

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

1130546

**HYDROLIMITY V MANAŽMENTE ZÁVLAHOVEJ
TECHNIKY**

2011

Peter ŠULKA

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**HYDROLIMITY V MANAŽMENTE ZÁVLAHOVEJ
TECHNIKY**

Bakalárska práca

Študijný program:	Technika pre obnoviteľné zdroje energie
Študijný odbor:	2329700 Výrobná technika
Školiace pracovisko:	Katedra strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Ing. Ján Jobbágy, PhD.
Konzultant: (nepovinný)	-

Nitra 2011

Peter ŠULKA

ABSTRAKT

V bakalárskej práci sa zameralo na problematiku hydrolimitov a ich pôsobeníu na zavlažovanie. V prvom rade sa popísala funkcia závlah. Následne sa popísali a rozdelili jednotlivé spôsoby závlah. Ide o spôsoby u nás menej známe ako závlaha výtopou, preronom a podmokom a klasické u nás používané spôsoby závlah. V ďalšej časti sa orientovalo na techniku, ktorá sa aplikuje pri závlahách. V tretej podkapitole sa popíšu hydrolimity ako poľná vodná kapacita, využitelná vodná kapacita, bod vädnutia a bod zníženej dostupnosti. Zhodnotia sa aj namerané údaje a praktické výsledky od domácich a zahraničných autorov. V poslednej podkapitole sa sústredilo na požiadavky rastlín na vodu.

Kľúčové slová: závlaha, hydrolimity, bod vädnutia, poľná vodná kapacita

ABSTRACT

In the bachelor work we maintain the issues of soil-moisture constants and the influence on irrigation. For the first the function of irrigation was described. In the following the various kinds of irrigation were described and sorted. There are at our place less known technologies such as flooding irrigation, basin (contour) irrigation, under-flooding irrigation with furrows and the typical at our place more usual kinds of irrigation. In the further part we treated the technique of irrigation applications. In the first subchapter the soil-moisture constants as field water capacity; the useable water capacity; the point of wilting and the point of lower availability are described. Also the measurements and the practice results from home and foreign authors are evaluated. In the last subchapter the concentration was given to the water requirements of the plants.

Key words: irrigation, soil-moisture constants, point of wilting, field water capacity

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Peter Šulka vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Hydrolimity v manažmente závlahovej techniky“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

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

V Nitre

Peter Šulka

POĎAKOVANIE

Týmto chcem vysloviť poďakovanie svojmu školiteľovi Ing. Jánovi Jobbágyemu, PhD., za všestrannú pomoc pri spracovaní bakalárskej práce.

ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK

Obr. 1 Zavlažované územia (Zavlažované územia, 2011).....	12
Obr. 2 Klasifikácia závlahovej techniky (Simoník, 1996).....	19
Obr. 3 Čerpacia stanica, Patince (Čerpačka, 2011).....	20
Obr. 4 Závlaha výtopou (Závlahy2, 2011).....	21
Obr. 5 Závlaha výtopou (Závlahy2, 2011).....	22
Obr. 6 Family Drip (Drip, 2011).....	23
Obr. 7 Pásový zavlažovač (Irtec, 2011).....	25
Obr. 8 Frontálny zavlažovač (Bauer, 2011).....	26
Obr. 9 Širokozáberový zavlažovač (Agref, 2011).....	27
Obr. 10 Mapa poľnej vodnej kapacity (Jobbágy, Simoník, 2009).....	32
Obr. 11 Mapa bodu vädnutia (Jobbágy, Simoník, 2009).....	33
Obr. 12 Variabilita hydrolimitu MKK (Maximálna kapilárna kapacita).....	34
Tabuľka 1 Intervaly vlhkosti pôdy zodpovedajúce hydrolimitom v minerálnych pôdach (Velebný, 2000).....	31
Tabuľka 2 Štatistické zhodnotenie výsledkov hydrolimitov PVK, BV(Jobbágy, Simoník, 2009).....	33

POUŽITÉ SKRATKY A OZNAČENIA

Θ_a – adsorpčná vodná kapacita	% hmotnosti
Θ_{rk} – retenčná vodná kapacita	% hmotnosti
PK – plná vodná kapacita	% hmotnosti
w_{mak} – monomolekulárna adsorpčná vodná kapacita	% hmotnosti
w_h – číslo hydrokopicity	% hmotnosti
BV – bod vädnutia	% hmotnosti
PVK – poľná vodná kapacita	% obj.
VVK – využiteľná vodná kapacita	% obj.
Z_{min} – bod zníženej dostupnosti	% obj.
m – hmotnosť	kg

OBSAH

ABSTRAKT	2
ABSTRACT	2
ČESTNÉ VYHLÁSENIE	3
POĎAKOVANIE	4
ZOZNAM OBRÁZKOV A TABULIEK	5
POUŽITÉ SKRATKY A OZNAČENIA	6
OBSAH	7
ÚVOD	9
1 CIEĽ PRÁCE	10
2 METODIKA PRÁCE	11
3 VÝSLEDKY PRÁCE – ŠTÚDIA O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY ..	12
3.1 FUNKCIA, ROZDELENIE A POPIS ZÁVLAH	12
3.1.1 <i>Produkčné a mimoprodukčné funkcie závlah</i>	12
3.1.2 <i>Význam a súčasný stav závlah</i>	14
3.1.3 <i>Spôsoby závlah</i>	17
3.2 MECHANIZÁCIA ZAVLAŽOVANIA	19
3.2.1 <i>Rozdelenie a popis technických zariadení</i>	19
3.2.2 <i>Využitie techniky v praxi</i>	22
3.3 HYDROLIMITY, DEFINÍCIA A ROZDELENIE	28
3.3.1 <i>Charakteristika a popis hydrolimitov</i>	28
3.3.2 <i>Hodnotenie variability hydrolimitov v praxi</i>	32
3.4 POŽIADAVKY RASTLÍN NA VODU	35
4 ZÁVER	37
5 LITERATÚRA	38

ÚVOD

Oblasť litosféry medzi povrchom pôdy a prvým horizontom podzemnej vody, resp. jej hladinou, má charakter trojfázového systému. Pozostáva z pevnej fázy jemno až hrubo disperzného zrnitostného zloženia, ktorá vytvára štruktúru pórovitého prostredia s fyzikálne definovanými charakteristikami. V póroch prostredia sa vyskytuje voda v rôznych formách, vzhľadom na skupenstvo a jej väzbu s pevnou fázou. Jej energetická väzba je kvantifikovaná vlhkovou retenčnou čiarou. Plynná fáza zaplňa priestory pórov spolu s vodou do hodnoty plnej pórovitosti, čiže zaplňa tú časť pórov, ktorá je vodou nenasýtená. Takto vymedzená oblasť litosféry nesie názov **zóna aerácie** resp. nenasýtená zóna. Ide teda o synonymické pomenovanie tej istej časti litosféry. V prípade neprítomnosti hladiny podzemnej vody považuje sa za dolnú hranicu vybraná hĺbka pod povrchom pôdy (referenčná úroveň).

Určitá vlhkosť pôdy, ktorá je dosiahnutá za dohovorených, presne definovaných podmienok, sa označuje ako hydrolimit. Pôvodne mali hydrolimity charakterizovať vlhkosť na rozhraní pôsobenia určitých síl, ako aj hranice rôznej pohyblivosti pôdnej vody a rôznej prístupnosti pôdnej vody pre rastliny. Aj keď je dnes jasné, že niektoré z hydrolimitov nemajú presný fyzikálny význam a že obecné nemôžu ako statické veličiny reprezentovať dynamické procesy prúdenia, sú stále vo veľkej miere používané vo vodohospodárskej a poľnohospodárskej praxi. Hydrolimity možno využiť pri bilancii vody v pôdnom profile (Skalová a kol., 2011).

1 CIEĽ PRÁCE

V predloženej bakalárskej práci sa budeme venovať hydrolimitom a ich vplyvu na zavlažovanie. V prvej podkapitole sa popíše funkcia, rozdelenie a charakteristika závlah. V ďalšej kapitole sa sústreďíme na mechanizáciu zavlažovania. Popíše sa širokozáberová technika, pásové zavlažovače a pod. V ďalšej podkapitole sa zameriame na hydrolimity ich charakteristiku a rozdelenie. Následne sa zhodnotia požiadavky rastlín na vodu.

2 METODIKA PRÁCE

Na základe stanoveného hlavného cieľa práce sa zostavila metodika. Jednotlivé kroky metodiky práce možno rozdeliť do nasledovných bodov:

1. Funkcia, rozdelenie a popis závlah
2. Mechanizácia zavlažovania
3. Hydrolimity, definícia, rozdelenie
4. Požiadavky rastlín na vodu

3 VÝSLEDKY PRÁCE – ŠTÚDIA O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

3.1 Funkcia, rozdelenie a popis závlah

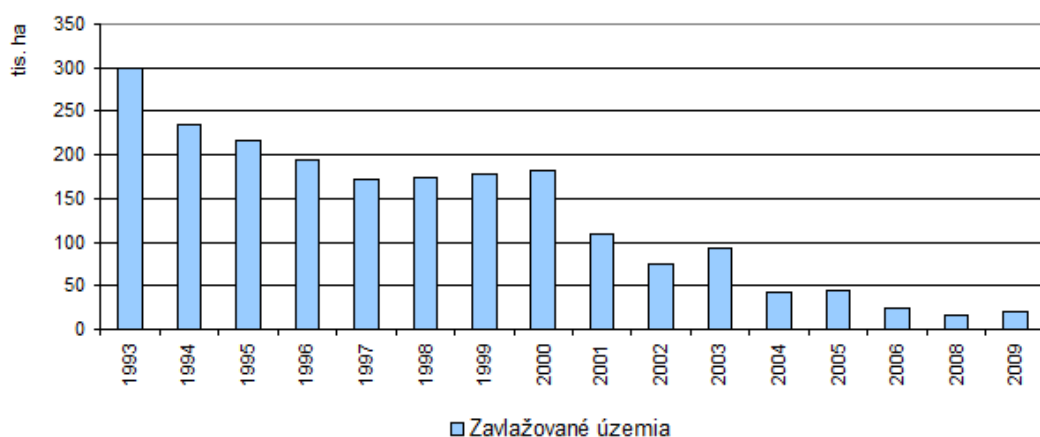
3.1.1 Produkčné a mimoprodukčné funkcie závlah

Na Slovensku, ktoré má obmedzené nerastné zdroje, najväčším bohatstvom je voda a pôda. Vidiecke osídlenie tvorí viac ako 43 % jeho obyvateľov, ktorí sú veľkou mierou existenčne závislí na hospodárskom využívaní potenciálu poľnohospodársky využívannej krajiny (Simoník a kol., 2009).

Závlahové systémy sú na poľnohospodárskej pôde SR vybudované na výmere 321 tis. ha. Technicky sú riešené 441 závlahovými sústavami s počtom 487 čerpacích staníc.

V období 90-tych rokov, konkrétne v období rokov 1993 až 2000 poklesla výmera zavlažovaných území v SR o takmer 40 % (-116 000 ha). Po roku 2000 trend poklesu výmery zavlažovaných území a využívanie vody na závlahy s určitými výchyľkami pokračuje.

Z environmentálneho hľadiska s ohľadom na čerpanie vody ako prírodného zdroja, možnú salinizáciu či kontamináciu podzemných vôd závlahami je tento trend poklesu považovaný za pozitívny (Zavlažované územia, 2011).



Obr. 1 Zavlažované územia (Zavlažované územia, 2011)

Rozhodujúcu úlohu v interakčných procesoch v rámci vertikálnych a horizontálnych štruktúr poľnohospodárskej krajiny zohráva voda. V zmysle „princípu

migrujúcich komponentov“, význam prvku v krajine a jeho vplyv na procesy ostatných prvkov je daný nie jeho množstvom, ale jeho migračnou a akumuláčnou aktivitou. Z interpretácie uvedeného princípu z aspektu progresívneho, geochemického a biologického vývoja krajinného priestoru je zrejmé, že týmto prvkom je voda, ktorá v najväčšej miere vstupuje do hydrologického a biologického obehu a v najväčšej miere z neho aj vystupuje (Baker, Simoník, 1989).

Obsah vody v zóne aerácie pôdy musí zabezpečiť fotosyntetickú aktivitu a metabolické premeny v rastline tak, aby sa vytvorili podmienky pre akumuláciu organickej hmoty a podmienky pre maximálnu úroveň bioenergetického potenciálu.

Závlahová sústava vystupuje ako integračná zložka regulačnej sústavy hydrologického cyklu v povodí. Jej primárna funkcia je rozptýliť vodu na plochu pozemkov a vytvoriť podmienky pre akumuláciu organickej hmoty.

Celkový efekt závlhovej sústavy je determinovaný jej schopnosťou vytvoriť podmienky pre plné využitie slnečného žiarenia pri danej bonitnej pôdnoekologickej jednotke. Ekonomicko-produkčný efekt závlhovej sústavy je určený tým, ako sa závlahová sústava podieľa na akumulácií organickej hmoty (Baker, Simoník, 1989).

Základné funkcie závlahových systémov v krajine sú relevantné k zásadám koncepcie trvalo udržateľného rozvoja (Baker, Simoník, 1989):

- funkcia krajnotvorná,
- funkcia hydrologická,
- funkcia spoločenská - hospodárska,
- funkcia produkčno - biologická.

V našich agroklimatických podmienkach plní závlaha doplnkovú funkciu. Dopĺňa do optimálneho priebehu to chýbajúce množstvo vody, ktoré nie je dodané zrážkami (Hrúbik, 2010).

Dobrý hospodár však uvažuje nad tým, ako z peňazí investovaných do závlahového systému získa čo najväčší profit. Je tu možnosť využitia závlahy na viacero účelov. Možný a aj v praxi už nezriedka aplikovaný a overený je prístup, kedy sa závlahová voda vyžíva na transport a distribúciu hnojív. Fertigácia, alebo dodávanie živín závlahou, je technicky vyriešená aj pri zavlažovacích strojoch. Najširšiu aplikáciu však dosahuje pri stabilných závlahových systémoch, napr. pri kvapkovej závlahe. Nezaslúžene minimálnej investičnej pozornosti sa dostáva využitiu závlahy na

protimrazovú ochranu. Pestovatelia ovocných drevín takmer pravidelne evidujú škody na kvitnúcich stromoch, ktoré sú zapríčinené jarnými mrazíkmi. Poškodzované bývajú kvitnúce skoré odrody marhúľ a broskýň, často aj jadrovín. Pred niekoľkými rokmi sa dokonca zaznamenalo poškodenie mladých plôdikov jabloní neskorými mrazíkmi začiatkom júna.

Z pohľadu technického dizajnu je využitie závlahového systému na protimrazovú ochranu náročnejšie na navrhovanie a aj na prevádzku, ako jeho využitie iba na zavlažovanie. Technicky náročné splnenie niektorých osobitných prevádzkových predpokladov je súčasne aj investične náročné. Napr.: pri návrhu musí byť k dispozícii kapacitne dostatočný zdroj vody a závlaha musí mať nízku intenzitu, spravidla 1 až 3 mm/hod.

Je to kvôli splneniu prevádzkových požiadaviek ochrany, akými sú:

- celá chránená plocha musí byť v prevádzke súčasne
 - ochrana závlahou musí fungovať nepretržite počas poklesu teplôt vzduchu pod 0 °C.
- Náročnosť prevádzkových podmienok zatiaľ odrádza pestovateľov od realizácie, a to aj napriek tomu, že návratnosť investícií môže byť zabezpečená zabránením vzniku škôd už v jednom jedinom kritickom roku (Hrúbik, 2010).

3.1.2 Význam a súčasný stav závlah

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu, alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia produkčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe (Baker, Simoník, 1989).

Vzhľadom na meniaci sa charakter počasia bude stúpať význam závlahových systémov. "Meniace sa zásoby však pravdepodobne zapríčinia stúpajúcu cenu všetkých druhov vody, čo spätne vyvolá tlak na efektívnosť a racionálnosť jej využívania," avizovala SPPK. Z roka na rok však na Slovensku klesá využiteľnosť závlahových systémov, ktoré sú neraz technicky zastarané, opotrebované a poruchové. Podľa odhadov SPPK sú ako-tak funkčné závlahy vybudované sotva na jednej sedmine poľnohospodárskeho pôdneho fondu. V období odbytovej, finančnej a hospodárskej krízy nebude možné zabezpečiť funkčnosť a využívanie závlah bez dostatočného záujmu štátu, na čo upozorňujú SPPK mnohé regionálne poľnohospodárske a potravinárske komory (Agroserver, 2011).

Rozvoj vyspelej spoločností je podmienený zvyšovaním starostlivostí o tri existenčné zložky životného prostredia a producenta potravín a to: vodu, pôdu a ovzdušie. Voda sa zaraďuje medzi najdôležitejšiu zložku existencie života na zemi. Snaha o jej využívanie v poľnohospodárstve má veľmi starú históriu, o čom svedčí budovanie nádrží v Egypte, kanálov a celých závlahových sústav v Číne, Indii, Pakistane. Tieto podmienili civilizačný a kultúrny rast národov a mnohé slúžia dodnes (Baker, Simoník, 1989).

Doplnková závlaha má veľký význam a vplyv na úrodu. Zvyšuje výnosy ovocia až o jednu tretinu. Plody majú krajší vzhľad a sú kvalitné. Okrem toho zavlažované dreviny majú dobré prírastky dreva a koreňov, sú zdravšie a odolnejšie proti mrazu. Pre potreby zavlažovania sú rozhodujúce okrem samotnej závlahy najmä stanovište, prírodné atmosférické zrážky, teplota vzduchu a vyparovanie (Ovocie, 2011).

Potrebu zavlažovať odvodzujeme podľa vlhkosti pôdy a vývojových období jednotlivých druhov. Záhradníci poznajú spravidla po mnohoročných skúsenostiach potrebu závlahy.

Aj my si potrebu závlahy v našej záhrade môžeme overiť. V hĺbke pôdneho profilu, ktorý zodpovedá hlavnej mase koreňovej sústavy (od 20 do 40 cm) má pôda pri miernom stlačení vyvolať pocit chladu, zemina sa nemá lepiť, ani sa nemaže. Vtedy je optimálny stav pôdy. V prípade, že hrudky sú tvrdé, pôda je suchá, je potrebné zavlažovať. Opačne, keď sa pôda lepí, dá sa formovať, nie je potrebné zavlažovať. V jednotlivých obdobiach vývoja potrebujú rôzne rastliny nerovnaké množstvá vody (Ovocie, 2011).

Ovocný strom potrebuje najviac vody v dobe rozkvetu a bujného rastu letorastov a koreňov, ale aj v období rastu a zrenia plodov. Plodiaci strom potrebuje oveľa viac vody ako neplodiaci. Zavlažovanie v prvom roku po výsadbe je dôležité na ľahkých a priepustných pôdach. Rast dreva sa spravidla končí v polovici júna, preto by sme mali zavlažovať mladé stromky predovšetkým v máji a júni. Každá závlaha má prevlhčiť pôdu do hĺbky 40 až 50 cm. Závlahová dávka sa má opakovať v bezdažd'ovom období vegetácie každých 10 dní, pričom veľkosť dávky by mala byť 20 až 30 litrov na 1m².

Drobné ovocie pri nedostatku vlhky v pôde vhl'adom na ich plytšiu koreňovú sústavu zavlažujeme doplnkovou závlahou vody 15 až 20 litrov na 1m² asi päťkrát počas vegetácie. Nezabúdajme pôdu zavlažovať aj po zbere úrody.

Najdôležitejšia však je závlaha pred začiatkom dozrievania plodov a počas jeho priebehu. Zavlažované porasty dávajú úrodu až o 15 - 25% viac ako nezavlažované. Veľmi dôležitá je závlaha novovysadených ríbezlí, lebo zabezpečí dokonalé ujetie a intenzívny rast kríkov. Dôležitá je aj možnosť využitia závlahy na ochranu proti neskorým jarným mrazíkom. Udržiavaním vlhkej pôdy sa zvyšuje jej vodivosť a tým sa vyžarovaním umožňuje aj prúdenie akumulovaného tepla do vegetačného prostredia. Pozemok má byť mierne vlhký, ale nie premokrený.

Vinič dobre rastie aj na pôdach s malým obsahom vody. Najdôležitejší termín doplnkovej závlahy je pred pučaním, po odkvitnutí pri nasadzovaní bobúľ a po zbere. V našich podmienkach je vhodné aplikovať závlahu v dávke 4 až 7 litrov vody ku každému kru.

Jahody majú najväčšie nároky na vlahu v období kvitnutia, dozrievania a potom od konca augusta, kedy sa tvoria rodivé púčiky ako základ pre úrodu budúceho roku. V období po kvitnutí je tiež veľmi dôležité zavlažovať, pretože sa tým zabezpečí dostatočná vyvinutosť plodov. Časté zavlažovanie v malých dávkach nie je veľmi vhodné. Preto sa odporúča zavlažovať zriedkavejšie, ale s výdatnejšou dávkou vody - 25 až 30 litrov na 1m². Zavlažovanie pred dozrievaním znamená nebezpečenstvo výskytu hubových ochorení. Veľkú starostlivosť venujeme ochrane proti šedej plesni. Vysoko výnosná odroda Senga-Sengana je voči šedej plesni zvlášť citlivá.

Maliny majú najväčšie nároky na závlahu v období kvitnutia, dozrievania plodov a potom, v období tvorby rodivých púčikov. Májovým, júnovým a potomaugustovým zavlažovaním sa podľa skúseností napomáha vrastu výnosov až o 20 až 30%. V tomto období sa odporúča dávkovať 30 - 50 litrov vody na 1m². V ťažkých pôdach je vhodné zavlažovať podmokom (Ovocie, 2011).

V prognózach sa uvádza, že postupne od roku 2000 bude 1/6 obyvateľstva zemegule zápasit' s nedostatkom, resp. nevyhovujúcou kvalitou vody. Ak zohľadníme predpokladaný prírastok obyvateľov a potrebu vyriešenia ich výživy, vrátane odstránenia hladu a prognózované klimatické zmeny, tak v celosvetovom meradle je pre zabezpečenie výživy obyvateľstva uplatniteľná ako prioritná cesta -úprava vodného a životného režimu pôd.

Uvedeným globálnym pohľadom sme chceli poukázať na závažnosť problematiky závlah, ktorá sa vzťahuje aj na Slovenskú republiku (Baker, Simoník, 1989).

Samozrejme potreba a aj účinok závlah sa menia a sú rôzne v závislosti od klimatických, topografických, pôdných a ďalších podmienok. V aridných a semiaridných oblastiach, ktoré predstavujú približne 20 % z celkovej výmery ornej pôdy a trvalých monokultúr na svete sú závlahy jedným prostriedkom na zabezpečenie, resp. záchranu vegetácie. V humídnych a semihumídnych oblastiach, ktoré zaberajú približne 40 % z výmery ornej pôdy a monokultúr, je potreba závlah vyvolaná občasným suchom a pomerne pravidelným nedostatkom zrážok, resp. ich nerovnomerným rozdelením v priebehu vegetácie. Medzi tieto oblasti sa zaraďuje aj Slovensko (Baker, Simoník, 1989). Bolo by potrebné zvýšiť úspory vody o 15 až 20 % na prekonanie disproporcií medzi potrebou a spotrebou, najmä zvyšovaním účinnosti zavlažovania (Simoník, Jobbágy, 2006). Výmera závlah na svete v roku 1994 predstavovala 249,5 mil. ha, tj. 17,2 % z obrábanej pôdy. Na jedného obyvateľa predstavuje výmera závlah na svete plochu 440 m² a v SR 600 m² (Heldi, 1998).

3.1.3 Spôsoby závlah

Podľa smeru postupu vody do aktívnej vrstvy pôdy a podľa zariadenia, ktorým závlahu zabezpečujeme rozoznávame povrchové a podpovrchové spôsoby závlah. Najstarším spôsobom je závlaha výtopou. Táto metóda sa využíva hlavne pri pestovaní ryže. Pri povrchovej závlahe je voda privádzaná na povrch poľa vzduchom (postrek), alebo súvislou vrstvou vody. Podpovrchová závlaha privádza vodu do pôdy cez drenáž uloženú pod povrchom, alebo kanálmi (Baker, Simoník, 1989).

Využitelnosť jednotlivých spôsobov závlah udáva súčiniteľ využiteľnosti:

- kvapková závlaha 0,95 - 0,98
- postrek 0,80 - 0,87
- brázdový podmok 0,70 - 0,80
- prerón 0,60 - 0,70
- výtopa 0,40 - 0,60

Z uvedených údajov je vidieť, že najmenšie straty majú kvapková závlaha a závlaha postrekom. Rozdelenie závlah podľa spôsobu (prehľad):

A. Povrchové spôsoby závlahy (Baker, Simoník, 1989):

a. Závlaha výtopou - závlaha výtopou je najstarším spôsobom závlahy. Podstatou tohto spôsobu je napúšťanie závlahovej vody do výtopových

zdrží do priemernej výšky 10-15 cm, maximálne až 50 cm. Voda infiltruje do pôdy a zavlažuje ju. Po zavlažení sa voda zo zdrží vypúšťa. Pri zavlažovaní vo vegetačnom období je treba dbať na to, aby zaplavovanie trvalo len po dobu, ktorá je bezpodmienečne nutná ku prevlaženiu profilu, pretože inak by sa mohli poškodiť porasty.

b. Závlaha preronom - pri závlahe preronom preteká voda vo vrstve 2-7 cm plošne cez zavlažovanú plochu a pritom ju navlažuje vsakom. Zavlažovaná plocha je rozdelená systémom privádzacích a odpadových kanálov na prerónové tabule. Musí mať sklon najlepšie 0,1-0,2 %, minimálne 0,02 % a maximálne 10 %. Závlaha preronom je vhodná pre trvalé trávne porasty. Pri špeciálnom usporiadaní a na malých sklonoch možno zavlažovať preronom i ornú pôdu.

c. Závlaha brázdovým podmokom - patrí ku svetovým najrozšírenejším závlahám. Oproti závlahám výtopou a preronom, tento spôsob závlahy hospodárnejšie využíva dodávanú vodu. V niektorých podmienkach je výhodné, že pri tomto spôsobe závlah neprichádza závlahová voda do styku s nadzemnými časťami rastlín. Podstatou závlahy brázdovým podmokom je privádzanie vody do hustej siete zavlažovacích brázd. Odtiaľ presakuje pôsobením matričného a gravitačného potenciálu do okolitej pôdy a navlhčuje ju. Podmienkou dobrej funkcie brázdového podmoku je presné urovanie zavlažovanej pôdy so sklonom povrchu 2 – 10 %. Pri vyšších sklonoch vzniká nebezpečenstvo erózie brázd.

d. Kvapková závlaha - podrobný povrchový rozvod vody potrubím s malými priermi zaisťuje vytekanie vody z kvapkovačov napojených na potrubí alebo priamo otvormi v potrubí. Voda je privádzaná priamo ku koreňovým systémom jednotlivých zavlažovaných rastlín. Je vhodná pre závlahu stromových a koreňových výsadiet, hniezdové výsadby zeleniny a pod. Voda je čerpaná nízkotlakovým a strednotlakovým čerpadlom. Na 1 ha kvapkovej závlahy je treba 3000 – 10 700 m maloprofilových trubiek.

e. Závlaha postrekom - je najmladšia. Pôda a rastliny sa zavlažujú dažďom, jeho intenzita a veľkosť kvapiek sa volí podľa potreby. Voda je rozdelená k rastlinám postrekovacími strojmi a zariadeniami. Pred povrchovými gravitačnými závlahami má závlaha postrekom mnoho predností. Voda je pravidelne rozdelená po ploche presne v merateľnom množstve a je dobre

prekysličená. Podzemný tlakový rozvod neprekáža obrábaniu. Voda sa k rastlinám dodáva spôsobom, ktorý napodobuje prirodzené dažďové zrážky.

B. Podpovrchové spôsoby závlahy:

a. Podmok z kanálov - využíva spravidla existujúce odvodňovacie systémy. Hladina vody v otvorených kanáloch sa zvýši tak, že podzemná voda dosiahne takú úroveň, že v kapilárach môže vzliňať k rastlinám.

b. Drenážny podmok - podstata spočíva v tom istom ako u podmoku z kanálov, ale voda je do potrubnej siete tlačaná pod malým tlakom (Baker, Simoník, 1989).

3.2 Mechanizácia zavlažovania

3.2.1 Rozdelenie a popis technických zariadení

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

Klasifikácia závlahových strojov a ich rozdelenie podľa jednotlivých spôsobov zavlažovania postrekom a podľa typu závlahových strojov je prehľadne znázornená na obr.2 (Baker, Simoník, 1989).



Obr. 2 Klasifikácia závlahovej techniky (Simoník, 1996)

Závlahová kostra - je to hlavné závlahové zariadenie a tvorí ho: vodný zdroj, odberný objekt, prívod vody k čerpacím staniciam, čerpacie stanice, podpovrchový rúrový rozvod, hydranty na odber vody na poli, obr. 3.



Obr. 3 Čerpacia stanica, Patince (Čerpačka, 2011)

Závlahový detail - sú to zariadenia a závlahové stroje na rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovanom pozemku.

Podľa spôsobu závlahy rozdeľujeme na:

- **povrchové** (brázdovým podmokom, preronom, výtopou),
- **podzemné** (drenážna závlaha vzdúvaním hladiny vody; kvapková; bodová),
- **postrekom**,
- **mikrozávlahy** (kvapková závlaha; mikropostrek; podpovrchová závlaha).

Pri povrchovej závlahe dochádza až k 50 % odparovaniu vody do ovzdušia, presycovaniu pôdy a vplyvom kapilárnej elevácie dochádza k druhotnému zasolovaniu pôdy. Napriek tomu tento spôsob zavlažovania je vo svete najviac rozšírený z dôvodu nižších nákladov na prívod vody na pozemky (Simoník, 2000).

Závlaha podmokom znamená, že je voda privádzaná na pôdu alebo do pôdy kanálmi či podzemným potrubím a dochádza k jej presakovaniu. Pri tomto spôsobe zavlažovania v podstate neregistrujeme tečúcu či stojacu vodu po dlhší čas na parcele, pretože dochádza k jej presakovaniu. Tento spôsob závlahy sa u nás prakticky nevyužíva. Výhodou tohto spôsobu zavlažovania je, že je technologicky viac-menej nenáročný, i keď v prípade potrubia umiestneného v zemi, môže dochádzať k upchávaniu. Nevýhodou sú veľké straty vody výparom, únikom na plochy, kde závlahy nie je treba, zanášanie potrubia a nutnosť čistenia dopravných sietí. Takýto spôsob sa predrahuje zvlášť na veľkých parcelách, aplikovať sa môže tam, kde je lacná ľudská sila. Pri použití slanej vody môže tiež dochádzať k zasoľovaniu pôd a obmedzeniu výživy rastlín (Závlahy2, 2011).

Princípom **závlahy preronom** je pretekajúca voda, ktorá sa rovno vsakuje. Tato závlaha patrí opäť po boku závlah podmokom do skupiny závlah nevhodných pre veľké územia, kde je drahá pracovná sila, hodí sa naopak tam, kde je lacná pracovná sila a viac-menej dostatok vody. Opäť i u tohto typu závlahy môže dochádzať k veľkým stratám, alebo k zasoľovaniu (Závlahy2, 2011).

Závlaha výtopou je charakterizovaná stojacou vodou na pozemku po dlhší čas. Vodní stĺpec dosahuje až 30 cm. Na rozdiel od preronu môže vyžadovať omnoho väčšie množstvo vody. Rovnako ako v predchádzajúcich dvoch prípadoch sa už používa, len v rozvojových krajinách a u záhradkárov (Závlahy2, 2011).



Obr. 4 Závlaha výtopou (Závlahy2, 2011)



Obr. 5 Závlaha výtopou (Závlahy2, 2011)

3.2.2 Využitie techniky v praxi

Poľná zelenina a zemiaky sú veľmi citlivé na pravidelný príjem vody. Nároky jednotlivých druhov zeleniny na pôdnu vodu a na závlahu sú rozdielne podľa ich fyziologických dispozícií (veľkosť listovej plochy, sacia sila koreňov, dĺžka vegetácie). Na zavlažovanie sú náročnejšie: melóny, paprika, uhorky, rajčiny, zeler, kapusta, zemiaky. Menej náročné sú fazuľa, hrášok a cesnak.

Medzi hlavné zásady zavlažovania zeleniny patrí:

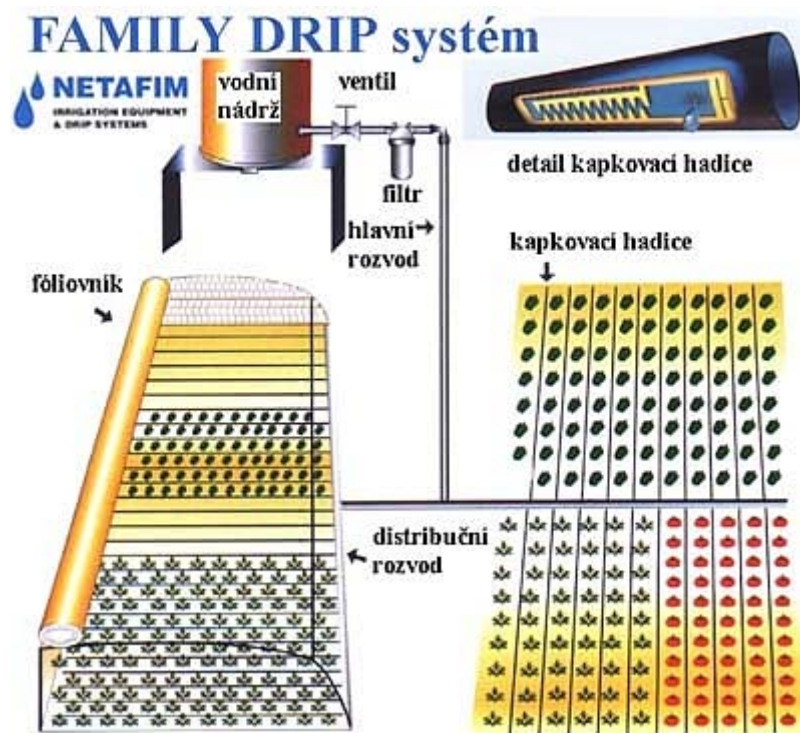
- Rešpektovanie vlhovej potreby jednotlivých druhov zeleniny
- Použitie vhodnej závlahovej techniky pre zabezpečenie rovnomerného rozdelenia vody
- Čistá, chemicky a biologicky neznečistená voda
- Dodržiavanie vhodnej agrotechniky, výživy a ochrany rastlín-

Medzi najrozšírenejšie spôsoby závlahy zeleniny a zemiakov patrí závlaha zvrchu. Používajú sa ručné polievacie konvy, ružice na hadiciach, ako aj prenosné, alebo stabilné závlahové detaily zmontované z rôznych druhov rosičov, dýz a rozstrekovačov. Všetky spôsoby zavlažovania na list (zvrchu) ovplyvňujú rozvoj hubových chôrob, hlavne u plodovej zeleniny.

Naopak kapustová zelenina (kapusta, karfiol), tento spôsob závlahy na list znáša veľmi dobre. Pre uľahčenie manipulácie so závlahou je výhodné namontovať čerpadlo a hlavný potrubný rozvod stabilne v záhrade a na pripravené výstupy postupne pripojovať

postrekovače. Tento spôsob závlahy je však náročný na výkonné čerpadlo a dostatočne veľký zdroj vody (studňa, potok, hydrant) Tak ako je kvapková závlaha vhodná v ovocných výsadbách, je vhodná aj pri pestovaní zeleniny a zemiakov. Rovnomerná závlaha pomocou kvapkových hadíc nám umožní u niektorých druhov zvýšiť úrodu až o 100 % (zemiaky, uhorky, rajčiny). Riešenie závlahového detailu pre zeleninu a zemiaky musí vyhovovať organizácii výsadby, vegetačnej dobe pestovanej zeleniny a hĺbke koreňovej zóny. Odporúčanou hadicou pre zálievku zeleniny je tenkostenná hadica na 1 sezónu, maximálne na 3 sezóny so vzdialenosťou kvapkovačov 0,30 - 0,40 m a prietokom kvapkovačov 1,20 - 1,60 l.h⁻¹. Tento druh hadice je nenáročný na údržbu a taktiež cena je prijateľná v porovnaní so zvýšením úrody a zlepšením kvality pestovanej zeleniny (Závlaha1, 2011).

V záhradkárskech kolóniách, ale aj vo väčších záhradách sa v poslednej dobe rozširuje závlaha pomocou systému "Family Drip" - rodinná kvapková závlaha (obr.6).



Obr. 6 Family Drip (Drip, 2011)

Je to veľmi jednoduchý zavlažovací systém stavebnicového typu, ktorý si môže zmontovať každý záhradkár svojpomocne. Celý závlahový systém pozostáva z nádrže, ktorú umiestnime nad povrch pôdy minimálne 1 m. Do nádrže môžeme zachytávať

dažd'ovú vodu, alebo prečerpávať vodu pomocou čerpadla zo studne, alebo potoka. Z nádrže vedieme vodu samospádom v rozvodnom potrubí PE k záhonom so zeleninou.

Kvapkovacie hadice môžeme napojiť buď priamo na prírodnú hadicu, alebo si môžeme zhotoviť jednoduchý detail typu ,tým že oddelíme ventilom vedľajšie vetvy pre jednotlivé záhony s rôznou potrebou vody. Napríklad na jednu vetvu napojíme parenisko, na druhú záhon šalátovej zeleniny a na tretiu zemiaky. Každú vetvu môžeme zalievať samostatne podľa nárokov pestovaných druhov.

Pri možnosti využitia tlakovej vody minimálne 0,80 atm je veľmi výhodné používať hnojivový tank, ktorý namontujeme na hlavné prírodné potrubie a môžeme pomocou jednoduchého zariadenia zároveň s vodou distribuovať aj rozpustené živiny (Závlaha1, 2011).

Závlaha pomocou kvapkových hadíc je vhodná aj na chatu, pretože si môžeme dovoliť naplniť zásobník vodou a buď ho nechať vytiecť cez kvapkové hadice do záhrady za určitý čas (podľa objemu), alebo je možné použiť jednoduchý elektromagnetický ventil (s použitím monočlánku) a načasovať otváranie ventilu 1krát denne na určitý čas tak , aby voda vydržala do nasledujúcej návštevy chaty, alebo záhrady.

Využívanie kvapkovej závlahy poskytuje väčšiu flexibilitu a najmä rozširuje možnosti pestovania rastlín aj v takých podmienkach, kde nie sú veľké zdroje vody, ako aj elektrická energia. Zároveň nám umožňuje vypestovať kvalitnú a bohatú úrodu pri šetrnom využití vodných zdrojov so zameraním nielen na pestovateľské aktivity, ale aj zo zameraním na ochranu životného prostredia. Malé dávky závlahy nesplavujú pôdu, nerozrušujú pôdnu štruktúru, nevyplavujú živiny (Závlaha1, 2011).

V našich podmienkach sa v posledných rokoch rozšírili hlavne **pásové zavlažovače**. Sú to stroje, ktoré sú konštruované tak, že na kolesovom podvozku ukotvenom podporami je cievka s navinutou polyetylénovou hadicou o priemere 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 bubna zabezpečuje hydromotor. Pracovný postup pásového zavlažovača 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. Na podvozku saní býva obyčajne

jeden postrekovač alebo sa môže použiť širokozáberová konzola. Pre vylepšenie činnosti pásových zavlažovačov, ktoré umožňuje zmenšiť kvapkové spektrum a zabezpečuje jemnú závlahu (napr. pri zavlažovaní zeleniny), je vhodné použiť k pásovému zavlažovaču nesenú širokozáberovú koncovku, ktorá zabezpečuje rovnomernejšiu závlahu drobnými kvapkami a navyše pracuje s nižším tlakom. Ponúkané sú zábery konzol od 28 do 40 m. Takéto závlahové konzoly sú najčastejšie konštrukčne riešené tak, že majú čiastočne demontovateľnú priehradovú konštrukciu, zavesenú na stredovej veži. Stredová veža má kolesový podvozok. Na konzolách sú rozmiestnené výstrekové dýzy alebo malé postrekovače. Dýzy a postrekovače pracujú s malou intenzitou a drobnými kvapkami. Podstatná úspora tlaku, rovnomerná závlahová dávka a minimálny vplyv vetra sú ďalšími prednosťami závlahových konzol. Ponúkané novšie konštrukcie podvozkov konzol majú štvorkolesový podstavec a asymetrickým vedením PE hadice. Uvedená konštrukcia je zvlášť vhodná pre zavlažovanie zeleniny, ktorá sa pestuje v riadkoch, prípadne v záhonoch. Výška konzoly sa môže nastaviť až do 2,5 m a umožňuje závlahu aj vysokých plodín (Pásový zavlažovač, 2011).



Obr. 7 Pásový zavlažovač (Irtec, 2011)

Frontálny konzolový zavlažovač pracuje za pohybu (obr.7). Hlavnou časťou je konzolový nosník, ktorý sa otáča okolo stredu umiestneného na kolesovom podvozku. Ramená konzol majú rovnomerne rozložené malé dýzy a na koncoch konzol sú ďalekoprúdové postrekovače spravidla mierne odklonené od pozdĺžnej osi konzoly. Tieto zabezpečujú otáčavý pohyb konzol. Dĺžka konzol je od 30 do 74 m. Stroj má

samočinný motorový podvozok na prejazdy. Používané zariadenia majú ľahkú rámovú konštrukciu zavesenú na jednom (konzolové), alebo dvoch podvozkoch (mostové). V praxi sú najviac rozšírené širokozáberové zavlažovače na viacerých elektrifikovaných podvozkoch. Závlahová voda sa odoberá pomocou ohybnej hadice napojenej na hydrant, alebo savicou z otvoreného kanála. Uvedené zariadenia teda využívajú systém gravitačného rozvodu vody vrátane dočasných kanálov.



Obr. 8 Frontálny zavlažovač (Bauer, 2011)

Ďalšiu skupinu zavlažovacích strojov predstavujú pivotové zavlažovače (so stredovým kĺbom, obr.8). Ich charakteristickým konštrukčným znakom je stredná časť - pivot napojený na hydrant a otáčanie sa do kruhu. Rádus zariadenia dosahuje dĺžku až 750 m a potrubie býva uložené nad povrchom pozemku vo výška až 3 m. Hydrant sa tak stáva centrálnym bodom, okolo ktorého sa zavlažovač otáča synchronizovaným pohybom jednotlivých podvozkov, na ktorých je potrubie uložené. Pohon podvozkov je zabezpečovaný priamočiarými hydromotormi alebo elektromotormi. Výhodou takéhoto riešenia zavlažovacieho stroja je to, že môže zavlažovať plochu kruhu alebo kruhového výseku.

V našich podmienkach sa v menšej miere používajú aj **širokozáberové mnohooporné zavlažovače**. Širšiemu používaniu týchto zavlažovacích strojov bráni to, že ich konštrukcia vyžaduje oporné podvozky vo väčšom počte. To si potom vyžaduje aj vhodné terénne podmienky, väčšie parcely bez prekážok na poli. Zabezpečujú však

najväčšiu produktivitu práce. Do tejto skupiny zavlažovacích strojov sa zaraďujú frontálny zavlažovač valivý (valivé potrubie), ktorý je charakteristický tým, že osou kolies je vodorozvodné potrubie s postrekovačmi, umiestnené vo výške 80 cm nad povrchom pozemku. Vodu odoberá z hydrantu.



Obr. 9 Širokozáberový zavlažovač (Agref, 2011)

Frontálny zavlažovač s podvozkami má postrekovače uložené na potrubí vo výške nad 2,2 m nad pozemkom. Je vhodný na zavlažovanie vysokostebelnatých plodín. Jeden zo spôsobov zavlažovania zadažďovaním predstavujú tzv. ďalekoprádové zavlažovače. Ich výhodou je to, že nevyžadujú tlakový rozvod vody, nakoľko si ju pri práci môžu odoberať i z dočasných závlahových kanálov alebo z hydrantov nízkotlakového potrubia. Nosičom je obyčajne kolesový alebo pásový traktor s vysokotlakovým čerpadlom a ďalekoprádovým postrekovačom. Dostrek vody je až 75 m. Majú vyššiu produktivitu práce než pri zavlažovaní prenosným detailom, ale nevýhodou je vyššia energetická náročnosť a veľké kvapky vody, ktoré poškodzujú štruktúru pôdy (Širokozáberový zavlažovač, 2011).

3.3 *Hydrolimity, definícia a rozdelenie*

3.3.1 **Charakteristika a popis hydrolimitov**

Charakteristické vlhkosti pôdy, pomocou ktorých je možné približným spôsobom, jednoducho vyjadriť stav a prístupnosť pôdnej vody pre rastliny, sa nazývajú *hydrolimity*.

Napriek tomu, že niektoré *hydrolimity* nemajú fyzikálne presne definovaný význam a sú približného charakteru, zjednodušujú komunikáciu, zvyšujú zrozumiteľnosť, a preto sa často využívajú v pôdohospodárskej praxi.

Medzi používané hydrolimity patria:

- *adsorpčná vodná kapacita* (Θ_a) – vlhkosť na rozhraní medzi vodou v pôde viazanou adsorpčnými a kapilárnymi silami,
- *retenčná vodná kapacita* (Θ_{rk}) – vlhkosť na rozhraní medzi vodou v pôde viazanou kapilárnymi silami a vodou, ktorá je predovšetkým pod vplyvom gravitačných síl,
- *plná vodná kapacita* (PK) – maximálne množstvo vody, ktoré môže pôda obsahovať sa rovná
- pórovitosti,
- *-monomolekulárna adsorpčná vodná kapacita* (w_{mak}),
- číslo hydroskopie (w_h),
- bod vädnutia (BV),
- poľná vodná kapacita (PVK),
- využiteľná vodná kapacita (VVK),
- bod zníženej dostupnosti (Z_{min}).

Metódy, pomocou ktorých stanovujeme pôdne hydrolimity, môžeme rozdeliť na:

Priame (určené za vzťahu medzi príslušným hydrolimitom a vybranou charakteristikou pôdy, prípadne jej niektorých ľahšie definovaných vlastností). Podobne môžeme zistiť orientačné hodnoty jedného hydrolimitu z druhého na základe rôznych prepočtových vzťahov. Ak poznáme priebeh odvodňovacej vetvy vlhkostnej retenčnej krivky, môžeme hodnoty hydrolimitov odčítať z nej ako vlhkosti, zodpovedajúce konvenčne dohodnutým vlhkostným potenciálom pôdnej vody, ktoré ich charakterizujú nezávisle od druhu pôdy.

Adsorpčná vodná kapacita (Θ_a) kvantitatívne charakterizuje maximálne množstvo vody v pôde, pútané adsorpčnými silami. Závisí od textúry pôdy, druhu

ílových minerálov, obsahu katiónov, od množstva a druhu minerálneho podielu, množstva a kvality humusu a pod. Jej hodnota zodpovedá približne $pF = 4,8 - 5,2$.

Retenčná vodná kapacita (Θ_{rk}) charakterizuje najväčšie množstvo vody, ktoré môže pôda udržať dlhší čas. Spontánne odvodňovanie profilu pôdy po zrážke prebieha spravidla tak, že najskôr sa táto odvodňuje pomerne rýchlo, potom rýchlosť odvodnenia klesá. Retenčná vodná kapacita približne charakterizuje začiatok spomalenia odvodnenia pôdy (Velebný, 2000).

Ak stanovujeme retenčnú vodnú kapacitu v poľných podmienkach, nazýva sa poľnou vodnou kapacitou. **Poľná vodná kapacita** (PVK) vyjadruje vlhkosť pôdy zodpovedajúcu stavu, kedy voda z makropórov v pôde už vytekla. Je to vlhkosť pôdy (alebo aj obsah vody v koreňovej vrstve pôdy), ktorá je nižšia ako vlhkosť (alebo obsah vody) vo vodou nasýtenej pôde, práve o vodu obsiahnutú vo veľkých, a preto vodivých póroch. Zisťuje sa tak, že urovnaná plocha povrchu pôdy sa zaleje nadbytočným množstvom vody, aby sa zaplnili všetky póry. Ak zabránime evapotranspirácii, ako aj prípadnej infiltrácii zrážkovej vody, napr. zakrytím igelitovou fóliou, vlhkosť vody v pôde sa znižuje. Stanovujeme ju v jednoduchých intervaloch. Keď sa vlhkosť po niekoľkých dňoch už podstatne nemení, dosiahnutá vlhkosť zodpovedá poľnej vodnej kapacite (Velebný, 2000).

Aj zo spôsobu vidieť, že Θ_{pk} reprezentuje rovnovážny stav len približne, pretože znižovanie vlhkosti pôdy odtokom pôdnej vody pokračuje malou rýchlosťou aj naďalej.

Hodnoty vlhkosného potenciálu, zodpovedajúca Θ_{pk} , kolíšu v širokom intervale. Pre ľahké piesočnaté pôdy sa uvažuje sací tlak zhruba $- 1.10^4 Pa$, pre stredne ťažké, hlinité $- 3.10^4 Pa$ a pre ťažké ílovité pôdy až $- 5.10^4 Pa$ ($pF = 2,0 - 2,7$).

Plná vodná kapacita (PK) charakterizuje vlhkosť pôdy pri úplnom zaplnení pórov a dutín vodou. Prakticky sa táto hodnota rovná pórovitosti. Tento predpoklad nie je celkom správny najmä pri ťažkých pôdach vzhľadom na ich veľké objemové zmeny a uzavretý vzduch v póroch. Zodpovedajúca hodnota sacieho tlaku pri plnej vodnej kapacite $pF = 0$ (Velebný, 2000).

Monomolekulárna adsorpčná vodná kapacita (w_{mak}) vyjadruje množstvo adsorpčne viazanej vody, ktorá na povrchu tuhej fázy vytvára obal hrúbky jednej molekuly vody ($2,72.10^{-6} m$). Zodpovedajúca hodnota $pF = 6,36$. Pre bežné postupy sa stanoví ako rovnovážna vlhkosť pri relatívnom napätí vodných pár, $p/p_p = 0,2$, ktoré sa dosiahne v exikátore s náplňou 58% H_2SO_4 .

Číslo hygroskopicity (w_h) udáva vlhkosť pôdy pri 96-98% nasýtení vzduchu vodnými parami (napr. nad nasýteným roztokom síranu sodného Na_2SO_4 alebo nad 10 % H_2SO_4 pri 20°C). Zodpovedajúca hodnota $pF = 4,78$. Pôvodne tento hydrolimit navrhol Mitscherlich ako vlhkosť, pri ktorej sa už prestáva uvoľňovať zmáčacie teplo. Z čísla hygroskopicity sa posudzovala disperznosť zeminy, hydrofilnosť (vzťah k vode), približná veľkosť merného povrchu pôdy a najmä bod vädnutia. Číslo hygroskopicity je však niekedy menej, niekedy viacej ovplyvnené kapilárnou kondenzáciou, preto necharakterizuje len adsorpčné javy. Orientačné $w_h = 0,2$ (% I. kat.).

Bod vädnutia (BV) charakterizuje vlhkosť, pri ktorej rastliny sú už trvale nedostatočne zásobované vodou. Pri zvýšení vlhkosti pôdy sa ich rast už neobnoví. Vlhkosť vädnutia je dolná hranica fyziologicky využiteľnej vody v pôde. Vlhkosť pôdy, pri ktorej rastliny vädnú, nie je rovnaká ani pre tú-ktorú rastlinu. Závisí od jej vývojového štádia, predchádzajúcich meteorologických podmienok, osmotického tlaku pôdneho roztoku a pod. Pôdnu vodu nad vlhkosťou vädnutia označujeme ako *fyziologicky využiteľnú* (užitočnú), pod vlhkosťou vädnutia ako *fyziologicky nevyužiteľnú* (Velebný, 2000).

Bod vädnutia sa určuje biologickou metódou, založenou na vegetačnom pokuse. Orientačne sa dá stanoviť zo zrnitostného zloženia výpočtom podľa Solnářa $\Theta_v = (\% \text{ I. kap.})/4$, alebo podľa Vášu $\Theta_v = 0,3(\% \text{ I. kat.}) + 4$. Z čísla hydroskopicity sa dá orientačne stanoviť za vzťahu $w_v = m \cdot w_h$ ($m = 1,5; 2,0; 2,5$ pre ľahké, stredne ťažké a ťažké pôdy).

Bod vädnutia je najvhodnejšie stanovovať ako vlhkosť pri vlhkosťnom potenciáli vody zodpovedajúcom $pF = 4,18$. Táto zvolená priemerná hodnota je smerodajná predovšetkým pre kultúrne plodiny (Velebný, 2000).

Bod zníženej dostupnosti vody pre rastliny (Z_{\min}) charakterizuje takú vlhkosť pôdy, pri ktorej sa podstatne znižuje pohyblivosť pôdnej vody a ktorá sa už začína nepriaznivo prejavovať na raste rastlín. Zodpovedajúca hodnota sacieho tlaku sa pohybuje v dosť širokom intervale ($pF = 3,0 - 3,3$). Prakticky sa uvažuje, že $Z_{\min} = BV + 0,6(PVK - BV)$.

Z hydrolimitov možno výpočtom stanoviť tzv. *využiteľnú vodnú kapacitu* $VVK = PVK - BV$, ktorá predstavuje maximálne množstvo vody, ktoré môže byť v pôde zadržané dlhší čas a je využiteľné rastlinami. Pôdne hydrolimity minerálnych pôd majú hodnoty, ktoré sú uvedené v tabuľke. Je to orientačná tabuľka. Nižšie hodnoty platia pre piesočnaté pôdy (ľahké), vyššie pre pôdy ílovité, tzv. ťažké (Velebný, 2000).

Tabuľka 1 Intervaly vlhkosti pôdy zodpovedajúce hydrolimitom v minerálnych pôdach (Velebný, 2000)

Hydrolimit	Rozmedzie vlhkosti (% hmotnosti)
<i>Monomolekulárna adsorpčná kapacita</i>	0,3 – 3,0
<i>Adsorpčná vodná kapacita</i>	1 – 15
<i>Číslo hygroskopicity</i>	1 – 20
<i>Bod vädnutia</i>	2 – 30
<i>Bod zníženej prístupnosti</i>	4 – 35
<i>Poľná vodná kapacita</i>	10 – 40
<i>Plná vodná kapacita (bod saturácie)</i>	25 – 60

Pomocou hydrolimitov sa dá orientačne stanoviť aj objem pôdných pórov rôznej kvality. Kapilárna pórovitosť P_k sa rovná Θ_{rk} (resp. PVK) pórovitosť nekapilárna P_{nk} sa rovná rozdielu $P - P_k$, kde P je celková pórovitosť. Ak sa vlhkosťný potenciál prepočíta na ekvivalentný polomer valcových pórov dostaneme prehľad o zastúpení pórov v pôde podľa ich priemeru (Velebný, 2000).

Voda patrí medzi základné časti zloženia pôdy ako organickej hmoty. Doplnenie vody do pôdy vykonáme pomocou zavlažovania. Voda veľmi výrazne ovplyvňuje fyzikálnu, chemickú a biologickú činnosť pôdy.

Spojité tok vody v systéme pôda - rastlina - atmosféra je nosným procesom životnej činnosti suchozemských rastlín.

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 (Ružička, 1996).

Každá zmena vlhkosti pôdy prakticky ovplyvňuje jej chemické vlastnosti. Voda tu pôsobí ako transportný prostriedok iónov chemických prvkov, zlúčenín a tým zlepšuje úrodnosť pôdy. Pri jej nadbytku môže dochádzať k vyplavovaniu vzácnych živín, ale práve vyplavovaním sa zbavuje škodlivých solí v pôde.

Závlahy okrem pôsobenia na pôdu intenzívne menia aj mikroklimu porastu. Podstatne na tieto pomery vplýva závlaha postrekom.

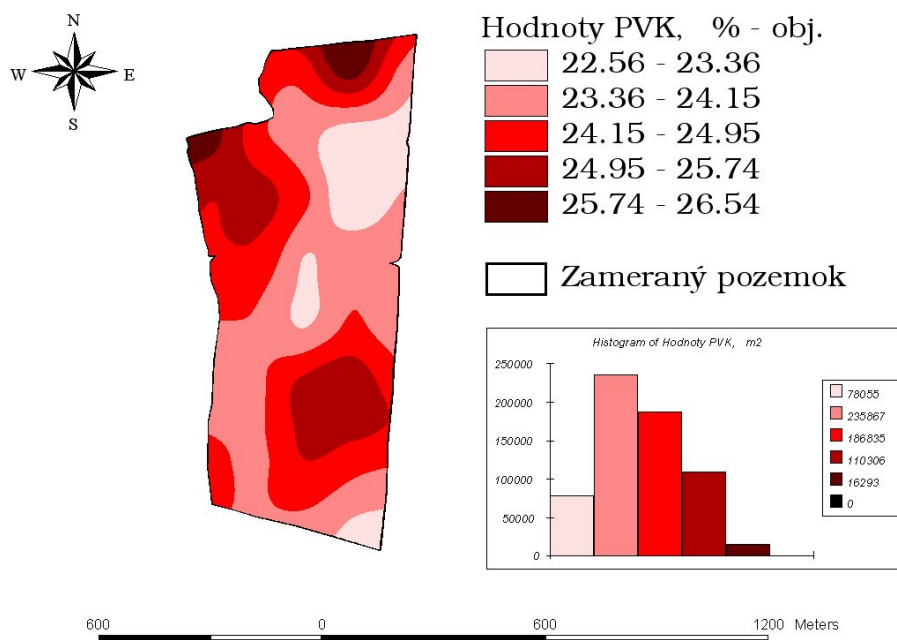
3.3.2 Hodnotenie variability hydrolimitov v praxi

Problematike variability vybraných hydrolimitov v rámci vymeraného pozemku sa venoval Jobbágy, Simoník (2009), kde veľkosť zameraného pozemku bola 62,5 ha. Počet stanovených monitorovacích bodov bol 30. Merania sa uskutočnili v poľnohospodárskom družstve Agrocoop Imeľ, a.s. Hodnoty hydrolimitov sa zisťovali v každom monitorovacom bode.

Výsledná mapa hydrolimitu poľnej vodnej kapacity (PVK) je zobrazená na obr.10. Hydrolimit PVK sa pohyboval v rozmedzí od 22,56 % do 26,54 %. Najväčšie zastúpenie sa preukázalo v intervale (23,36 – 24,15) % na ploche 23,6 ha.

Výsledná mapa hydrolimitu BV je zobrazená na obr.11. Hydrolimit BV sa pohyboval v rozmedzí 3,21 – 4,71 %. Najväčšie zastúpenie sa ukázalo v intervale (3,51 – 3,81) % na 20,2 ha z plochy pozemku.

Veľmi skoré zemiaky potrebujú v apríli 50 % VVK, v máji a júni 60 % VVK. Stredne skoré zemiaky potrebujú v máji a júni 50-55 % VVK, v júli a do polovice augusta 60 % VVK, pritom najviac však 70 % VVK v čase intenzívnej tvorby hlúz (UKSUP, 2003).



Obr. 10 Mapa poľnej vodnej kapacity (Jobbágy, Simoník, 2009)

Pretože nie je vhodné, aby vlhkosť poklesla až na BV, zavlažovať treba už skôr, pri tzv. minimálnej zásobe pôdnej vody (Z_{min}). Pre stanovenie hydrolimitu Z_{min} sa

použili ako vstupné hodnoty výsledky nameraných hydrolimitov a vzťah pre výpočet minimálnej zásoby pôdnej vody.

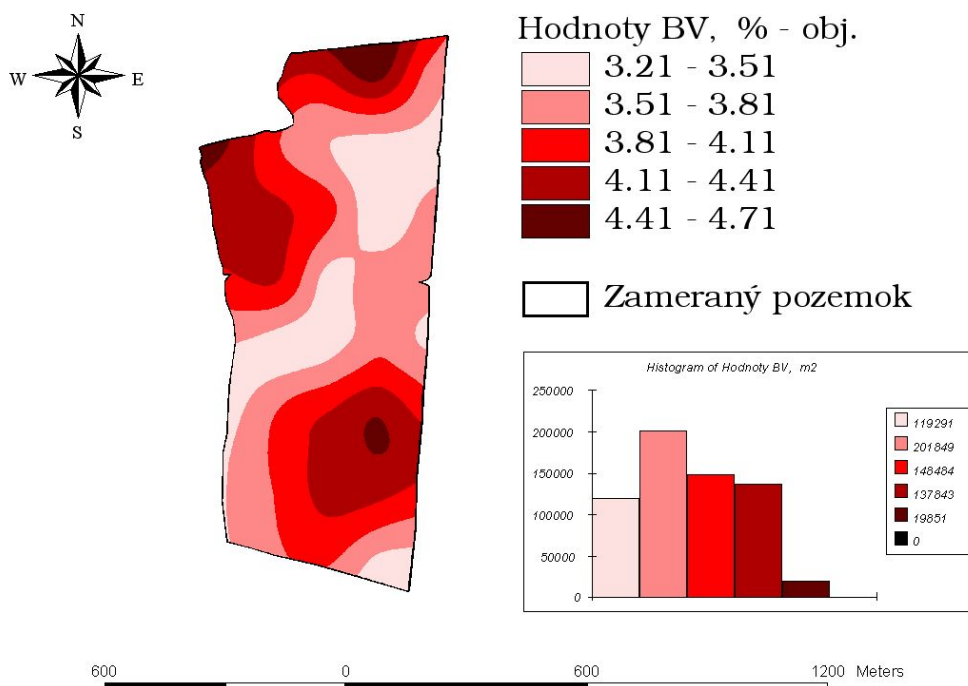
Minimálna zásoba pôdnej vody alebo predzávlahová vlhkosť môže byť podľa rastovej fázy rastlín od 50 % do 70 % VVK. Ako príklad sa uviedol výpočet pre 50 % VVK :

$$Z_{\min} (50 \% \text{ VVK}) = BV + 0,5 \cdot VVK, \quad \% \text{ objem.} \quad ()$$

Všetky stanovené hydrolimity v objemových % zodpovedali zásobe vody v milimetroch v 10 cm vrstve pôdy (Jobbágy, Simoník, 2009).

Tabuľka 2 Štatistické zhodnotenie výsledkov hydrolimitov PVK, BV (Jobbágy, Simoník, 2009)

Štatistické údaje	Pozemok 1	
	PVK	BV
Stredná hodnota, %	24,24	3,83
Rozdiel max – min, %	3,66	1,26
Minimum, %	22,67	3,32
Maximum, %	26,33	4,58
Počet	30,00	30,00
Variačný koeficient, %	3,73	9,66

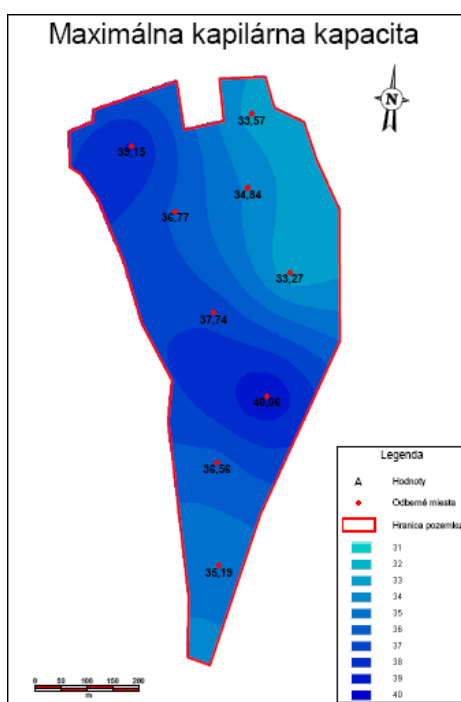


Obr. 11 Mapa bodu vädnutia (Jobbágy, Simoník, 2009)

Pri regulácii vlhkovného stavu pôdy sa vychádza z predpokladu, že plodiny sú optimálne zásobované pôdnou vodou (ale i vzduchom) vtedy, keď je vlhkosť pre koreňovú zónu pôdneho profilu v rozmedzí hydrolimitov poľnej vodnej kapacity (PVK) a bodu vädnutia (BV) (Antal, 2000).

Precízne zavlažovanie umožňuje pokles vstupných nákladov a potenciálny nárast čistého príjmu pomocou aplikovania vody na správnom mieste, v správnom množstve a v správnom čase. Pozemky, ktoré vykazujú priestorovú variabilitu (PVK), majú prospech zo systému precízneho zavlažovania - schopnosť meniť množstvo aplikovanej vody. (Al-Karadsheh, 2003).

Merania, ktoré sa uskutočnili na pozemku firmy AGRO Host'ovce, s.r.o. boli zamerané na tvorbu vrstevnicových máp (obr.1). Zaujímavé územie patrí k pohoriu Tribeč a pôdy nachádzajúce sa v tejto oblasti sa dajú charakterizovať ako stredne ťažké až ťažké s hlinitou a ílovito-hlinitou zeminou (Páleník, 2004). Zameraný pozemok mal rozlohu 36,7 ha. Ako príklad sa uvádza variabilita hydrolimitu MKK (maximálna kapilárna kapacita). Z mapy vyplýva, že počet monitorovacích bodov bol 9. Hydrolimit MKK sa pohyboval v intervale (33,27 – 40,06) % - obj. Variačný koeficient dosahoval hodnotu 6,49 %. Mapy môžu slúžiť pre presnú aplikáciu závlahovej dávky pomocou palubného počítača. Do palubného počítača je však treba vložiť údaje z aplikačnej mapy (Páleník, 2004).



Obr. 12 Variabilita hydrolimitu MKK (Páleník, 2004)

3.4 Požiadavky rastlín na vodu

Rastliny prijímajú vodu väčšinou koreňovým systémom z fyziologicky účinného pôdneho profilu. Vzhľadom k sacím schopnostiam rastlín je pre ne významná len fyziologicky užitočná voda. Určuje sa maximálnou vodnou kapacitou a bodom vädnutia.

Časť nasatej vody rastlina využije na stavbu tkaniva, väčšiu časť však vylučuje pri transpirácii. Transpirácia reguluje prísun živín z pôdy, teplotu rastlín a stupeň nasýtenia buniek. Transpirácia je daná množstvom vytranspirovanej vody za jednotku času. V praxi sa používa intenzita transpirácie, ktorá udáva množstvo vyparenej vody z jednotky povrchu rastliny za jednotku času (Simoník a kol., 2009).

Počas dňa aj celého vegetačného obdobia dochádza ku kolísaniu transpirácie, čo je ovplyvnené (Simoník a kol., 2009):

1. vonkajšími činiteľmi, ako teplota, slnečné žiarenie, vlhkosť pôdy, vlhkosť vzduchu atď.,
2. vnútornými činiteľmi, ako vek rastliny, obsah vody v rastline a i.

Vonkajšie činitele majú väčší vplyv ako vnútorné. Rastliny dosahujú maximálnu transpiráciu v poludňajších hodinách. Intenzita transpirácie klesá v závislosti na stupni zrelosti rastliny až k nulovej hodnote. Maximálna spotreba vody je v období najväčšieho objemového rastu rastlín.

Hospodárnosť závlahovej prevádzky je podmienená správnym určením veľkosti a počtu závlahových dávok a ich časovým rozdelením, čiže stanovením závlahového režimu. Skúsenosti z využívania závlah dokazujú, že úspech závlah závisí od dodržania závlahového režimu, ktorým sa vytvárajú optimálne podmienky pre rast a vývoj rastlín, pri najhospodárnejšom využití závlahovej vody a pri súlade so závlahovou prevádzkou a ostatnými agrotechnickými opatreniami (Simoník a kol., 2009).

Hnojenie, obrábanie pôdy, ničenie burín, ochrana proti chorobám a škodcom, atď., sú opatrenia, ktoré kladne ovplyvňujú úrodu poľnohospodárskych plodín. Tieto opatrenia majú jasné zásady a praktické skúsenosti a podľa nich ich môžeme každoročne plánovať a robiť. Pre doplnkové závlahy však neexistujú všeobecne platné smernice a potreba závlahy sa každoročne mení aj miestne a je ju treba pre každú plodinu počas celej vegetácie dost' presne určovať. Má to niekoľko dôvodov :

1. Závlaha u nás závisí na počasí. V suchých a teplých obdobiach môže závlaha prispieť k zvýšeniu výnosov, vo vlhkom a chladnom roku, pri nesprávnom závlahovom režime sa môžu výnosy aj znížiť.
2. Rastliny reagujú intenzívne na závlahu vždy len v určitej fáze svojho vývoja, v tzv. kritických obdobiach.
3. V SR sú dosť veľké rôznorodosti pôdných podmienok, čo tiež komplikuje situáciu.
4. Pomerne vysoké náklady na závlahové zariadenia vyžadujú, aby bolo zavlažovanie hneď od počiatku úspešné, čo zabezpečí hospodárnosť celého zariadenia.

Prvoradým cieľom doplnkových závlah v našich klimatických podmienkach je zaistiť trvalé optimálne podmienky zásobovania plodín vlhkosťou (vodou), pre výrazné zvýšenie výnosov. V ostatných rokoch vystupuje ako najdôležitejší činiteľ stabilizácia úrodu.

Stanovenie a riadenie závlahového režimu plodín musí preto vychádzať zo štúdií a hodnotení premenlivých nárokov vlhkového potreby a spotreby rastlinným spoločenstvom (Simoník a kol., 2009).

Princíp úpravy vodného režimu pôdy pod závlahou spočíva v udržiavaní vlhkosti pôdy v rozmedzí ľahko dostupnej pôdnej vlhkosti pre pestované plodiny. Sací tlak pôdnej vody musí byť pomerne nízky, aby pre príjem vody rastlinou postačil malý deficit difúzneho tlaku.

Východiskom pre určenie závlahového režimu je sledovanie zásoby vlhkosti v aktívnom pôdnom profile počas celého vegetačného obdobia. Stav obsahu vody v pôde sú výsledkom mechanizmu pohybu vody a z pôdy cez rastlinu do ovzdušia (transpirácia) a priamo z pôdy do ovzdušia (evaporácia). Tento dej je nepretržitý a jeho intenzita je závislá predovšetkým na príkone slnečnej energie.

Pri stanovení závlahového režimu a skutočnej zásoby pôdnej vlhkosti je treba určiť medzné hodnoty zásoby pôdnej vlhkosti - tzv. **hydrolimity**.

Hydrolimity z hľadiska pôdnosti vody v pôde vymedzujú oblasti prístupnosti vody plodinám a sú dané energetickými vzťahmi medzi pôdou, pôdnou vlhkosťou a sacou silou koreňového systému plodín (Simoník a kol., 2009).

4 ZÁVER

V danej bakalárskej práci sa zameriavalo na problematiku hydrolimitov, ako vstupná veličina pri určovaní vhodného druhu závlahy na daný pozemok. Zhodnotil sa trend používania závlah na území SR. Od roku 2000 pokleslo požívanie o takmer 40%. Tento trend sa považuje za pozitívny. Spracovali sa všetky spôsoby závlah ktoré sú popísané ich účinnosť, využitia a sú priložené názorné obrázky závlah. Oboznámili sme sa so závlahovými systémami využívanými na území SR. Ďalej sme sa venovali definícii hydrolimitov jej meraniu a určovaniu všetkých veličín. Opísali sa požiadavky rastlín na vodu. Tieto získane informácie sa dajú použiť pri pestovaní rastlín pre obnoviteľné zdroje energie. Má to veľký význam pre poľnohospodárstvo a s tým spojené pestovanie rastlín.

5 LITERATÚRA

1. AGREF. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.agref.sk/content/imageup/medium/5732b721598a1e3d3880324345d00f41.jpg>
2. AGROSERVER. 2011. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.agroserver.sk/news/polnohospodari-ukoncili-osevne-prace/>
3. 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>
4. ANTAL, J. 2000. Niektoré aspekty regulácie režimu pôdnej vlhkosti agronomickými a agrotechnickými opatreniami. Bioclimatology and the environment : 13th International conference on bioclimatology : Košice 12.-14.9.2000. - Košice : Slovenská bioklimatologická spoločnosť SAV, 2000. - 80-88985-22-6. - Nestr.
5. BAKER, P. - SIMONÍK, J. 1989. Stroje pre zemné a melioračné práce. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1989. 205s.
6. BAUER 2011 [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://www.bauer.sk/p_zt_linestar5000.htm HELDI, A. 1998. Hospodárenie v závlahových podmienkach: Poradenská príručka. Bratislava: SEMISOFT, 1998. 121 – 124 s. ISBN 80-85755-04-1.
7. ČERPAČKA. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.railnet.sk/view.php?cislocianku=2007040005>
8. DRIP. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.netafim.sk/zavlaz/familydrip/family.html#vrch>
9. HRÍBIK, J. 2010. Moderná mechanizácia. č.06 rok:2010 [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.nasepole.sk/pole06/clanok.asp?ArticleID=23>
10. IRTEC 2011. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://www.agrokom.sk/images/big/irtec_00.jpg
11. JOBBÁGY, J. – SIMONÍK, J. 2009. Zavlažovanie pásovými zavlažovačmi v systéme presného poľnohospodárstva. In: vedecká monografia, SPU ES v Nitre, 2009. 139 s. ISBN 978-80-552-0201-3
12. PÁLENÍK, J. 2005. Určenie základných hydrolimitov pre zavlažovanie. (pre oblasť Zlatých Moraviec): Diplomová práca. Nitra : SPU, 2005
13. PÁSOVÉ ZAVLAŽOVAČE. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.agrosidlo.info/sk/bb.html>
14. NOVOTNÝ, M. - MASÁR, M. 1998. Hospodárenie v závlahových podmienkach: Poradenská príručka. Bratislava: SEMISOFT, 1998. 99-101s. ISBN 80-85755-04-1.
15. Ovocie 2011 , [Online] [28.02.2005] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://www.flora.sk/index.php?selected_id=125&article_id=58
16. SIMONÍK, J., 1996. Technika a technológie pre zavlažovanie poľných plodín zadažďovaním.: Habilitačná práca. Nitra : VŠP, 1996. 208 s.
17. SIMONÍK, J. 2000. Efektívnosť pestovania skorých zemiakov v závlahových podmienkach. In: Trendy v poľnohospodárskej ekonomike a manažmente. Nitra : SPU, 2000. s. 406 – 412.
18. SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2006. Zlepšovanie účinnosti zavlažovania zvyšuje úrodu i úspory vody. In: Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve, roč. IX, 2006, č.3, s.5 – 7.

19. SIMONÍK, J. – RŮŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. Stroje pre zemné a závlahové práce. Vysokoškolská učebnica. In: SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0251-8.
20. SKALOVÁ, J. – ŠTEKAUEROVÁ, V. – ŠÚTOR, J. 2011. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://old.chmi.cz/meteo/CBKS/sbornikKosice/skalova.pdf>
21. ŠIROKOZÁBEROVÝ ZAVLAŽOVAČ. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: <http://www.agrosidlo.info/sk/bb.html>
22. UKSUP. 2003. Množstvo vlhky potrebnej pre zemiaky. Údaje získané z UKSUP, Hydromeliorácie, Bratislava. 2003.
23. VELEBNÝ, V. – NOVÁK, V. – SKALOVÁ, J. – ŠTEKAUEROVÁ, J. – MAJERČÁK, J. 2000. Vodný režim pôdy. Bratislava: Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2000. 208 s. ISBN 80-227-1373-2.
24. ZÁVLAHA1. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://www.netafim.sk/press/odkazy_clanky/usporne_sposoby_zavlazovani_a_v_zahradkach.html
25. ZÁVLAHY2. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://cs.wikipedia.org/wiki/Zavla%C5%BEov%C3%A1n%C3%AD#Z.C3.A1vlahy_v.C3.BDtopou
26. ZAVLAŽOVANÉ ÚZEMIA. [Online] [s.a] [cit. 05-03-2011] Dostupné na internete: http://enviroportal.sk/indikatory/detail.php?kategoria=2&id_indikator=495