

VYUŽITIE ELEKTRONIKY PRI MERANÍ INFILTRAČNÝCH VLASTNOSTÍ PÔDY

MINÁRIK Ján

Abstrakt

Navrhol sa merací reťazec na automatizáciu merania infiltrácie vody do pôdy. Snímač meral úroveň vody v zásobníkovej nádrži pomocou ultrazvukových senzorov s následným zberom, spracovaním a uložením nameraných hodnôt do prenosného mikroprocesorového zariadenia DZ 10, ktoré bolo vyvinuté jako univerzálne meracie zariadenie s možnosťou preniesť namerané údaje do počítača typu PC.

Ultrazvukový snímač hladiny má oproti ostatným snímačom výhodu v malých rozmeroch, jednoduchšej inštalácii a v bezkontaktnom princípe merania. Tento princíp je možné využiť aj pri bezkontaktnom snímaní vzdialenosti žacej lišty od pôdy, pri automatickej regulácii hĺbky sejby a všade tam, kde je spoľahlivý odraz vysielaného impulzu.. Doterajšie výsledky a skúsenosti poukazujú na vhodne zvolenú metódu snímání a záznamu údajov. Meranie v poľných podmienkach sa vyznačovalo jednoduchou obsluhou, dostatočnou presnosťou a tým, že sa zaznamenávali údaje z troch infiltrometrov, čím sa výrazne zrýchlil postup celého merania a vyhodnocovania.

Kľúčové slová: infiltrácia, ultrazvuk, mikroprocesorový merací systém

Úvod

Článok opisuje možnosti využitia elektroniky a mikroprocesorovej techniky pri meraní infiltračných vlastností pôdy. Je to proces prenikania vody do pôdy. Infiltračná schopnosť pôdy najviac ovplyvňuje prerozdelenie zrážok na povrchu pôdy. Od nej závisí, aký podiel vody sa premení na povrchový odtok a aký sa infiltruje do pôdy. Pre prax je poznanie infiltračných vlastností pôdy nevyhnutným predpokladom na využívanie pôdy a vody.

Cieľom práce bolo využiť elektroniku a mikroprocesorovú techniku na meranie infiltračných vlastností pôdy. Prínos tejto metódy oproti doterajšiemu manuálnemu spôsobu merania spočíva vo zvýšení presnosti a rýchlosti merania a vo vylúčení subjektívnych chýb merania.

Materiál a metódy

Základom merania infiltrácie je zaznamenávanie výšky hladiny vody v dvojprstencovom infiltrometri. Doteraz na to slúžila plaváková mierka sledujúca hladinu vody. Jej pokles sa registroval odčítavaním hodnôt na stupnici plavákovej mierky. Také snímání hladiny je jednoduché, nespĺňa však požiadavky na rýchlosť, presnosť a komfort pri odčítavaní meraných hodnôt. Uvedené nedostatky nemá metóda snímání výšky hladiny vody ultrazvukovým snímačom.

Ultrazvukové zariadenie automaticky sníma hladinu vody a táto sa následne zaznamenáva do prenosného mikroprocesorového systému. Po skončení merania sa namerané dáta sériovou linkou prenesú do počítača typu PC, kde sú pripravené na ďalšie spracovanie. Výhodou ultrazvukového senzora sú jeho malé rozmery, jednoduchá inštalácia, vyššia presnosť merania a nepriamy kontakt s meranou hladinou vody.

Bloková schéma meracieho zariadenia je na obr. 1.



Mikroprocesorový systém vysielá riadiaci impulz do ultrazvukového snímača UST40T i do preklápacieho obvodu. Frekvenciou impulzov je stanovený časový interval snímania vzdialenosti hladiny. Pri našom meraní je to 6 snímaní za minútu. Odrazný signál z hladiny vody zachytáva ultrazvukový prijímač UST40R, ktorý sa po zosilnení a úprave využíva na nulovanie preklápacieho obvodu. Na výstupe obvodu je pravouhlý impulz, ktorého dĺžka trvania t je priamo úmerná vzdialenosti snímača d od prekážky (hladiny vody).

Pre čas t platí:

$$t = \frac{2d}{c} \quad (1)$$

kde

t - čas, s

d - vzdialenosť od prekážky, m

c - rýchlosť šírenia ultrazvuku v danom prostredí, $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

Meracie zariadenie pozostáva z mikroprocesora 80C552, 32kB pamäti údajov, sériovej linky RS232C, 5- prvkovej klávesnice, 2×16 znakového displeja. Je prispôsobené na súčasné meranie tromi infiltrometrami.

Výsledky a diskusia

Výška infiltrovaného stĺpca vody $V_{i,t}$ do pôdy v čase t od začiatku pokusu bola vypočítaná podľa vzťahu

$$V_{i,t} = d_t - d_{t,0} \quad (2)$$

kde

d_t - vzdialenosť snímača od hladiny vody v čase t ,

$d_{t,0}$ - vzdialenosť snímača od hladiny vody na začiatku pokusu.

Závislosť $V_{i,t}$ od času t predstavuje kumulatívnu infiltračnú krivku. Na obr. 2 je jedna z nameraných kriviek.

Pre potreby praxe sa vyžaduje určiť priebeh intenzity infiltrácie $v_{i,t}$ čo nám vyjadruje výšku vodného stĺpca infiltrovaného za časovú jednotku do pôdy ($\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$).

Medzi priebehmi $V_{i,t}$ a $v_{i,t}$ platí:

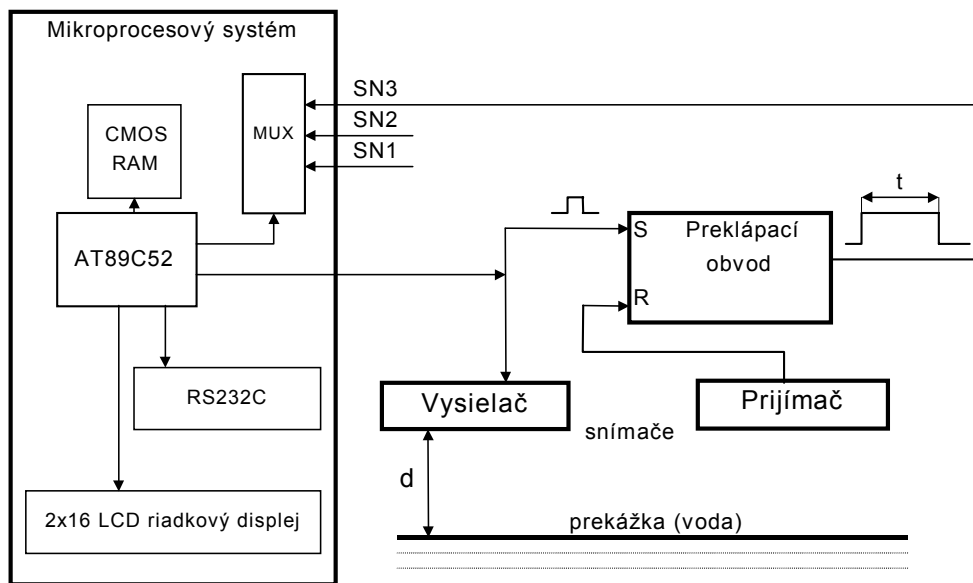
$$V_{i,t} = \int_0^t v_{i,t} dt \quad (3)$$

alebo podľa vzťahu:

$$v_{i,t} = V_{i,t}' = \frac{\Delta V_i}{\Delta t} \quad (4)$$

respektíve:

$$v_{i,m} = \frac{V_{i,m+1} - V_{i,m-1}}{t_{n+1} - t_{n-1}} \quad (5)$$



Obr. 1 Bloková schéma meracieho zariadenia

Pre potreby praxe sa vyžaduje určiť priebeh intenzity infiltrácie $v_{i,t}$ čo nám vyjadruje výšku vodného stĺpca infiltrovaného za časovú jednotku do pôdy ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$).

Riešenie poslednej rovnice sa vykonáva grafickou deriváciou.

Spracovanie dát bolo robené pomocou štatistického programu STATGRAPHICS VER5.0, metódou nelineárnych regresíí.

Priebehu intenzity infiltrácie najlepšie zodpovedala Hortonova rovnica v tvare:

$$v_{i,t} = v_{i,v} + /v_{i,0} - v_{i,v}/ \cdot e^{-\chi t} \quad (6)$$

kde

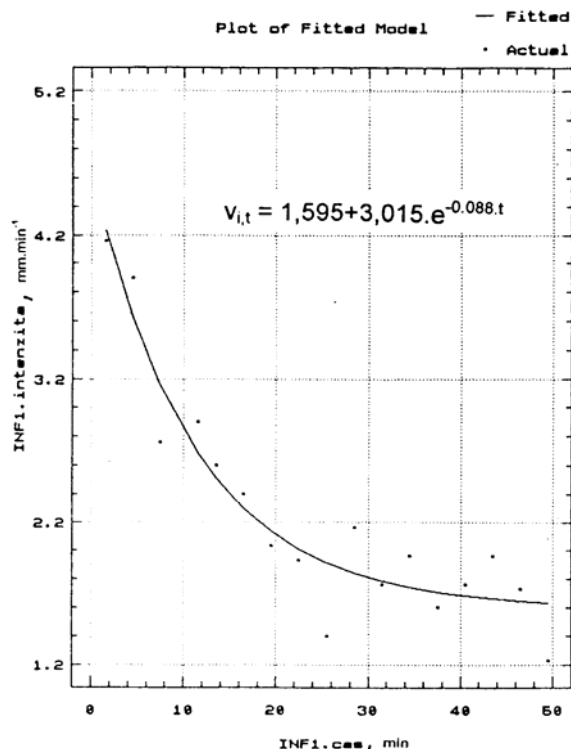
$v_{i,v}$ - ustálená minimálna intenzita infiltrácie, $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$,

$v_{i,t}$ - intenzita infiltrácie v čase t od začiatku infiltrácie, $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$,

$v_{i,0}$ - intenzita infiltrácie na začiatku pokusu, $\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$,

χ - konštanta závislá od zloženia pôdy.

Nameraný priebeh intenzity infiltrácie je na obr. č. 2



Obr. 2 Časový priebeh intenzity infiltrácie

Ak sa do rovnice (3) dosadí priebeh intenzity infiltrácie $v_{i,t}$ (Hortonovu rovnicu), priebeh kumulatívnej infiltrácie v určitom časovom úseku vyjadruje rovnica:

$$V_{i,t} = \int_{t_1}^{t_2} [v_{i,v} + (v_{i,0} - v_{i,v}) \cdot e^{-\chi t}] dt \quad (7)$$

Pre veľkosť kumulatívnej infiltrácie od začiatku vsakovania t.j. pre $t_1=0$ platí:

$$V_{i,t} = v_{i,v} \cdot t + \frac{(v_{i,0} - v_{i,v})(1 - e^{-\chi t})}{\chi} \quad (8)$$

Praktickým výsledkom merania sú zobrazené priebehy intenzity infiltrácie v grafickej a analytickej forme (obr. č. 2). Na základe znalosti týchto priebehov možno určiť napr.:

a/ Veľkosť infiltrácie za čas t , tzv. kumulatívnu infiltráciu $V_{i,t}$

b/ Čas výtopy t_p , t. j. čas od začiatku dažďa do okamihu, kedy sa zrážková voda začína hromadiť na topografickom povrchu (začiatok tvorenia kaluží, resp. začiatok povrchového odtoku po svahu).

Poznanie infiltračných vlastností pôdy pomáha i pri voľbe technologického postupu obrábania pôdy. Umožňuje to zhodnotiť dopad predchádzajúcich technológií a vplyv pestovaných rastlín na stav pôdy. Množstvo infiltrovanej vody do pôdy je dôležité poznať i pre potreby meliorácií.

Vyriešenie problému merania hladiny vody v infiltrometri umožňuje modifikovať ultrazvukovú metódu i pre iné oblasti poľnohospodárskej praxe, najmä tam kde treba merať malé vzdialenosti do 1m /pri použití výkonnejších ultrazvukových meničov i na väčšie vzdialenosti/, ako napr. snímanie výšky strniska, zisťovanie hustoty porastov pri zbere obilovín a krmovín, snímanie výšky hladiny sypkých hmôt v zásobníkoch, hĺbku sejby a podobne.



ZÁVER

Doterajšie výsledky a skúsenosti poukazujú na vhodne zvolenú metódu snímania a záznamu údajov. Prínosom navrhnutého riešenia je, že celý proces merania infiltrácie pôdy sa zautomatizoval a urýchlil. Prax ukázala, že nestačí merať iba na jednom vybratom mieste parcely, pretože už o niekoľko metrov od meraného miesta možno namerať iné hodnoty infiltrácie. Tieto závisia od prejazdu techniky po pôde, od rastlinného porastu a od života v pôde. Preto sa robí viac meraní a berie sa z nich priemerná hodnota. Práve tu je vidieť prínos navrhnutého riešenia. Meracou súpravou možno merať a zaznamenávať údaje súčasne z troch stanovíšť. Meranie je takto trojnásobne rýchlejšie a objektívnejšie.

Literatúra

1. ANTAL, J. : *Aplikovaná agrohydrologia*, Edičné stredisko VŠP Nitra, 1996
2. ANALOG DEVICES.: *LVDT Signal Conditioner*, 1992 In: technická informácia s. 1÷15
3. HRUBÝ, D. : *Aplikácia jednočipových mikropočítačov na automatizáciu merania*, In: rigorózna práca, VŠP Nitra, 1995
4. LUKÁČ, O - HRUBÝ, D.: Dynamické meranie tlaku, Zborník z medz.vedz.konferencie konanej z príl.živ.jubilea dekana MF SPU v Nitre, Prof.Ing.Jozefa Lobotku, DrSc., Nitra, 1999, s.160-164
5. KUTÍLEK , M. : *Vodohospodárska pedológia*, SNTL Praha, 1978
6. OBRAZ, J. : *Ultrazvuk v měřící technice*, SNTL Praha, 1976
7. ZEHNULA, K. : *Snímače neelektrických veličín*, SNTL Praha, 1977

Kontaktná adresa:

Ing. Ján Minárik, PhD.

Katedra elektrotechniky a automatizácie, Mechanizačná fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel. 087/6508763.
