber náročnejší (tab.1) (Novotný a Šanta, 1990).



Obr. 5 Schéma rozdelenia zavlažovacích systémov a zariadení. (Novotný a Šanta, 1990)

Tabuľka 1 Rozdelenie závlahových spôsobov a systémov pre špeciálne plodiny, (Novotný a Šanta, 1990)

Spôsob závlahy	Systémy		
Postrekom	stacionárne	podzemné linky linky na teréne zavesené linky	postrekovače: P-Z, PUK-1, PUK-2 PV-2
		vejár	bez postrekovačov
	mobilné	pásové zavlažovače širokozáberové zavlažovače postrekovače s ďalekým dostrekom	
prenosné	prenosné potrubie s postrekovačmi ručné navijaky s ťahanými postrekovačmi		
Povrchová	gravitačné	podmok	brázdový okružné brázdy
		lokalizovaná výtopa	závlaha do mís nádržková výtopa kontúrová závlaha
	bodová závlaha perforované hadice		na teréne v brázdach
Podpovrchová	s podzemnou vodou	regulačná drenáž podmok z kanálov	
	bez podzemnej vody	bodová závlaha pomalá podpovrchová závlaha podpovrchová závlaha s nepriepustnou clonou	
Kvapková	s kvapkovačmi	nad terénom na teréne	
	pórovité potrubie	na teréne v zemi	

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 s širokým sortimentom pásových zavlažovačov. Dnes sa všetky stroje uvedenej kategórie dovážajú (Simoník a kol., 2009).

1.3.6 Bezpečnostné predpisy pre závlahovú kostru a detail

1.3.6.1 Všeobecne

Predpisy pre obsluhu závlahových postrekovačov rastlín v blízkosti vonkajších elektrických vedení platia pre obsluhu závlahových postrekovačov rastlín v blízkosti vonkajších el. vedení do 400 kV (vrátane). Závlahový postrek je v blízkosti vedení dovolený len vodou, pokiaľ zodpovedá požiadavkám na akosť závlahovej vody a pokiaľ jej hodnota mernej vodivosti nie je väčšia než $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Umiestnenie postrekovacích zariadení a vykonávanie závlahového postreku v ochrannom pásme v zmysle ustanovení vládneho nariadenia č. 80/1957 Z. z. je riešené úľavou, povolenou príslušnými organizáciami z uvedeného vládneho nariadenia. Táto úľava je platná pre prevádzku závlahových postrekovačov rastlín pri postupe podľa tejto normy.

Pri postreku rastlín v blízkosti elektrických vonkajších vedení je treba dodržať tieto základné bezpečnostné opatrenia:

- používanie len takých postrekovačov, ktoré majú trubice upravené tak, aby súvislý vodný prútok nedosahoval vyššie než 2 cm zeme,
- postrekovače musia mať dostatočnú stabilitu,
- nesmie sa podstatne meniť sklon vodného lúča zdržaním postrekovača, podkladaním predmetov pod trojnohu alebo sane postrekovača a pod.,
- potrubie ak je vedené nad zemou, musí byť uzemnené,
- kovové potrubie uložené pod zemou musí byť vzdialené od základov stožiarov najmenej: 5m u vedení do 35 kV, 10 m u vedení nad 35 kV do 110 kV, 15m u vedení nad 110 kV.
- Pri dodržaní bodov a) až c) nemusí byť postrekovač samostatne uzemnený, nakoľko náhodné postreknutie neohrozuje ani bezpečnosť obsluhujúcich dotykovým, alebo krokovým napätím, ani bezpečnosť prevádzky el. vedenia,
- Potrubie uložené na zemi netreba uzemňovať. (STN 343089, 1971)

Obsluha zavlažovacieho zariadenia musí byť osobou aspoň poučenou v zmysle STN 343110, preukázateľne vyškolenou a vycvičenou v poskytnutí prvej pomoci pri úrazoch elektrinou a v bezpečnom používaní a montáži závlahových zariadení v blízkosti energetických zariadení.

Rozdiel medzi konvenčným a presným poľnohospodárstvom spočíva v tom, že konvenčné poľnohospodárstvo sa opiera o predpoklad, že pole po celej svojej ploche predstavuje uniformné a homogénne prostredie, takže priemyselné hnojivá, chemické prostriedky a osivo sú dávkované jednotne po celej ploche, pričom presné poľnohospodárstvo zohľadňuje skutočnosť, že pole ako celok, ako aj pôda svojimi vlastnosťami, zásobami živín, vlhkosťou a pod. predstavujú priestorovo diferencované prostredie a tejto skutočnosti je prispôsobovaný systém hnojenia, aplikácie osiva a chemických prostriedkov (Nozdrovický, 1997).

Podľa definície Americkej spoločnosti poľnohospodárskych inžinierov ASAE základným cieľom presného poľnohospodárstva je „*usmerňovať vstupy a technológie v závislosti od lokálnych podmienok v rámci poľa tak, aby bolo možné vykonať správny zásah na správnom mieste, v správnom čase a správnym spôsobom*“ (ASAE, 1998).

V určitej časti poľnohospodárskej verejnosti je tento systém ešte chápaný ako systém budúcnosti, ktorý je pre súčasných poľnohospodárov neustále sa stretávajúcích s rôznymi, aj existenčnými problémami, nedosiahnuteľným a zbytočným luxusom. Už dnes sa pre odbornú poľnohospodársku verejnosť stali pojmy ako palubný počítač, dátová zástrčka a iné úplnou samozrejmosťou (Šmoldas, 2000).

Globálny polohový systém - GPS je najprogresívnejšou metódou zberu pozemných dát pre Geografické informačné systémy GIS.

GPS – systém sa dá rozdeliť do 3 základných segmentov, ktoré sú nasledovné:

- kozmický segment (Satelity),
- riadiaci segment (kontrolné stanice),
- užívateľský segment, GPS prijmač (Aufbau des GPS System, 2004)

Pri skúmaní vlastností a stavu pôdy sa využívajú konvenčné metódy založené na odbere pôdnych vzoriek. Presnosť informácií získaných prostredníctvom odberu pôdnych vzoriek závisí od početnosti odberu týchto vzoriek z určitej polohy ako aj od použitého systému odberu vzoriek (Site – Specific Handbook, 1997).

2 CIEĽ PRÁCE

Na základe dostupných literárnych prameňov sa preskúmajú a opíšu základné fyzikálno – mechanické vlastnosti pôd. Každá pôda je charakteristická viacerými fyzikálnymi, tak aj mechanickými vlastnosťami. Voda je dôležitá pre život rastlín a úrodnosť pôd, lebo umožňuje reprodukciu všetkých živých organizmov na Zemi.

Cieľom našej práce je stanoviť a zhodnotiť variabilitu vlhkosti pôdy na pozemku.

3 METODIKA PRÁCE

Pri spracovaní metodiky bakalárskej práce sa bude postupovať podľa nasledujúcich bodov:

1. Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Výber poľnohospodárskeho podniku, na ktorom sa budú realizovať poľné merania, závisí od nasledovných kritérií:

- hodnotenie úrovne poľnohospodárskeho podniku,
- hodnotenie úrovne technologického a technického zabezpečenia podniku,
- hodnotenie úrovne hospodárenia,
- hodnotenie úrovne pôdno–klimatických podmienok.

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

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

2. Charakteristika zavlažovanej plodiny a pozemku

Na určovanie hraníc pozemku bude použitý ručný satelitný navigačný prístroj - navigátor GPS eMAP (výrobca Garmin, obr.6). Po nastavení potrebných funkcií na prístroji GPS eMAP je treba obísť hranice sledovaných pozemkov a získané údaje potom uložiť.

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

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

Metóda druhá: vzorka sa odoberá zo stredu políčka, pričom tento spôsob sa označuje ako bodový odber vzoriek v rámci mriežky. Avšak ustálil sa názov systematicky rozložené vzorkovanie.

Túto kombináciu vykonáva program Geometric (KSVS, Urbanovič, 2005). Počet monitorovacích bodov bude pre každý pozemok rozdielny. Hĺbka odberu pôdnych vzoriek bude v rozmedzí 10 – 20 cm.



Obr. 6 Navigátor GPS eMap

3. Variabilita vlhkosti pôdy na pozemku

Pri určovaní vlhkosti pôdy sa bude používať prístroj ThetaProbe (ML2x) s čítacou jednotkou HH 2 (obr.7). Merací prístroj na meranie vlhkosti - ThetaProbe (ML2x) bol spoločne vyvinutý výskumným ústavom The Macaulay Land Use Research Institute a spoločnosťou Delta-T Devices (Cambridge, Anglicko). Prístroj využíva nové metódy merania, ktoré sú založené na meraní objemovej vlhkosti pôdy θ_v pomocou metódy reakcie na permitivitu. Tieto zmeny sú konvertované na jednosmerné napätie, ktoré je proporcionálne pôdnej vlhkosti. Objemová pôdna vlhkosť je pomer medzi objemom prítomnej vody a celkovým objemom pôdnej vzorky. Je to parameter, ktorý je vyjadrený buď v percentách objemu (% obj.), alebo v jednotkách $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. To znamená, že $0,0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ predstavuje úplne suchú pôdu a čistej vode zodpovedá hodnota $1,0 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Prístroj pozostáva z vode odolného krytu, ktorý obsahuje elektroniku a štyroch naostrených tyčí z antikorovej ocele, ktoré sa zapichnú do pôdy. Množstvo prác, ktoré publikovali Whalley, White, Knight, Zegelin, Topp a iní autori, poukazuje na takmer lineárny vzťah medzi odmocninou z permitivity (θ_e) a objemovou vlhkosťou (θ_v), čo bolo dokumentované pre viaceré typy pôdy.



Obr. 7 Prístroj ThetaProbe (ML2x) s čítacou jednotkou HH2
a) ML2x s HH2 loggerom, b) ThetaProbe (ML2x), c) HH2 logger

4 Výsledky práce

4.1 Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Na prácu bol zvolený poľnohospodársky podnik Agrocoop a.s. Imeľ. Uvedený podnik sa nachádza na juhozápadnom Slovensku v okrese Komárno (obr. 8). Zaujímavé územie je súčasťou Podunajskej nížiny na nive medzi riekami Nitra a Žitava, konkrétne je na Podunajskej rovine. Terén územia je rovinný, so svahovitosťou v rozmedzí 0 – 2 °. Podľa pôdno – klimatických pomerov patrí podnik do kukuričnej výrobnjej oblasti. Nachádzajú sa tu pôdy černoziemného typu – v prevažnej miere černozem karbonátová a z časti sú tu i černice černozemné a černozem arenická. Sú to pôdy hlboké s hlbokým humusovým horizontom. Sú to hlinito piesočnaté až hlinité pôdy so striedaním zrnitosti v horizontoch pôdneho profilu.

Zrážkovo možno územie zaradiť do aridnej, silne suchej oblasti s priemerným dlhodobým ročným úhrnom zrážok 547 mm. Teplota dosahuje najvyšší stupeň v júli, najnižší v januári a vo februári. Nadmorská výška územia sa pohybuje okolo 107 – 110 m.n.m. Presnejšie by sa dalo povedať, že patrí do agroklimatickej makrooblasti tepelnej, podoblasti veľmi suchej, okrsku prevažne miernej zimy (Zborník prác SHMÚ, 1991).



Obr. 8 Mapa záujmového územia

Činnosť poľnohospodárskeho podniku:

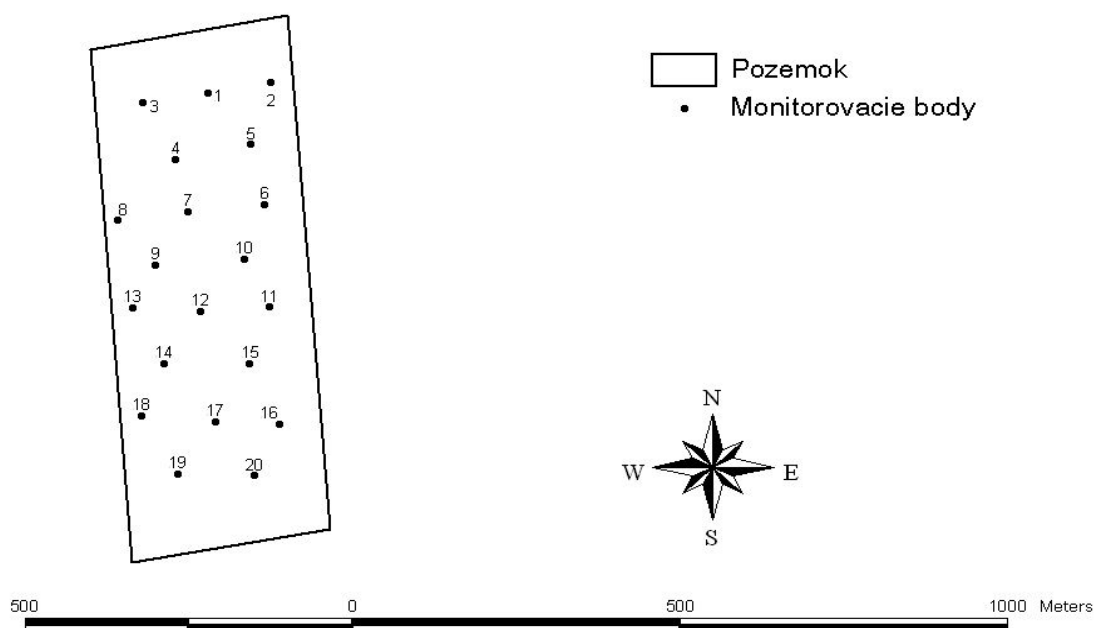
- poľnohospodárska prvovýroba,
- výroba a predaj poľnohospodárskych výrobkov,
- konzultačná, poradenská činnosť v oblasti poľnohospodárstva,
- obchodná činnosť v rozsahu voľnej živnosti,
- veľkoobchod s poľnohospodárskymi produktmi a živými zvieratami,
- prenájom výrobných prostriedkov,
- poskytovanie služieb pre rastlinnú a živočíšnu výrobu, bez veterinárnych služieb,
- prenájom dopravných prostriedkov a pracovných mechanizmov,
- sprostredkovateľská činnosť v rozsahu voľnej živnosti,
- medzinárodná nákladná cestná doprava,
- prevádzkovanie závlahových zariadení,
- výroba transportného betónu,
- vnútroštátna cestná nákladná doprava.

Podnik je vybavený zavlažovačmi 90/300 BAUER s počtom 30 ks. Tieto zavlažovače majú mikropočítač. Na dodávku vody využívajú vlastné studne a jazerá. Hydromelioračné stanice majú v podnájme. Vybudovaná závlahová sieť je na ploche cca 350 ha.

4.2 Charakteristika poľnohospodárskej plodiny a pozemku

Agrocoop Imeľ sa špecializuje hlavne na pestovanie zemiakov (tab.2) a obilnín (prevažne pšenice, kukurice, jačmeňa) a lucerny. Na zameranom pozemku sa pestovala odroda LADYCLAIRE. Výsadba sa začala 10.4.2009 a skončila 17.4.2009. Zber sa uskutočnil od 4.9.2009 do 17.9.2009. Zavlažovanie prebiehalo v mesiacoch jún, júl a august. Priemerné závlahové množstvo na celom podniku bolo 149 mm. Výsadba na celom chotári pozostávala z troch hlavných druhov zemiakov: konzumné, skoré a lupienkové.

V našom prípade sa jednalo o parcelu, ktorá sa nachádzala za poľnohospodárskym podnikom. Jej rozloha bola 25 ha. Na základe rozlohy pozemku a dodržania podmienok pre stanovenie počtu monitorovacích bodov sa ich počet zvolil na hodnotu 20. Rozloha pozemku aj s umiestnenými monitorovacími bodmi je zobrazená na obr. 9.



Obr. 9 Zameraný pozemok a monitorovacie body

Tabuľka 2 Odroda zemiakov, Výsadba, Úroda 2009

Odroda	Druh	Výsadba na ploche, ha	Úroda, q	Úroda, q.ha⁻¹
Adora	Skorá	4,97	1340	270
Volumia	Skorá	4,04	1200	300
Liva	Lupienková	16,57	3803	230
Sinora	Lupienková	15,64	4215	270
L.Claire	Lupienková	94,79	22659	239
Pirol	Lupienková	21,21	5500	259
Mustang	Lupienková	12,62	3500	277
Mozart	Konzumné	18,51	7000	378
Cicero	Konzumné	11,68	4000	350
Monaliza	Konzumné	1,35	470	350
Smart	Konzumné	1,59	560	350
Victoria	Konzumné	1,7	600	350

Pozemok je zložený z dvoch častí:

- BPEJ 0017002 – černoziem, pôda stredná pH 7,4 alkalická,
- BPEJ 0019011 – černica, pôda stredná pH 7,3 alkalická.

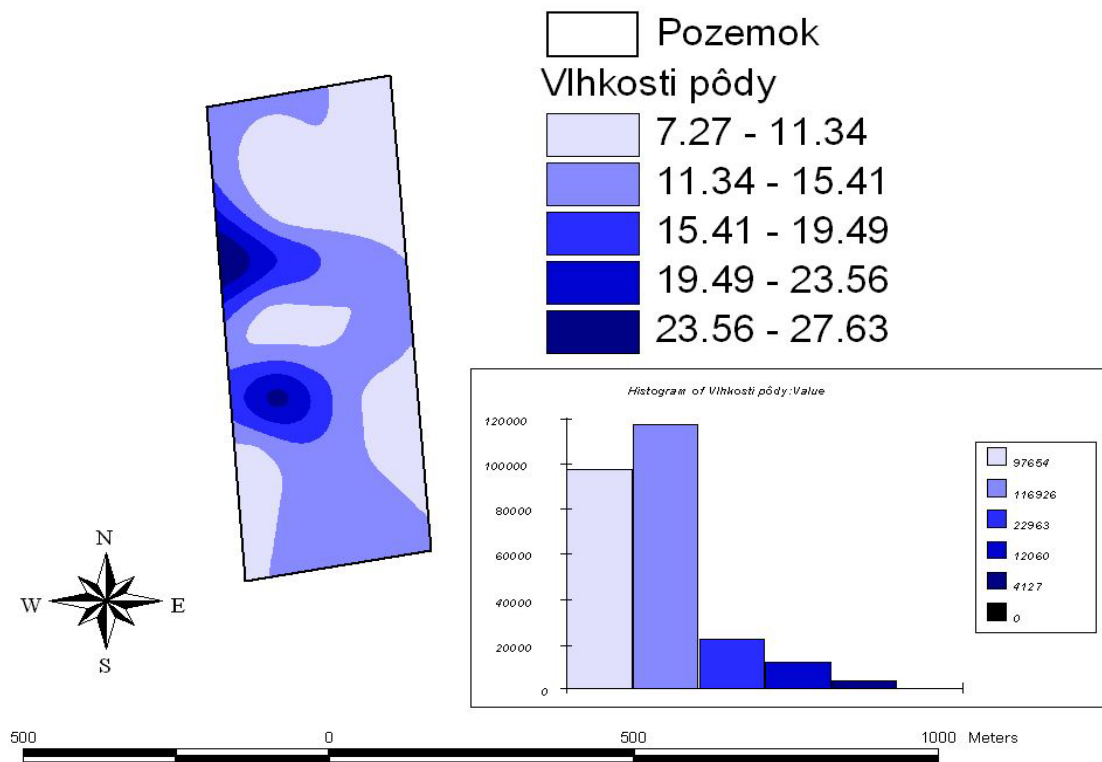
4.3 Variabilita vlhkosti pôdy na pozemku

Tabuľka 3 Vstupné hodnoty vlhkosti pôdy v monitorovacích bodoch

Bod	X	Y	Vlhkosť, %
1	-499749,65	-1315846,13	10,80
2	-499652,81	-1315828,94	9,67
3	-499847,98	-1315863,17	10,07
4	-499798,84	-1315953,42	8,07
5	-499684,19	-1315929,99	8,73
6	-499662,64	-1316026,75	12,07
7	-499780,05	-1316038,78	17,87
8	-499886,39	-1316052,89	26,33
9	-499828,89	-1316124,90	11,30
10	-499692,85	-1316114,51	11,50
11	-499654,66	-1316192,63	12,40
12	-499760,32	-1316199,02	11,77
13	-499864,91	-1316193,18	11,83
14	-499816,51	-1316283,36	24,60
15	-499685,17	-1316283,71	11,83
16	-499640,43	-1316381,39	10,17
17	-499738,41	-1316377,26	14,07
18	-499850,16	-1316367,47	11,53
19	-499794,61	-1316461,63	12,03
20	-499678,54	-1316465,10	13,90

Vlhkosť pôdy sa pohybovala v rozpätí 7,27 – 27,63 % - obj (obr.10). Na ploche cca 21,3 ha bola vlhkosť pôdy do 15 % - obj. Na ostatnej časti pôdy bola vlhkosť pôdy vyššia. Podľa tabuľky 4 bola priemerná hodnota vlhkosti pôdy 13,03 %. Minimálna hodnota nameranej vlhkosti pôdy bola 8,07 % a maximálna hodnota bola 26,33 %. Počet odberov bol 20. Avšak merania sa uskutočnili v každom bode 3 – krát a z nich sa určila priemerná hodnota. Hodnota variačného koeficientu bola 36,38 %. Na základe tejto hodnoty možno povedať, že je treba zavlažiť len niektoré časti pozemku, alebo niekde je treba dať viac vody a niekde menej. Preto je treba výsledky spracovať aj graficky ako je vidno na obr. 10. Vlhkosti pôdy sa rozdelili do 5 tried a tým pádom nám vytvorili aj vlhkosťné zóny. Na ich základe je už jednoduchšie stanoviť potrebu závlahy.

Agrocoop Imeľ sa špecializuje hlavne na pestovanie zemiakov (tab.2) a obilnín (prevažne pšenice, kukurice, jačmeňa a lucerny). Na zameranom pozemku sa pestovala odroda LADYCLAIRE.



Obr. 10 Variabilita vlhkosti pôdy na zameranom pozemku, % - obj.

Tabuľka 4 Popisná štatistika pre vlhkosť pôdy

Parameter	Hodnota
<i>Stredná hodnota</i>	13,03
<i>Chyba strednej hodnoty</i>	1,06
<i>Medián</i>	11,80
<i>Modus</i>	11,83
<i>Smerodajná odchýlka</i>	4,74
<i>Rozptyl výberu</i>	22,46
<i>Špicatosť</i>	3,78
<i>Šikmosť</i>	2,03
<i>Rozdiel max - min</i>	18,26
<i>Minimum</i>	8,07
<i>Maximum</i>	26,33
<i>Súčet</i>	260,54
<i>Počet</i>	20,00
<i>Variačný koeficient</i>	36,38

5 DISKUSIA

Od 90-tych rokov minulého storočia začal nadobúdať podstatný význam nový spôsob manažmentu pre efektívne používanie poľnohospodárskych vstupov, ktorý je známy ako precízne poľnohospodárstvo. Používaním konvenčných postupov sa považuje pole za jeden celok. Pri precíznom poľnohospodárstve sa pozemok rozdelí na niekoľko homogénnych podcelkov – subjednotiek a zaoberá sa s nimi nezávisle, z čoho potom produkcia každej jednotky môže byť optimalizovaná lepšie ako pri zaobchádzaní s celým poľom v priemere (Al-Karadsheh, 2003).

Tradičné hospodárenie na poľnohospodárskej pôde považuje hon za minimálnu viac-menej uniformnú plochu vo svojich vlastnostiach a produkčných schopnostiach a ignoruje tak priestorovú variabilitu špecifických vlastností pôdy (obsah dostupných živín, pôdnu vlhkosť, pH, kompakciu pôdy atď.). Avšak tieto charakteristiky môžu pôsobiť svojou variabilitou na produkčnú variabilitu pestovaných plodín. Podchytenie a vhodné mapové zobrazenie variability pôdných vlastností je preto základom pre správnu voľbu agrotechnických opatrení (Halas, 2004).

Tento trend zatiaľ nemá dostatočnú podporu v PD Agrocoop, a.s. Imeľ. Vzhľadom na použité technológie, stroje a náradie je zrejmé, že na poľnohospodárskom podniku sa využíva konvenčný spôsob spracovania, zavlažovania atď. Realizácia experimentu sa vyznačovala prácnym odberom pôdných vzoriek z hlbších vrstiev. Tieto zóny sa vzájomne odlišujú svojimi pedologickými vlastnosťami, obsahom živín či schopnosťou poskytovať úrodu, vlhkosťou.

Cieľom bakalárskej práce bolo nielen opísať fyzikálno-mechanické vlastnosti pôdy, ale aj uskutočniť praktické meranie vlhkosti pôdy. Rozloha pozemku bola 25 ha. Počet monitorovacích bodov sa stanovil na hodnotu 20. Merania vlhkosti pôdy sa uskutočnili meracím prístrojom HH2 so snímačom Theta Probe. Z výsledkov vyplynulo, že vlhkosť pôdy sa pohybovala v rozpätí (7,27 – 27,63) % - obj. Priemerná hodnota bola 13,03 % - obj. Hodnota variačného koeficientu bola 36,38 %.

Na základe konfrontácie vlastných výsledkov s výsledkami získanými štúdiom literárnych zdrojov vyplýva, že technológia presného poľnohospodárstva uskutočňovaná predovšetkým v systéme variabilného aplikovania závlahovej dávky vyžaduje presnejšie rozpracovanie viacerých aspektov súvisiacich so stanovením variability pozemku a závlahovej techniky. Jedná sa predovšetkým o metódy odberu pôdných vzoriek, stanovenie vlhkosti a spôsob variabilného aplikovania vody.

6 NÁVRH NA VYUŽITIE VÝSLEDKOV

Z prehľadu literatúry, ale aj zo samotných výsledkov merania možno sformulovať závery nasledovne:

- Využitie pre ďalší výskum – meranie ďalších vstupných vlastností pôdy ako sú infiltrácia, penetrometrický odpor, šmyková pevnosť. Následne sa tieto vlastnosti porovnajú s už nameranou vlhkosťou pôdy a zistí sa vzájomná korelácia jednotlivých vlastností.
- Pre poľnohospodársky podnik – pre ľahšie určenie veľkosti variabilnej závlahovej dávky, t.j. nezavlažovať uniformne ale variabilne a tým zabezpečiť podstatný zisk pre poľnohospodársky podnik.
- Pre celosezónne zavlažovanie – merania vlhkosti pôdy na základe popísaných metód uskutočňovať počas celej závlahovej sezóny, a tým aj plánovať každú variabilnú závlahovú dávku – výsledok – získať podstatný zisk pre podnik na ušetrení nákladov.

7 ZÁVER

Predkladaná bakalárska práca sa venovala fyzikálno – mechanickým vlastnostiam pôdy v závlahových podmienkach. Pozornosť sa zamerala aj na charakteristiku pôdy, jej zloženie ako aj základné vlastnosti. Tiež sme sa venovali aj metódam na stanovenie jednotlivých zrnitostných frakcií v pôde s dôrazom na trojuholníkový diagram. V práci sa opísali hlavné vlastnosti pôdy, ktoré sme rozčlenili na fyzikálne a fyzikálno- mechanické. Došlo sa k záveru, že fyzikálne vlastnosti významnou mierou prispievajú na priebeh a rýchlosť rôznych procesov a taktiež na živú zložku pôdy. Významnými fyzikálno - mechanickými faktormi sú súdržnosť, napučíavanie, usadenie, konzistencia, zrelosť pôdy, orbový odpor, trenie pôdy a pôdny prísušok.

Z bakalárskej práce sa nevynechali ani druhy závlah ako napríklad doplnková závlaha, hnojivová závlaha, špeciálna závlaha ako aj jednotlivé spôsoby závlah ako zavlažovanie zátopou, zavlažovanie preronom, zavlažovanie pod mokom, regulačná drenáž a zavlažovanie postrekom.

V bakalárskej práci sme sa venovali aj praktickému meraniu jednej fyzikálno- mechanickej vlastnosti pôdy a to vlhkosti. Dodržali sa zásady presného poľnohospodárstva, výsledkom merania bola mapa variability vlhkosti pôdy na pozemku. Na základe takejto mapy je pre prax jednoduchšie stanovenie závlahovej dávky a v neposlednom rade stanovenie jej variability - zisk.

8 POUŽITÁ LITERATÚRA

1. ANTAL, J. – FÍDLER, J. - JONÁŠ, F. – STREĎANSKÝ, J. – URBANOVÁ, M. 1989. *Polnohospodárske meliorácie*. Bratislava: Príroda, 1989. 472 s. ISBN 80 – 07 – 00011 – 9.
2. AL-KARADSHEH, E. 2003. Potentials and development of precision irrigation technology. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig. 2003. Dostupné na internete: <http://www.uni-kassel.de/fb11/agrartechnik/Fachgebiet/pdf/Karadsheh-english.pdf>
3. ASAE. 1998. ASAE Standards S436.1. Test procedure for determining the uniformity of water distribution of center pivot and lateral move irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles. ASAE, St. Joseph, MI, USA.
4. AUFBAU DES GPS – SYSTEM. 2004 <http://www.kowoma.de/gps/Satellitten.htm> (14.12.2004)
5. BAKER, P. – SIMONÍK, J. 1989. *Stroje pre zemné a melioračné práce*. Nitra: VŠP, 1989. 211 s
6. BENETIN, J. – FÍDLER, J. – HRABAL, A. – RAUČINA, Š. 1979. *Závlahy*. Bratislava: Príroda, 1979. 544 s. 64 – 040 – 79
7. CIGLAR, J. – MACÁK, M. – MAJERNÍK, F. – POSPÍŠIL, R. – SMATANA, J-TÝR, Š. 1998. *Všeobecná rastlinná výroba*. Nitra: VES SPU, 1998. 160 s. ISBN 80 – 7137 – 546 – 2.
8. HALAS, J. 2004. Mapové zobrazenie plošnej heterogenity pedokompakcie na vybranom pozemku. In: *Pedologické dni 2004. Sborník z konferencie na téma pedodiverzita*. Praha : ČZU, 2004. s.36-37 ISBN 80-213-1248-3
9. 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.
10. HAVERLÍK, J. – NOVOTNÝ, M. – SLÁMA, V. – ŠANTA, M. – TAŠKÝ, J. 1996. *Závlahové hospodárstvo*. Bratislava: SVPL, 1996. 280 s. 64 – 004 – 64
11. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. 2009. *Zavlažovanie pásovými zavlažovačmi v systéme presného poľnohospodárstva*. Nitra: SPU 2009. 139 s. ISBN 798 – 80 – 552 – 0201 – 3.
12. NOVOTNÝ, M. 1981. *Zavlažujeme v záhradkách*. Bratislava: Príroda, 1981. 153 s. 64 – 068 – 81
13. NOVOTNÝ, M. – ŠANTA, M. 1990. *Závlaha poľných a špeciálnych plodín*. Bratislava: Príroda, 1990. 312 s. ISBN 80 – 07 – 00267 – 7.
14. NOZDROVICKÝ, L. - RATAJ, V. 1998. Moderná technológia pre aplikáciu priemyselných hnojív. Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve. Pravidelná príloha odborných časopisov Slovenský chov a Naše pole, 1998, č. 1, s. 10 – 11.
15. PETROV, I. A. 1972. *Polnohospodárstvo I*. Bratislava: SPN, 1973. 488 s. Číslo Š11 741/72 – OVSV
16. 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 – 4
17. RUŽIČKA, M. 1996. *Technika a kvalita zavlažování*. Praha. 1996. 50 s. ISSN 0862 – 3562.
18. SIMONÍK, J. – RUŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. *Stroje pre zemné a melioračné práce*. Nitra: Garmond, 2009. 203 s. ISBN 978 – 80 – 552 – 0251 – 8.
19. SISÁK, P. – SLOVÍK, R. – ZÁUJEC, A. 1990. *Geológia a pôdoznanectvo*. Nitra:ESV ŠP, 1990. 249 s. ISBN 80 – 85175 – 54 – 1.

20. SITE – SPECIFIC HAND BOOK. 1997. Fifth Edition. Ag – Chem EquipmentCo., Inc., 1997. 44 s.
21. STN 46 5331: 1958. Všeobecné požiadavky na odber vzoriek.
22. STN 34 3089: 1971. Predpisy pre obsluhu závlahových postrekovačov rastlín v blízkosti elektrických vonkajších vedení.
23. STN 34 3110: 1971. Bezpečnostné predpisy pre obsluhu a práci na elektrických strojoch.
24. ŠMOLDAS, R. 2000. Precision farming – světový trend v hospodaření. In: GeoInfo. roč. 7, 2000, č. 2, s. 14-17 .
25. URBANOVIČ, A. 2005. *Využitie informačného systému v manažérstve techniky pri pestovaní repky olejnej*. Dizertačná práca. Nitra: SPU, 2005. 167 s.
26. ZBORNÍK PRÁC SLOVENSKEHO HYDROMETEROLOGICKÉHO ÚSTAVU (SHMU). 1991. Zväzok 33/I. Bratislava. 239 s. ISBN 80 – 0500888 – 0.