



ÚZPI

ČESKÁ KRAJOVNÁ
KNIHOVNA ZEMĚDĚLSKÝCH
VĚD
ČESKÁ REPUBLIKA
PRAHA 1 - TESNOVÝ 3. 17.

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Agricultural Engineering

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

3

VOLUME 43 (LXX)
PRAHA 1997
CS ISSN 0044-3883

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření Ministerstva zemědělství České republiky a pod gescí České akademie zemědělských věd

An international journal published under the authorization by the Ministry of Agriculture and under the direction of the Czech Academy of Agricultural Sciences

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Členové – Members

Prof. RNDr. Ing. Jiří Blahovec, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)

Doc. Ing. Karel Brzkovský, CSc. (České vysoké učení technické, Praha, ČR)

Univ.-Prof. Dr. habil. Manfred Estler (Technische Universität München, Institut für Landtechnik, Freising, BRD)

Prof. Ing. Ján Jech, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)

Ing. Petr Jevič, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. Jan Mareček, CSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)

Ing. Richard Markovič, CSc. (Státna skúšobňa poľnohospodárskych a lesných strojov, Rovinka, SR)

Ing. Zdeněk Pastorek, CSc. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, ČR)

Doc. Ing. František Ptáček, CSc. (Státní kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Brno, ČR)

Prof. M. N. Rifai, Ph.D. (Nova Scotia Agricultural College, Truro, Nova Scotia, Canada)

Ing. Jan Šabatka, CSc. (Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, ČR)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

Ing. Jovanka Václavičková

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce a studie typu review z oboru zemědělská technika, zemědělské technologie a zpracování zemědělských produktů. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází čtvrtletně (4x ročně), ročník 43 vychází v roce 1997.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: Ing. Jovanka Václavičková, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: fofo@uzpi.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zaslány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1997 je 204 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers and reviews dealing with the study agricultural engineering, agricultural technologies and processing the agricultural products. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agris, CAB Abstracts, Czech Agricultural Bibliography, WLAS.

Periodicity: The journal is published quarterly (4 issues per year), Volume 43 appearing in 1997.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: Ing. Jovanka Václavičková, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/24 25 79 39, fax: 02/24 25 39 38, e-mail: fofo@uzpi.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1997 is 51 USD (Europe), 53 USD (overseas).

FRAKTÁLNA DIMENZIA A ZÁKLADNÉ VLASTNOSTI PÔDY

FRactal Dimension and Basic Soil Properties

E. Kubík

Slovak Agriculture University, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The determination of basic soil properties pertains to the current frequently used agricultural procedures. The soil parameters are usually determined individually by classical methods. The possibility of determination these basic parameters more complexly and all at once appears. That procedure is enabled by means of fractal mass model. The model utilizes calibrate curves by means of sole parameter – fractal dimension. The calibrate curves of two clay loam soil from different locations were determined in this paper. The curves were elaborated by means of regression models and they made a determination of moisture of soil in the range 4–35%, of bulk density in the range 800–1300 kg.m⁻³, of porosity in the range 50–70% all at once possible when the well-known fractal dimension was determined by means of fractal mass model in the range 2.1–2.5. The method of determination of the calibrate curves is demanding and long-lasting but the determination of the fractal dimension is sufficient for different soils after the determination these calibrate curves. The fractal dimension's determination is also possible by model of Sierpinski carpet or by the model of fractal foam. The CCD-array's application simplifies and automates the determination of fractal dimension. These methods are a subject of further research.

soil; fractal; dimension; soil moisture; porosity; bulk density; specific density

ABSTRAKT: Určenie základných vlastností pôdy patrí v poľnohospodárstve medzi bežné a často používané postupy. Jednotlivé pôdne parametre sa však zvyčajne určujú jednotlivo podľa klasických metód. Do popredia preto vystupuje možnosť určiť tieto základné parametre komplexnejšie a pokiaľ možno všetky súčasne. Takýto prístup je možný pomocou fraktálneho hmotnostného modelu s využitím kalibračných kriviek pomocou jediného parametra – fraktálnej dimezie. V práci sú stanovené kalibračné krivky pre hlinito-ílovitú pôdu zo vzoriek odobratých z dvoch rôznych lokalít. Krivky sú spracované pomocou štatistických regresných modelov a umožňujú stanoviť vlhkosť pôdy v rozsahu 4 až 35 % pri objemovej hmotnosti 800 až 1300 kg.m⁻³ a pórovitosti 50 až 70 % súčasne, keď je známa fraktálna dimenzia určená pomocou fraktálneho hmotnostného modelu v rozsahu 2,1 až 2,5. Metóda stanovenia kalibračných kriviek je experimentálne náročná a zdĺhavá, no po ich určení pre rôzne pôdy stačí určiť fraktálnu dimenziu.

pôda; fraktál; dimenzia; vlhkosť pôdy; pórovitosť; objemová hmotnosť; merná hmotnosť

ÚVOD

Fraktálny charakter pôdy je založený na sebakodobnosti pôdnej štruktúry. Štatistická sebakodobnosť pôdnej štruktúry je spôsobená výskytom pôdnych pórov. Pôda je preto fraktálny útvar, ktorého priestorová dimenzia D nie je celé číslo, ale číslo menšie ako tri, na rozdiel od trojrozmerných euklidovských objektov, kde je priestorová dimenzia vyjadrená číslom tri. Chápanie pôdy ako fraktálneho útvaru je novým prístupom v nazeraní na pôdu a z hľadiska hodnotenia základných vlastností pôdy poskytuje ďalšie možnosti pre ich stanovenie. Hlavným prínosom fraktálnej teórie je zrejme tá skutočnosť, že veľičina fraktálna dimenzia je pre daný pôdny druh, pri konkrétnej objemovej hmotnosti, charakteristickou konštantou.

Fraktálnou teóriou zameranou na pôdny materiál sa zaoberal najmä Burrough (1983a, b), ktorý študo-

val priestorovú variáciu pôdy a jej zdroje. Khron (1988) skúmal fraktálne vlastnosti lomových povrchov pieskovcov, bridlic a vápencov. Niektoré aplikácie na prírodné materiály uviedli vo svojich prácach Štěpánek (1987) a aplikácie zamerané na fraktálnu analýzu pôdy Kubík a Brozman (1996).

V poľnohospodárskej praxi a vedeckých aplikáciách zameraných na štúdium pôdy táto problematika nebola dôslednejšie študovaná. Predkladaná práca sa snaží aspoň čiastočne vyplniť túto medzeru a súčasne experimentálne potvrdiť význačnosť fraktálnej dimenzie ako fyzikálnej veličiny komplexne v sebe zahrnujúcej všetky základné vlastnosti pôdy. Kalibračné krivky pre hlinito-ílovitú pôdu uvedené v práci poukazujú na vzájomnú súvislosť pórovitosti, vlhkosti a objemovej hmotnosti s fraktálnou dimenziou pôdy.

MATERIÁL A METÓDA

Na stanovenie fraktálnej dimenzie bol použitý fraktálny hmotnostný model (Kubík, Brozman, 1996), v ktorom sa fraktálna dimenzia pôdy určí podľa vzťahu

$$\ln M(L) = \ln \rho_E + \ln \left(\frac{4 \cdot \pi}{3} \right) + D \cdot \ln L \quad (1)$$

kde: $\ln$ – prirodzený logaritmus

$M(L)$ – experimentálne určená hmotnosť vzorky, ktorá má lineárny rozmer L

ρ_E – objemová hmotnosť skúmanej pôdy

D – fraktálna dimenzia definovaná v zmysle práce Kubík, Brozman (1996)

L – lineárny rozmer guľových vzoriek (polomer gule)

Vzťah (1) predstavuje logaritmickú závislosť, ktorá vznikla logaritmovaním vzťahu

$$\rho_E = \frac{M(L)}{\frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot L^D} \quad (2)$$

čo je vzťah pre objemovú hmotnosť, len objem guľovej vzorky v menovateľ je vyjadrený nie euklidovský, ale pomocou fraktálnej dimenzie D , ktorá je neceločíselná a má hodnotu menšiu ako číslo tri. Týmto bola zohľadnená degradácia pôdnej štruktúry, ktorú spôsobujú pôdne póry. Podľa tohto modelu je pôda neeuklidovský útvar s dimenziou menšou, ako je dimenzia trojrozmerného priestoru. Fraktálna dimenzia pôdy bola určená ako smernica tejto logaritmickú závislosti.

Model umožňuje určenie fraktálnej dimenzie D meraním polomerov množstva rôznych vzoriek pôdy a ich príslušných hmotností. Predpokladá využitie guľových vzoriek. Na meranie boli využité nepravidelné hrudky pôdy približne guľového tvaru v rozsahu polomerov 0,2 až 7,0 mm tak, aby zastúpenie celej pôdnej štruktúry bolo čo možno najreprezentatívnejšie. Vzorky boli odobrané náhodne, pričom v každom súbore, ktorý bol použitý na určenie dimenzie pri určitej vlhkosti pôdy, bolo sto vzoriek. Na meranie bola využitá hlinito-ílovitá pôda z dvoch rôznych lokalít, aby bolo možné porovnávať. Zo súborov boli vylúčené štatisticky odľahlé hodnoty. Pri meraní polomeru vzoriek sa rozhodovalo medzi dvomi metódami. Pri prvej bol priemer vzoriek meraný manuálne posuvným meradlom merajúcim s presnosťou 0,05 mm. Pretože hrudky mali nepravidelný tvar, ich polomer bol určený ako aritmetický priemer z piatich meraní. Výsledná chyba polomeru z piatich meraní, určená ako krajná chyba aritmetického priemeru polomeru metódou priamych meraní (Brož, 1983), bola podľa vzťahu

$$\kappa = \frac{7,5 \cdot \Sigma \Delta_{it}}{n \cdot \sqrt{n-1}} \quad (3)$$

kde: Δ_{it} – odchýlky od aritmetického priemeru

n – počet meraní

v rozsahu 0,14 až 0,92 mm, teda 77 až 15 %.

Na určenie polomeru vzoriek bola odskúšaná aj metóda výpočtu polomeru z objemu vzorky, ktorý bol sta-

novený vážením vzoriek pod vodou. Na výpočet objemu bol použitý vzťah (Brož, 1983)

$$V = (m_v - m_{vb}) \cdot \frac{1}{\rho_t} - \frac{m_b}{\rho_b} \quad (4)$$

kde: m_v – hmotnosť vzorky s obalom vážená na vzduchu

m_{vb} – hmotnosť vzorky s obalom vážená pod vodou

ρ_t – hustota vody pri príslušnej teplote

m_b – hmotnosť obalovej blanky

$m_{vb} = m_v - m_{vo}$

m_{vo} – hmotnosť vzorky bez obalu

ρ_b – hustota materiálu obalovej blanky

Vzorky pôdy boli obalené jemnou blankou z parafínu, aby voda neprenikla do vzorky počas váženia. Blanka bola vytvorená niekoľkonásobným ponorením vzorky upevnenej na jemnom vlákne do parafínového kúpeľa s teplotou asi 70 °C. Pri hustote vody pri teplote 20 °C, $\rho_t = 998 \text{ kg.m}^{-3}$ a hustote parafínu $\rho_b = 900 \text{ kg.m}^{-3}$ boli určené objemy najmenších a najväčších vzoriek, pričom boli zistené hodnoty objemov v rozsahu 0,010 až 1430,800 mm³.

Všetky krajné chyby merania boli určené metódou nepriamych meraní pomocou vzťahu (Brož, 1983)

$$\Delta X = \left| \frac{\partial f(a, b, c, \dots)}{\partial a} \right| \cdot \Delta a + \left| \frac{\partial f(a, b, c, \dots)}{\partial b} \right| \cdot \Delta b + \left| \frac{\partial f(a, b, c, \dots)}{\partial c} \right| \cdot \Delta c + \dots \quad (5)$$

kde: $X = f(a, b, c, \dots)$ – zisťovaná veličina, ktorá je funkciou n meraných veličín $a, b, c, \dots$ obsiahnutých v danom vzorci, chyby, s ktorými sú merané veličiny $a, b, c, \dots$ označené $\Delta a, \Delta b, \Delta c, \dots$ a v našom prípade boli určené ako krajné chyby

Potom krajná chyba objemu κ_V bola určená parciálnym derivovaním vzťahu (4) s využitím vzťahu (5)

$$\kappa_V = \frac{\kappa_{m_v} + \kappa_{m_{vb}}}{\rho_t} + \frac{\kappa_{m_b} + \kappa_{m_{vo}}}{\rho_b} = \frac{2 \cdot \kappa_{m_v}}{\rho_t} + \frac{2 \cdot \kappa_{m_b}}{\rho_b} \quad (6)$$

a jej hodnota bola 0,222 mm³, pričom všetky krajné chyby váženia vo vzťahu (6) majú hodnotu 10⁻⁴ g, ktorá je daná nepresnosťou digitálnych váh SARTORIUS. Pri výpočte krajnej chyby objemu nie sú zohľadnené chyby ρ_t a ρ_b , pretože tieto veličiny boli určené ako tabuľkové hodnoty pre príslušné teploty týchto kvapalín. Krajná chyba určenia objemu pre malé vzorky je však taká veľká, že určenie polomeru výpočtom z hodnôt objemov pre malé vzorky bolo nepreukázateľné. Zo zmeraných objemov boli vypočítané polomery, ktoré by tieto vzorky mali, keby ich objem bol transformovaný na guľový tvar zo vzťahu

$$L = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot V}{4 \cdot \pi}} \quad (7)$$

Hodnoty polomerov boli v rozsahu 0,13 až 6,99 mm. Krajná chyba určenia polomeru L bola určená metódou nepriamych meraní podľa vzťahu

$$\kappa_L = \frac{1}{4 \cdot \pi} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{4 \cdot \pi}{3 \cdot V} \right)^2} \cdot \kappa_V \quad (8)$$

Vzťah (8) bol určený pomocou vzťahov (5) a (7). Hodnoty týchto krajných chýb polomerov boli v rozsahu 0,99 až 0,0004 mm alebo 7 600 až 0,006 %. Pre malé vzorky bola krajná chyba určenia polomeru neúmerne veľká, hoci pre veľké vzorky bola metóda presnejšia ako pri metóde prvej. Z oboch metód na stanovenie polomerov bola nakoniec vybraná prvá metóda, pretože sa ukázala byť dostatočne presná a hlavne pre takéto veľké súbory časovo i experimentálne lepšie zvládnuteľná.

Hmotnosti všetkých vzoriek $M(L)$ boli vážené na váhach SARTORIUS s presnosťou 0,0001 g.

Vlhkosť pôdy bola určená podľa vzťahu

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \quad (9)$$

kde: m_1 – hmotnosť vysušacej nádoby

m_2 – hmotnosť vysušacej nádoby s vlhkou pôdou

m_3 – hmotnosť vysušacej nádoby s vysušenou pôdou

Vzorky pôdy boli sušené v sušiarňi pri teplote 110 °C do ustálenej hmotnosti. Výsledná vlhkosť bola vypočítaná ako aritmetický priemer z dvoch nezávislých vzoriek. Krajná chyba určenia vlhkosti κ_w bola určená metódou nepriamych meraní podľa vzťahu

$$\kappa_w = \frac{\kappa_m}{m_3 - m_1} + \left| \frac{m_1 - m_2}{(m_3 - m_1)^2} \right| \kappa_m + \left| \frac{m_2 - m_3}{(m_3 - m_1)^2} \right| \kappa_m \quad (10)$$

kde: κ_m – krajná chyba vážená daná nepresnosťou váh, ktorá bola 10^{-4} g

Krajná chyba merania vlhkosti bola 10^{-6} % v hmotnosti, krajná relatívna chyba bola v rozsahu od 10^{-4} do 10^{-5} %. Vzťah (10) bol určený pomocou vzťahov (5) a (9). Takto vypočítaná chyba je však iba chybou zahrnujúcou vplyv vážená. Krajná relatívna chyba určená metódou priamych meraní – vzťah (3) – pre aritmetický priemer z dvoch meraní je v rozsahu 1,0 až 2,5 %. Je reálnejšia a zahŕňa aj vplyv metódy.

Objemová hmotnosť pôdy bola určená z definičného vzťahu pre hustotu materiálu

$$\rho_E = \frac{M}{V} \quad (11)$$

kde: M – hmotnosť vzoriek určená vážením s krajinou chybou $\kappa_m = 10^{-4}$ g

V – objem vzoriek daný geometrickými rozmermi valca slúžiaceho na odoberanie vzoriek pre určenie objemovej hmotnosti

Rozmery valca boli: polomer $r = 18,9260 \pm 0,0166$ mm, výška $v = 59,5200 \pm 0,0111$ mm a objem $V = 66\,977,737$ mm³. Výsledná objemová hmotnosť bola stanovená ako aritmetický priemer z desiatich nezávislých experimentálnych meraní. Krajná chyba merania objemovej hmotnosti pôd bola určená metódou priamych meraní podľa vzťahu (3). Krajná chyba objemovej hmotnosti bola v rozsahu 18,4 až 33,8 kg.m⁻³, resp. 2,0 až 2,6 %.

Merná hmotnosť oboch pôd bola stanovená pyknometrickou metódou ako zdanlivá hustota pevných častíc pôdy ρ_s . Táto je definovaná ako pomer hmotnosti jednotlivých pevných častíc pôdy vysušenej pri teplote

105 až 110 °C do ustálenej hmotnosti m_s k objemu V_s týchto častíc, vrátane dutín nezmáčaných meracou kvapalinou

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (12)$$

Voda pevne viazaná k povrchu častíc pôdy, ktorá zostane v pôde po vysušení pri teplote 105 až 110 °C, sa považuje za súčasť pevnej fázy. Merná hmotnosť bola stanovená zo vzťahu (B r o ť, 1983)

$$\rho_s = \frac{(m_2 - m_1) \cdot \rho_k}{V_p \cdot \rho_k + m_2 - m_3} \quad (13)$$

kde: V_p – objem pyknometra

m_1 – hmotnosť prázdneho pyknometra

m_2 – hmotnosť pyknometra so suchou vzorkou

m_3 – hmotnosť pyknometra so vzorkou a pomocnou kvapalinou

ρ_k – hustota pomocnej kvapaliny

Ako pomocná kvapalina bol použitý benzén s hustotou 870,622 kg.m⁻³ pri teplote 27 °C a pyknometer mal objem 2,485.10⁻⁵ m³. Hustota benzénu bola určená Mohrovými váhami. Objem pyknometra bol určený podľa vzťahu

$$V_p = \frac{m_4 - m_1}{996,567} \quad (14)$$

kde: m_4 – hmotnosť pyknometra s vodou

996,567 – hustota vody pri teplote 27 °C v kg.m⁻³

K úplnému odstráneniu vzduchových bublín sa pyknometer pripojil na recipient spojený s výfukovou, a to počas 20 minút. Výsledná merná hmotnosť bola určená ako priemer z dvoch súbežných stanovení. Krajná chyba objemu pyknometra κ_V a následne krajná chyba zdanlivej mernej hmotnosti κ_p boli určené metódou nepriamych meraní podľa vzťahov

$$\kappa_p = \frac{2 \cdot \kappa_m}{996,567} \quad (15)$$

$$\kappa_{p_s} = \frac{2 \cdot \rho_k \cdot \kappa_m}{V_p \cdot \rho_k + m_2 - m_3} + \frac{\rho_k^2 \cdot \kappa_V \cdot (m_2 - m_1)}{(V_p \cdot \rho_k + m_2 - m_3)^2} \quad (16)$$

Krajná chyba merania zdanlivej mernej hmotnosti pôd, určená zo vzťahu (16), bola 11,5 kg.m⁻³, t. j. 0,4 % pre obe pôdy. Krajná chyba aritmetického priemeru mernej hmotnosti, určená z dvoch meraní podľa vzťahu (3), bola 56,03 kg.m⁻³ pre pôdu z prvej lokality a 19,79 kg.m⁻³ pre pôdu z druhej lokality, t. j. 2,1 % a 0,8 %. Vzťah (15) bol určený pomocou vzťahov (5) a (14) a vzťah (16) pomocou vzťahov (5) a (13).

Pórovitosť pôdy bola určená z definičného vzťahu pre pórovitosť (H a n e s, 1992)

$$\Phi = \left(1 - \frac{\rho_E}{\rho_s} \right) \cdot 100 \quad (17)$$

kde: ρ_E – objemová hmotnosť pôdy

ρ_s – zdanlivá merná hmotnosť pôdy

Krajná chyba pórovitosti bola určená metódou nepriamych meraní podľa vzťahu

$$\kappa_{\Phi} = \frac{100 \cdot \kappa_{p_E}}{\rho_s} + \frac{100 \cdot \kappa_{p_s} \cdot \rho_E}{\rho_s^2} \quad (18)$$

Chyby merania pórovitosti boli podľa vzťahu (18) v rozsahu 1,9 až 2,2 % pórovitosti, t.j. s relatívnou chybou 3,1 až 3,6 % pre pôdu z prvej lokality a 1,6 až 1,7 % pórovitosti, t.j. s relatívnou chybou 2,8 až 3,3 % pre pôdu z druhej lokality. Vzťah (18) bol určený pomocou vzťahov (5) a (17).

Fraktálne dimenzie boli určené použitím štatistického lineárneho regresného modelu v tvare

$$y_i = f(x_i, \beta) + \varepsilon_i$$

kde: ε_i – náhodné veličiny zahrnujúce chyby merania i chyby modelu

Model bol daný rovnicou (1). Na výpočet bol použitý program STATGRAPHICS ver. 3.0. Všetky modely boli testované na hladine významnosti 0,05. Relatívne stredné kvadratické odchýlky fraktálnych dimenzií boli v rozsahu 2,5 až 3,6 % a boli určené programom ako chyby vysvetľovaných veličín lineárneho regresného modelu. Kalibračné krivky boli tiež určené pomocou lineárneho regresného modelu s využitím polynomickej regresie druhého stupňa programom GRAPHER ver. 1.09.

Na porovnanie kalibračných kriviek pôd z rozdielnych lokalít bol použitý štatistický test pre testovanie zhody koeficientov β_1 , β_2 dvoch lineárnych modelov podľa autorov Meloun a Militký (1994)

$$y_1 = X_1 \cdot \beta_1 + \varepsilon_1 \quad (19a)$$

$$y_2 = X_2 \cdot \beta_2 + \varepsilon_2 \quad (19b)$$

kde: X_1 – matica rozmeru $(n_1 \times m)$

y_1 – vektor rozmeru $(n_1 \times 1)$

X_2 – matica rozmeru $(n_2 \times m)$

y_2 – vektor rozmeru $(n_2 \times 1)$, pričom n_1, n_2 – rozsahy príslušných kriviek, m – počet modelov, v tomto prípade $m = 2$

Keď označíme RSS_1 reziduálny súčet štvorcov zodpovedajúci modelu (19a), RSS_2 reziduálny súčet štvorcov zodpovedajúci modelu (19b) a RSS reziduálny súčet štvorcov zodpovedajúci zloženému modelu

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} \cdot \beta + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{bmatrix}$$

Chowov test hypotézy $H_0: \beta_1 = \beta_2$ oproti alternatívnej $H_A: \beta_1 \neq \beta_2$ je založený na testačnom kritériu

$$F_c = \frac{(RSS - RSS_1 - RSS_2) \cdot (n - 2 \cdot m)}{(RSS_1 + RSS_2) \cdot m} \quad (20)$$

kde: $n = n_1 + n_2$

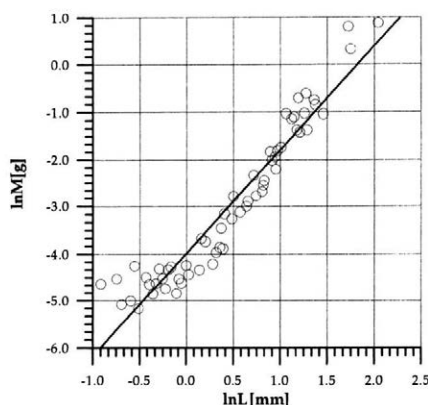
Za predpokladu, že rozptyly oboch modelov sú rovnaké $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$, má štatistika F_c F -rozdelenie s m a $(n - 2 \cdot m)$ stupňami voľnosti. Pretože rozptyly jednotlivých dvojíc modelov neboli zhodné, bolo nutné použiť Fisherovo-Snedecorovo rozdelenie s m a r stupňami voľnosti, kde

$$r = \frac{(n_1 - m) \cdot \sigma_1^2 + (n_2 - m) \cdot \sigma_2^2}{(n_1 - m) \cdot \sigma_1^4 + (n_2 - m) \cdot \sigma_2^4} \quad (21)$$

Celkove boli pre každú pôdu merané štyri vlhkosti a im zodpovedajúce objemové hmotnosti, pórovitosti a fraktálne dimenzie pôdy.

VÝSLEDKY

Na obr. 1 je zobrazený lineárny regresný model pre stanovenie dimenzie pri vlhkosti 4,4 % pre pôdu z druhej lokality s hodnotou fraktálnej dimenzie $D = 2,2531 \pm 0,0805$, koeficientom korelácie 0,97 a relatívnou strednou kvadratickou odchýlkou dimenzie 3,6 %. Pod obrázkom je uvedená aproximačná rovnica určená programom STATGRAPHICS. Dimenzia bola určená zo 63 vzoriek pôdy z pôvodných 100 vzoriek. Chýbajúce vzorky boli vylúčené ako štatisticky odľahlé hodnoty. Hodnotu dimenzie nie je možné určiť z grafu odmeraním uhla smernice závislosti, pretože kresliaci program zmení pomery jednotlivých osí. Celkom bolo takýmto spôsobom určených osem dimenzií. Ostatné dimenzie a štatistické údaje k nim sú v tab. I.



1. Logaritmická závislosť hmotnosti M od polomeru L pre súbor vzoriek pôdy z druhej lokality pre vlhkosť 4,4 % – Logarithmic dependence of weight M on radius L for a set of soil samples of moisture 4.4% from second locality
 $\ln M = 2,2531 \ln L - 4,4112$

Merná hmotnosť pôdy z prvej lokality bola $2\,591,83 \pm 56,03 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a merná hmotnosť pôdy z druhej lokality $2\,618,54 \pm 19,79 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Na obr. 2 je závislosť fraktálnej dimenzie D od vlhkosti w pre pôdu z prvej lokality a na obr. 3 závislosť fraktálnej dimenzie D od objemovej hmotnosti ρ_E pre pôdu z prvej lokality. Obr. 4 ukazuje závislosť fraktálnej dimenzie D od pórovitosti, na obr. 5 až 7 sú závislosti pre hlinito-ílovitú pôdu z druhej lokality. Pri každom obrázku je uvedená rovnica aproximačnej krivky, určená pomocou štatistického lineárneho regresného modelu. Závislosti boli vyrovnané pomocou polynomiálnych regresných kriviek testovaných na hladine významnosti 0,05. Štatistické údaje k regresným krivkám sú uvedené v tab. II.

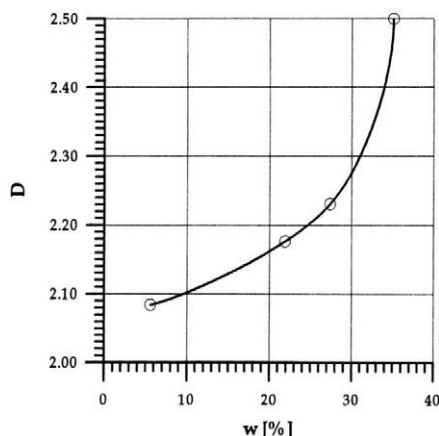
	Pôda z prvej lokality ¹				Pôda z druhej lokality ²			
w (%)	35,0	27,5	21,5	5,5	23,2	17,4	15,6	4,4
D	2,4991	2,2305	2,1763	2,0891	2,4314	2,3604	2,2202	2,2531
σ_D	0,0635	0,0778	0,0591	0,0720	0,0735	0,0571	0,0597	0,0805
K	0,983	0,967	0,979	0,968	0,983	0,985	0,984	0,965

w – vlhkosť pôdy – soil moisture

D – fraktálna dimenzia – fractal dimension

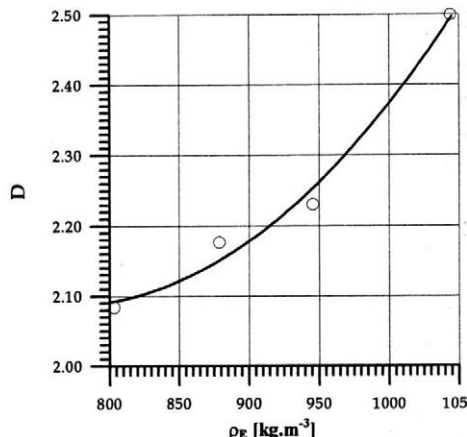
 σ_D – stredná kvadratická odchýlka – mean square deviation of dimension

K – korelačný koeficient – correlation coefficient

¹soil from first location, ²soil from second location

2. Závislosť fraktálnej dimenzie od vlhkosti pre pôdu z prvej lokality – The fractal dimension of soil from first location as function of moisture

$$D = 2,159 - 1,594 \cdot 10^{-2} \cdot w + 7,232 \cdot 10^{-4} \cdot w^2$$



3. Závislosť fraktálnej dimenzie od objemovej hmotnosti pre pôdu z prvej lokality – The fractal dimension of soil from first location as function of bulk density

$$D = 5,387 - 8,503 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_E + 5,488 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_E^2$$

Z rozptylov pre jednotlivé krivky vyplýva, že najmenej presné bolo meranie vlhkosti pre pôdu z druhej lokality (obr. 5).

Zodpovedajúce si krivky pre pôdu z prvej a druhej lokality boli štatisticky testované na hladine významnosti 0,05 pomocou vzťahov (20) a (21) s výsledkami, ktoré sú uvedené v tab. III. Pretože zodpovedajúce si rozptyly neboli rovnaké, bolo použité Fisherovo-Snedecorovo rozdelenie. Pre závislosť $D(w)$ (porovnávané sú krivky na obr. 2 a 5) je kvantil F -rozdelenia $F_{0,95}(2,2) = 99,00$ vyšší než testovaná štatistika F_c , takže nie je možné zamietnuť hypotézu $H_0: \beta_1 = \beta_2$. Z toho je možné uzavrieť, že výsledky nameranej dimenzie v závislosti od vlhkosti sú pre pôdy z oboch lokalít zhodné. Pre závislosť $D(\rho_E)$ (porovnávané sú krivky na obr. 3 a 6) je kvantil rozdelenia $F_{0,95}(2,4) = 18,00$ nižší než testovaná štatistika F_c , preto musíme zamietnuť nulovú hypotézu. Výsledky nameranej dimenzie v závislosti od objemovej hmotnosti nie sú pre pôdy z oboch lokalít zhodné. Pre závislosť $D(\Phi)$ (po-

rovnávané sú krivky na obr. 4 a 7) je kvantil F -rozdelenia $F_{0,95}(2,3) = 30,82$ vyšší než testovaná štatistika F_c , takže opäť nie je možné zamietnuť hypotézu $H_0: \beta_1 = \beta_2$. Z toho vyplýva, že výsledky nameranej dimenzie v závislosti od pórovitosti sú pre pôdy z oboch lokalít zhodné. Fraktálna dimenzia dosahuje pomerne nízke hodnoty v rozsahu 2,1 až 2,5, čo podľa fraktálnej teórie súvisí s vysokou pórovitosťou pôd. Táto dosahovala hodnoty 50 až 70 %. Objemová hmotnosť pôd pritom dosahovala hodnoty 800 až 1 300 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ pri vlhkostiach 4 až 35 %.

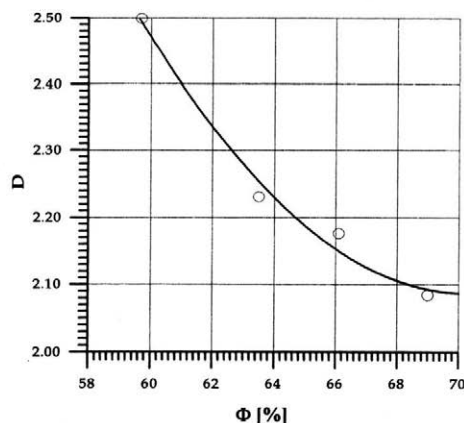
DISKUSIA

Z uvedených závislostí vyplýva, že pri stúpajúcej objemovej hmotnosti pôdy stúpa aj fraktálna dimenzia. Tento fakt je na prvý pohľad paradoxný, pretože fraktálna dimenzia určitého pôdného druhu musí byť podľa jej definície konštantnou veličinou. Tento jav je spôso-

II. Údaje pre kalibračné krivky – Data for calibration curves

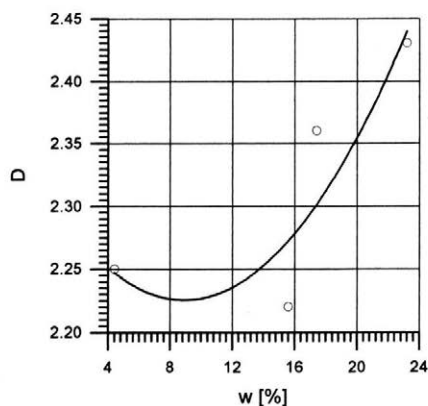
Obr. ¹	Regresia ²	Rozptyl ³ σ^2	Reziduálny súčet štvorcov ⁴	Stupeň polynómu ⁵	Koeficienty polynómu ⁶	Koeficient determinácie ⁷
2	polynom	$6,084 \cdot 10^{-3}$	$6,084 \cdot 10^{-3}$	2	2,1594 $-1,594 \cdot 10^{-2}$ $7,232 \cdot 10^{-4}$	0 0,78 0,98
3	polynom	$3,424 \cdot 10^{-3}$	$3,424 \cdot 10^{-3}$	2	5,3870 $-8,503 \cdot 10^{-3}$ $5,488 \cdot 10^{-6}$	0 0,93 0,99
4	polynom	$3,434 \cdot 10^{-2}$	$3,434 \cdot 10^{-2}$	2	19,9455 $-5,083 \cdot 10^{-1}$ $3,617 \cdot 10^{-3}$	0 0,93 0,99
5	polynom	2,391	2,391	2	2,3093 $-1,878 \cdot 10^{-1}$ $1,052 \cdot 10^{-3}$	0 0,54 0,67
6	polynom	$2,663 \cdot 10^{-3}$	$2,663 \cdot 10^{-3}$	2	3,4825 $-2,878 \cdot 10^{-3}$ $1,592 \cdot 10^{-6}$	0 0,76 0,78
7	polynom	$6,837 \cdot 10^{-3}$	$6,837 \cdot 10^{-3}$	2	7,5584 $-1,689 \cdot 10^{-1}$ $1,333 \cdot 10^{-3}$	0 0,74 0,76

¹fig., ²regression, ³dispersion, ⁴residual sum of squares, ⁵degree of polynomial, ⁶coefficients of polynomial, ⁷coefficients of determination



4. Závislosť fraktálnej dimenzie od pórovitosti pre pôdu z prvej lokality – The fractal dimension of soil from first location as function of porosity

$$D = 19,946 - 5,083 \cdot 10^{-1} \cdot \Phi + 3,617 \cdot 10^{-3} \cdot \Phi^2$$



5. Závislosť fraktálnej dimenzie od vlhkosti pre pôdu z druhej lokality – The fractal dimension of soil from second location as function of moisture

$$D = 2,309 - 1,878 \cdot 10^{-3} \cdot w + 1,052 \cdot 10^{-3} \cdot w^2$$

bený zložitou pôdnej štruktúry. Pôda obsahuje vodu, ktorá vyplňa póry. Tým, že je určitá časť pórov vyplnená vodou, je z hľadiska fraktálnej teórie táto časť pôdy považovaná za homogénnejší útvar ako pôda, ktorej póry vodou vyplnené nie sú. Pôdu s rôznou objemovou hmotnosťou musíme považovať za pôdu s rozdielnymi fraktálnymi vlastnosťami. Fraktálna teória pre

hmotnostný model berie do úvahy len tie póry, ktoré sú prázdne. Závislosti znázornené na obrázkoch teda uvádzajú pôdy rôznych objemových hmotností, a teda rôznych fraktálnych dimenzií.

Ak sa zvyšuje pórovitosť pôdy, fraktálna dimenzia sa znižuje. Tento jav je dobre viditeľný na obr. 4 a 7. Znamená to dobrú zhodu s fraktálnou teóriou, ktorá

III. Údaje pre testovanie kalibračných kriviek – Data for testing of calibration curves

	β_0	β_1	β_2	RSS	σ^2	F_c	r	F_t
$D(w)_{\Sigma}$	2,176	$4,983 \cdot 10^{-4}$	$2,184 \cdot 10^{-2}$	$6,079 \cdot 10^{-2}$	$1,216 \cdot 10^{-2}$	-1,949	2,010	99,00
$D(\rho_E)_{\Sigma}$	2,169	$-4,401 \cdot 10^{-4}$	$4,808 \cdot 10^{-7}$	0,679	0,136	$\frac{221,09}{8}$	3,938	18,00
$D(\Phi)_{\Sigma}$	0,752	$6,712 \cdot 10^{-2}$	$-6,881 \cdot 10^{-4}$	$6,127 \cdot 10^{-2}$	$1,225 \cdot 10^{-2}$	0,976	2,766	30,82

$\beta_0, \beta_1, \beta_2$ – koeficienty regresných kriviek $D(w)_{\Sigma}, D(\rho_E)_{\Sigma}, D(\Phi)_{\Sigma}$, ktoré vznikli zložením dvoch príslušných regresných modelov – coefficients of regression curves $D(w)_{\Sigma}, D(\rho_E)_{\Sigma}, D(\Phi)_{\Sigma}$, which arose by composition of two respective regression models

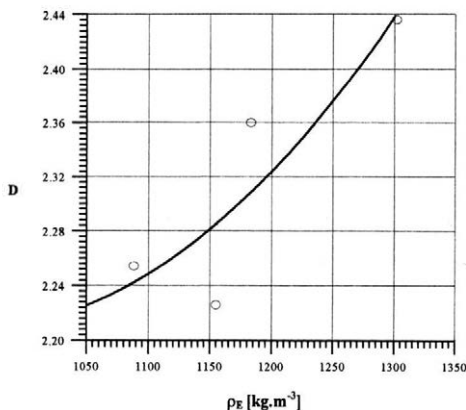
RSS – reziduálny súčet štvorcov – residual sum of squares

σ^2 – rozptyl pre hodnoty príslušného zloženého modelu – dispersion for the values of respective composed model

F_c – testovacia štatistika z Chowovho testu – testing statistics from Chow's test

r – stupne voľnosti Fisherovho-Snedecorovho rozdelenia – degrees of freedom of Fisher-Snedecor distribution

F_t – tabulková hodnota F -rozdelenia – tabular value of F -distribution

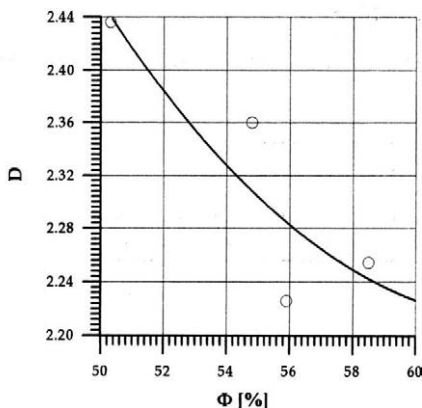


6. Závislosť fraktálnej dimenzie od objemovej hmotnosti pre pôdu z druhej lokality – The fractal dimension of soil from second location as function of bulk density

$$D = 3,483 - 2,878 \cdot 10^{-3} \cdot \rho_E + 1,592 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_E^2$$

hovorí, že čím sú skúmané útvary neusporiadanejšie – čo vyjadruje práve vyššia pórovitosť, tým je fraktálna dimenzia menšia. Pôda z druhej lokality mala nižšiu počiatočnú vlhkosť ako pôda z prvej lokality (obr. 5 a 2). Vykazovala však vyšší rozsah objemových hmotností ako pôda z prvej lokality (obr. 6 a 3). Tento jav mohol vzniknúť len vtedy, ak pórovitosť pôdy z prvej lokality bola väčšia ako pórovitosť pôdy z druhej lokality, pričom časť pórov zostala nevyplnená vodou. Tento predpoklad bol potvrdený experimentálne. Z obr. 4 a 7 je zjrejmé, že pôda z prvej lokality má väčší rozsah pórovitosti ako pôda z druhej lokality.

Z výsledkov meraní a ich štatistického spracovania vyplynulo, že na hladine významnosti 0,05 sú závislosti dimenzie od vlhkosti a od pórovitosti zhodné pre pôdy z oboch lokalít. Nie sú zhodné závislosti dimenzie od objemovej hmotnosti pôdy. Z toho vyplýva, že namerané kalibračné krivky sú vhodné na určovanie vlhkosti a pórovitosti hlinito-ílovitej pôdy na základe experimentálne zistenej fraktálnej dimenzie, nie sú



7. Závislosť fraktálnej dimenzie od pórovitosti pre pôdu z druhej lokality – The fractal dimension of soil from second location as function of porosity

$$D = 7,558 - 1,689 \cdot 10^{-1} \cdot \Phi + 1,333 \cdot 10^{-3} \cdot \Phi^2$$

však vhodné na stanovenie objemovej hmotnosti tejto pôdy.

Napriek tomu, že išlo o dve pôdy rovnakého pôdneho druhu, čo potvrdilo i určenie ich merných hmotností a štatistické výsledky pre závislosť dimenzie od vlhkosti a pórovitosti, merania poukázali na veľkú zložitost pôdnej štruktúry, pretože štatistická nezhoda v určení závislosti dimenzie od objemovej hmotnosti poukazuje na to, že pôda toho istého pôdneho druhu môže mať rôzny rozsah fraktálnych dimenzií v závislosti od toho, akú má pórovitosť a do akej miery sú póry vyplnené vodou.

ZÁVERY

Z merania vyplynulo, že je možné určiť vlhkosť a pórovitosť pôdy pomocou jediného ďalšieho parametra – fraktálnej dimenzie s využitím kalibračných kriviek pre ílovito-hlinitú pôdu. Nie je možné určiť obje-

movú hmotnosť tejto pôdy. Ďalej bolo zistené, že voda v pôde výrazne ovplyvňuje fraktálny charakter pôdy tým, že jej zvýšené množstvo v pôde zvyšuje hodnotu fraktálnej dimenzie pri tej istej pórovitosti pôdy.

POĎAKOVANIE

Na záver chceme vyjadriť poďakovanie grantovej agentúre VEGA MŠaV SR, s podporou ktorej bola problematika riešená ako grantová úloha č.1/1066/94 na Katedre fyziky Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

LITERATÚRA

BROŽ, J.: Základy fyzikálních měření (I). Praha, SPN 1983. 672 s.

BURROUGH, P. A.: Multiscale sources of spatial variation in soil. I. The application of fractal concepts to nested levels of soil variation. J. Soil Sci., 1983 (34): 577–597.

BURROUGH, P. A.: Multiscale sources of spatial variation in soil. II. A non-Brownian fractal model and its application in soil survey. J. Soil Sci., 1983 (34): 599–620.

HANES, J.: Pedológia. Nitra, VES VŠP 1992. 181 s.

KHRON, CH. E.: Sandstone fractal and euclidean pore volume distributions. J. Geophys. Res., 93, 1988 (B4): 3286–3296.

KUBÍK, L. – BROZMAN, D.: Fraktálna analýza pôdy. Zeměd. Techn., 42, 1996 (2): 41–44.

MELOUN, M. – MILITKY, J.: Statistické zpracování experimentálních dat. Praha, PLUS, spol. s r. o., 1994. 839 s.

ŠTĚPÁNEK, P.: Aplikace fraktální teorie v praxi. Českoslov. Čas. pro Fyziku, Sekce A, 37, 1987 (5): 425–536.

Došlo 12. 9. 1996

Kontaktná adresa:

RNDr. Lubomír Kubík, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Mechanizačná fakulta, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421/087/601, kl. 759, fax: 00421/087/41 70 03, e-mail: kubik@uniag.sk

COMPUTER INVESTIGATION OF THE FRUIT-TREE FREE VIBRATIONS USING FINITE ELEMENT METHOD

VYŠETŘOVÁNÍ VLASTNÍCH KMITŮ OVOCNÉHO STROMU METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

S. T. Stoyanov, S. N. Popova

University of Rousse, Bulgaria

ABSTRACT: This article presents a computer investigation of the free vibrations of a model of fruit-tree using finite-element method. A model problem representing a cantilever with variable cross-section and elastic fixed masses was examined. Numerical experiments show that the frequency spectrum of the whole system contains the partial frequencies of the stem-fruit subsystem.

fruit-tree vibrations; finite-element method

ABSTRAKT: Článek se věnuje vyšetřování vlastních (volných) kmitů modelu ovocného stromu metodou konečných prvků. Vyšetřoval se model představovaný konzolovým nosníkem s proměnlivým průřezem a pružně připevněnými hmotami. Numerické pokusy ukazují, že spektrum frekvence celého systému obsahuje částečné frekvence podsystemu kmenu stromu.

vibrace ovocných stromů; metoda konečných prvků

INTRODUCTION

The existing methods and technologies of machinery harvest of fruit (Gaziev, 1984; Tenes, Brown, 1986; Kakauridze, 1987; Beliaikov, Gogova, 1988; Varlamov, Mravin, 1990) are mostly based on formation of relative motion between fruit-tree and fruits, that cause the fruits to be detached.

Basic manner for stimulating of this relative motion are: vibration; jar an executive link of the machine on trunk or on separate boughs of fruit tree. The process is mechanical and its quality depends on the tree and fruits characteristics on the one hand and on the characteristics of machine impact working organ on the other hand.

If a fruit-tree is examined as a mechanical system, it represents a branched built-in beam with variable cross-section and elastic fixed different small bodies on it. The characteristics of the elastic connections are of approximately equal or similar values for all the fruits. The same is concerned for the parameters of inertia of the fruits. The mass of the separate fruit is many times smaller than that of the tree and the boughs. The total mass of the fruits is commensurable with the tree mass.

Some properties of the vibration process of the whole tree and its parts by using finite-element method have been investigated (Yung, Fridley, 1975; Fridley, Yung, 1975).

The present paper is devoted to determining of relations between the frequency spectrums of the fruit-tree and its partial systems.

CREATING A DYNAMIC MODEL

The study object is very complicated, that's why we use the finite element method (Bathe, Wilson, 1976; Meirovitch, 1980). In some cases this method provides a possibility of determining important general characteristics of the examined system.

The finite element method allows to represent a fruit-tree by a discrete model with many degrees of freedom consisting of the following elements: for the stem, boughs and fruit-stem space beam elements; for the fruits – inertial elements.

The chosen elements determine the node places – the points of the branching out and eventually the intermediate points for the longer sections.

The linear and angular displacements of the nodes are the generalized co-ordinates of the system. There are six generalized co-ordinates for every node. If the number of the nodes is w , the total number of the generalized co-ordinates is $n = 6w$.

The kinetic and potential energy of the system are:

$$T = \frac{1}{2} \dot{q}^T M \dot{q} \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{2} q^T K q \quad (2)$$

where: q – the vector of the generalized co-ordinates
 $\dot{q}$ – the vector of the generalized velocities
 M – mass matrix
 K – stiffness matrix

The stiffness matrix of the beam finite element is symmetric. The elements above the main diagonal of this matrix which have not zero values are (Przemieniecki, 1968):

$$\begin{aligned} K_{1,1} &= K_{7,7} = -K_{1,7} = ES/l \\ K_{2,2} &= -K_{2,8} = K_{8,8} = 12EI_z/l^3 \\ K_{2,6} &= -K_{6,8} = K_{2,12} = -K_{8,12} = 6EI_z/l^2 \\ K_{3,3} &= -K_{3,9} = K_{9,9} = 12EI_y/l^3 \\ K_{3,5} &= -K_{5,9} = K_{3,11} = -K_{9,11} = -6EI_y/l^2 \\ K_{4,4} &= -K_{4,10} = K_{10,10} = GI_x/l \\ K_{5,5} &= 2K_{5,11} = K_{11,11} = 4EI_y/l \\ K_{6,6} &= 2K_{6,12} = K_{12,12} = 4EI_z/l \end{aligned} \quad (3)$$

where: E – Young's modulus
 G – shear modulus of elasticity
 S – cross-sectional area
 l – length
 I_x, I_y, I_z – second moments of area of the cross section

The mass matrix of the beam finite element is symmetric (Przemieniecki, 1986) and the elements above the main diagonal of this matrix, which have not zero values are:

$$\begin{aligned} m_{1,1} &= 2m_{1,7} = m_{7,7} = m_c/3 \\ m_{2,2} &= m_{3,3} = m_{8,8} = m_{9,9} = 13 m_c/35 \\ m_{4,4} &= m_{10,10} = 2m_{4,10} = I_x S m_c/3 \\ m_{5,5} &= m_{6,6} = m_{11,11} = m_{12,12} = I_y^2 m_c/105 \\ m_{2,6} &= -m_{3,5} = -m_{8,12} = m_{9,11} = 11 m_c/210 \\ m_{2,8} &= m_{3,9} = 9 m_c/70 \\ m_{2,12} &= -m_{3,11} = m_{5,9} = -m_{6,8} = -13 I_y m_c/420 \\ m_{5,11} &= m_{6,12} = -I_y^2 m_c/140 \end{aligned} \quad (4)$$

where: m_c – $\rho S l$
 I_x, I_y, S – the same as in (3)
 ρ – the mass density of the element

The mass matrix of the fruit is a diagonal one containing the elements

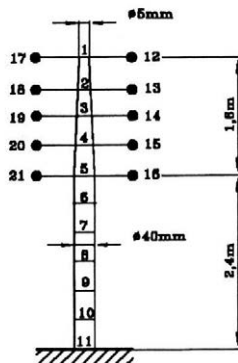
$$\begin{aligned} m_{1,1} &= m_{2,2} = m_{3,3} = m \\ m_{4,4} &= I_1 \\ m_{5,5} &= I_2 \\ m_{6,6} &= I_3 \end{aligned} \quad (5)$$

where: m – the mass
 I_1, I_2, I_3 – the principal mass moments of inertia of the fruit

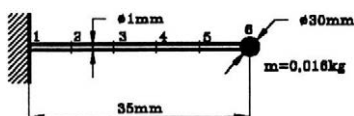
The dynamic study of the concrete system requires the definition of the matrixes M and K , mentioned in (1) and (2). They are obtained from the corresponding element matrixes by transforming to the global co-ordinate system and assembling.

NUMERICAL EXPERIMENTS

A model problem representing a cantilever with variable cross-section and elastically fixed masses



1. Model problem representing a cantilever with variable cross-section and elastically fixed masses



2. Finite element model of the partial fruit system

(Fig. 1) was examined. The basic dimensions and the numbers of the finite element model nodes are shown in the figure.

The finite element model of the partial fruit system is presented in Fig. 2.

All the necessary calculations for determination of the natural frequencies and the corresponding eigenvectors of the system were done using the computer FEM code VIMKE (1991). The parameters of the systems are shown in Fig. 1 and Fig. 2.

The density of the material of the tree is 800 kg/m^3 , $E = 10^{10} \text{ N/m}^2$. The lowest three natural frequencies of the partial system of the fruits (Fig. 2) were also calculated and have values 12.8; 56.9; 924 Hz.

Tab. I contains some results of the calculations: the 20 lowest natural frequencies of the fruit-tree system (second column), of the subsystems obtained after successive detachment of the fruits, and of the tree (last column). It can be seen from Tab. I that the frequency spectrum of the whole system contains the partial frequencies of the stem-fruits.

The little differences between the last and the previous column are connected with the presence of the stems.

CONCLUSIONS

As a result of investigation was established:

1. The frequency spectrum of the tree differs from the frequency spectrum of the fruit-tree in the vicinity

I. Natural frequencies of the system (Hz)

No	Number of fruits											Tree
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
1	1.94	1.95	1.96	1.98	2.02	2.08	2.09	2.11	2.13	2.18	2.24	2.24
2	4.65	4.66	4.67	4.67	4.70	5.83	5.84	5.84	5.84	5.95	9.79	9.80
3	12.2	12.2	12.2	12.3	12.5	12.6	12.6	12.7	12.7	12.7	14.7	14.7
4	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	13.7	33.4	33.4
5	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	13.5	30.8	49.1	49.2
6	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	13.2	25.4	41.8	67.1	67.1
7	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	13.2	25.4	38.2	56.8	101	101
8	12.8	12.8	12.8	12.8	12.8	13.2	25.4	37.3	56.7	65.0	146	146
9	12.8	12.8	12.8	12.8	13.1	25.3	37.2	56.7	56.9	99.8	189	189
10	12.8	12.8	12.8	13.0	24.6	37.2	56.7	56.9	64.5	140	219	219
11	12.8	12.8	12.9	21.6	37.0	56.7	56.9	56.9	99.9	163	289	289
12	12.8	12.9	21.6	36.2	56.5	56.9	56.9	62.4	135	212	304	304
13	12.9	21.6	35.3	56.4	56.9	56.9	57.0	97.7	155	284	381	382
14	21.5	35.3	56.4	56.8	56.9	56.9	62.3	135	209	304	423	424
15	35.2	56.4	56.8	56.9	56.9	57.0	96.8	57.0	96.8	151	517	517
16	56.4	56.7	56.9	56.9	57.0	62.1	135	207	304	409	640	640
17	56.7	56.9	56.9	57.0	57.0	96.8	150	279	316	514	789	789
18	56.9	56.9	57.0	57.0	62.1	135	206	304	409	637	872	872
19	56.9	57.0	57.0	57.0	96.7	150	279	314	514	787	969	969
20	57.0	57.0	57.0	62.0	133	205	304	400	637	872	1 141	1 143

of the frequencies of the partial stem-fruits system only.

2. In the frequency spectrum of the fruit-tree there are frequencies coinciding in practice with the partial frequencies of the fruits and their number is nearly equal to the fruits number.

REFERENCES

- BATHE, K. J. – WILSON, E. L.: Numerical methods in finite element analysis. New Jersey, 1976. 528 pp.
 BELIAKOV, V. – GOGOVA, K.: A flow line of industrial fruit-growing. Zemizdat, 1988. 208 pp. (Bulg).
 FRIDLEY, R. B. – YUNG, C.: Computer analysis of fruit detachment during tree shaking. Transactions of the ASAE, 18, 1975 (3): 409–415.
 GAZIEV, F. M.: Regime to work of machine for harvest fruits and pips. Mechanization and Electrification of the rural economy, 1984 (10) (Rus).

- KAKAURIDZE, A. A.: Investigate of hand vibrators for shake down the fruits. Tractors and agricultural machines, 1987 (6) (Rus).
 MEIROVITCH, L.: Computational methods in structural dynamics. Rockvill, Maryland, USA, 1980. 430 pp.
 PRZEMINIECKI, J. S.: Theory of matrix structural analysis. McGraw-Hill BC, 1968. 468 pp.
 TENES, B. R. – BROWN, G. K.: A Sway-bar shaker for apples. Transactions of the ASAE, 29, 1986 (1).
 VARLAMOV, G. P. – MRVIN, M. E.: Harvest fruits by hit the tree. Tractors and agricultural machines, 1990 (10) (Rus).
 VIMKE-system documentation. TU-Rousse, 1991 (Bul).
 YUNG, C. – FRIDLEY, R. B.: Simulation of vibration of whole tree systems using finite elements method. Transactions of the ASAE, 18, 1975 (3): 475–481.

Received on July 24, 1996

Contact Address:

Assoc. Prof. PhD. S. T. Stoyanov, Department of Mechanics, University of Rousse, BG-7017 Rousse, Bulgaria, Fax (359 82) 45 51 45, e-mail: stoyanov@ait.ru.acad.bg

INSTITUTE OF AGRICULTURAL AND FOOD INFORMATION
Slezská 7, 120 56 Praha 2, Czech Republic
Fax: (00422) 24 25 39 38

In this institute scientific journals dealing with the problems of agriculture and related sciences are published on behalf of the Czech Academy of Agricultural Sciences. The periodicals are published in the Czech or Slovak languages with long summaries in English or in English language with summaries in Czech or Slovak.

Subscription to these journals should be sent to the above-mentioned address.

Periodical	Number of issues per year
Rostlinná výroba (Plant Production)	12
Živočišná výroba (Animal Production)	12
Veterinární medicína (Veterinary Medicine – Czech)	12
Zemědělská ekonomika (Agricultural Economics)	12
Lesnictví – Forestry	12
Zemědělská technika (Agricultural Engineering)	4
Ochrana rostlin (Plant Protection)	4
Genetika a šlechtění (Genetics and Plant Breeding)	4
Zahradnictví (Horticultural Science)	4
Potravinářské vědy (Food Sciences)	6

A METHOD FOR RAPID QUASI-STATIC TESTING OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF PLANT STALKS

METODA RYCHLÉHO KVAZISTATICKÉHO TESTOVÁNÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ ROSTLINNÝCH LODYH

G. Skubisz¹, J. Blahovec²

¹*Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Lublin, Poland*

²*Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic*

ABSTRACT: The present report presents a quasi-static method for the testing of mechanical properties of plant stalks compressed between two plates. The values obtained can be considered as material constants. Studies conducted on the stalks of winter rape indicate that the values provide full information on the mechanical properties of the stalks, comparable to the relative strain work required to shear a stalk in a dynamic test. The main advantage of the method proposed is its rapidity, as well as its realizability by means of generally available strength testing machines.

shearing energy; cross section; density; lateral rigidity; lateral stress; stalk stability

ABSTRAKT: Je popsána nová kvazistatická metoda testování mechanických vlastností rostlinných lodyh, založená na stlačování lodyhy mezi dvěma deskami. Získané veličiny se mohou chápat jako materiálové konstanty lodyhy. Jsou to zejména příčná tuhost E_p , příčné poměrné stlačení na mezi úměrnosti (ϵ_u) a mezi pevnosti (ϵ_p) a příčná napětí na mezi úměrnosti (σ_u) a mezi pevnosti (σ_p) – (obr. 1). Uvedená metoda byla použita k testování mechanických vlastností lodyhy ozimé řepky odrůdy Jupiter, vypěstované na experimentálním pozemku Zemědělské univerzity v Lublinu (Polsko) v roce 1991. Třicet vybraných nepoškozených lodyh bylo rozděleno na osm částí a testováno stlačováním mezi dvěma deskami podle navrhované metodiky (obr. 1). Navíc byly určovány další veličiny charakterizující vlastnosti lodyhy podle metodik navržených v předchozích pracích, a to plocha příčného průřezu lodyhy S , plocha průřezu neparenchymatické části lodyhy S' a hustota lodyhy. Mechanické vlastnosti lodyhy byly paralelně testovány s využitím dynamického příčného smykového testu (realizovaném na přístroji Dynstat). Získány byly veličiny: práce vykonaná při přestřižení jednotkové plochy příčného průřezu lodyhy (w_d) a práce vykonaná na přestřižení jednotkové plochy neparenchymatické plochy příčného průřezu lodyhy (w_d'). Experimenty prokázaly, že parametry příčného testu lodyhy v případě řepky dávají informaci o mechanických vlastnostech lodyh, která je srovnatelná s informacemi získanými v dynamickém testu. Příčný test lodyhy je ve srovnání s dynamickým testem, popř. kvazistatickým ohybem lodyhy, jednodušší a relativně rychlý. Dá se realizovat jednoduše na všeobecně dostupných deformačních strojích bez dalších komplikovanějších vyšetřování vlastností lodyhy, tj. plochy průřezu, plochy průřezu neparenchymatickými částmi lodyhy apod.

smyková energie; příčný průřez; hustota; příčná tuhost; příčné napětí; stabilita lodyhy

INTRODUCTION

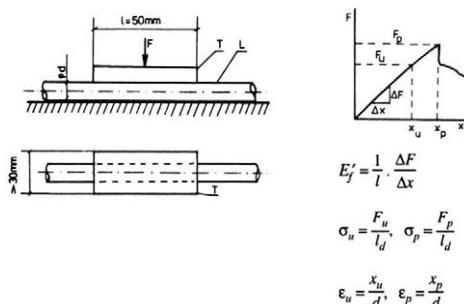
The resistance of plants to lodging clearly depends on the mechanical properties of the stalks of individual plants. For a number of years this fact has been the object of attention reflected in studies on the mechanical properties of plant stalks (Rezníček et al., 1980; Blahovec et al., 1984; Skubisz, Tys, 1987; Skubisz et al., 1989; Blahovec, Skubisz, 1990; Skubisz, 1991; Skubisz, Müller, 1991). In this report the authors present a simple method for the testing of the mechanical properties of plant stalks, consisting in transverse compression of stalks between two plates (Lu et al., 1987a, b). The method applied is demonstrated using winter rape stalks.

MATERIAL AND METHOD

The experiment was conducted on stalks of winter rape of the Jupiter variety, grown on experimental plots of the University of Agriculture in Lublin. The study was conducted at the end of the blooming phase, in June. The test material was sampled every morning, the stalks being cut just above the ground. All healthy plants, collected from a specific area, were tested after the rejection of stalks stricken with cockchafer (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.). The stalks were divided into two study groups, each of 30 plants. Every stalk was divided into eight equal parts, the lower seven of which were subjected to testing. The first group of plants were subjected to the process of dynamic shearing by means

of the Dynstat device, measuring the total shearing energy U_d required for cross-cutting the stalk (Skubisz et al., 1989). Other values measured were the cross section of the stalk (S), the cross section of the non-aerenchymatic part of the stalk (S'), and the mass of a 3 cm long section of the stalk. The value of U_d was used to calculate values corresponding to the work required to shear a unitary area of stalk cross section (w_d), as well as to the work required to shear a unitary non-aerenchymatic area of stalk cross section (w_d'). The mass of a 3 cm long section of the stalk was necessary for the determination of stalk density (ρ). More detailed information on the method of determining the parameters presented can be found in a previous paper (Blahovec, Skubisz, 1990).

The second group of plants was subjected to testing according to the new method presented in Fig. 1. The stalk strength was studied, as characterized by a certain characteristic force, in the process of compression be-



I. Schematic presentation of the method for testing the mechanical properties of rape stems compressed between two plates

L – stem; T – metallic plate; x – deformation; F – force; x_u , F_u (at the proportional limit), x_p , F_p (at the strength limit); $E_f' = \Delta F/\Delta x$ – lateral rigidity; ϵ_u and ϵ_p – lateral strain at the proportional limit (ϵ_u) and at the strength limit (ϵ_p); σ_u , σ_p – lateral stresses at the proportional limit (σ_u) and at the strength limit (σ_p)

II. Values of the correlation coefficients characterizing the relationships between the structural-mechanical parameters of winter rape stalks of the Jupiter variety

U_d	0.778	0.724	0.036	0.082	0.580	-0.310	-0.267	-0.199	-0.217	-0.148
S		0.940	-0.514	-0.461	0.571	-0.359	-0.429	-0.372	-0.283	-0.201
S'			-0.506	-0.517	0.636	-0.365	-0.430	-0.378	-0.255	-0.189
w_d				0.970	-0.136	0.174	0.474	0.467	0.388	0.366
w_d'					-0.151	0.189	0.467	0.456	0.353	0.336
ρ						-0.191	-0.319	-0.305	-0.277	-0.248
E_f'							0.375	0.199	-0.211	-0.290
σ_u								0.797	0.495	0.338
σ_p									0.508	0.590
ϵ_u										0.851
ϵ_p										

Limited values $r_{0.05} = 0.1329$

I. Mean values of parameters determining structural-mechanical properties of winter rape stems of the Jupiter variety ($\bar{x}$, W – coefficients of variability, median)

Group	Parameters	Units	$\bar{x}$	Median	W (%)
I	U_d	J	0.39	0.37	43.0
	S	mm ²	91.1	92.1	46.1
	S'	mm ²	68.7	71.6	45.2
	w_d	J.m ⁻²	4 444	4 468	41.7
	w_d'	J.m ⁻²	5 849	5 872	41.3
	ρ	kg.m ⁻³	428	402	27.1
II	E_f'	MPa	0.94	0.90	43.6
	σ_u	MPa	0.20	0.19	38.0
	ρ_p	MPa	0.27	0.26	40.0
	ϵ_u	–	0.33	0.31	39.2
	ϵ_p	–	0.43	0.41	36.5

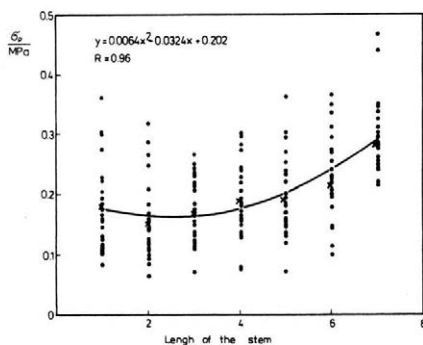
tween steel plates at a strain rate of 0.833 mm.s⁻¹. The measurements were taken using an Instron strength testing machine. Theoretical considerations are presented in Fig. 1.

RESULTS

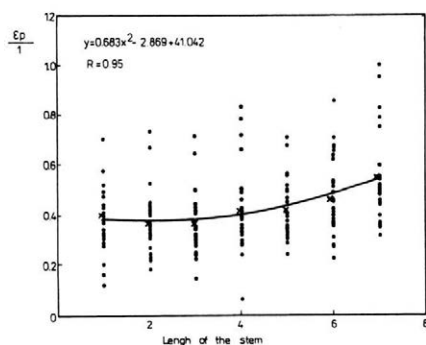
Mean values of the parameters determined in the study are in Tab. I, correlation coefficients determined for the values analyzed in Tab. II. The variability of the parameters under study along the length of the stalk, as well as statistical data, is presented in Figs 2–6.

DISCUSSION

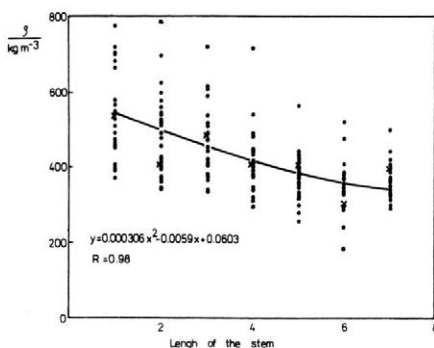
The values determined for the first group of plants have been published in earlier reports (Blahovec, Skubisz, 1990; Skubisz et al., 1989). It appeared that most of the values obtained in the study was lower



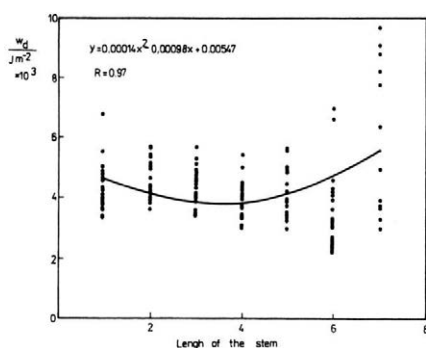
2. Maximum lateral stress at stress limit (σ_p) of Jupiter winter rape stem ($n = 1$ – measurement at the lower part of the stalk)



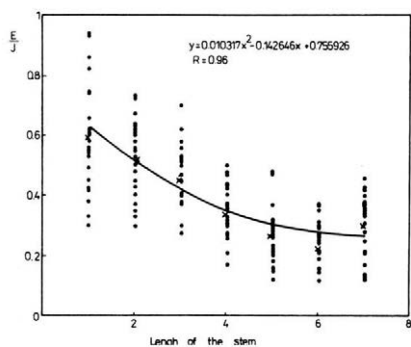
3. Lateral deformation at the strength limit (ϵ_p) of Jupiter winter rape stem



4. Distribution of values of density along the stem of winter rape of the Jupiter variety



5. Distribution of values of shearing energy along the stem of winter rape of the Jupiter variety



6. Distribution of values of shearing energy per stem total cross section area unit and the partial cross-section area along the stem of the Jupiter variety

than corresponding values obtained in earlier studies. This may result from two things:

– this study was concerned with the whole stalk, while the study by Blahovec and Skubisz (1990) involved only the part of stalk up to the first offshoot;

– this study presents the properties of stalks at the end of the blooming phase, while in the earlier studies the experiments were conducted on stalks during later phases of development;

– this study is concerned with stalks with aerenchyma (not stricken with cockchafer), while in the study by Blahovec and Skubisz (1990) the rape stalks under study had their aerenchyma damaged to a considerable degree, and locally totally destroyed by the afore-mentioned pest.

A review of all the values under examination is presented in Tab. III. Beside the afore-mentioned stalk density, the last of the parameters analyzed here for the Jupiter variety, as well as in the earlier study (Blahovec, Skubisz, 1990), display a considerable similarity, i.e. display a high level of replicability. The low difference between the values of S and S' in the

III. Comparison with earlier results characterizing the mechanical properties of rape stalks

Parameters	Units	$\bar{x}$	1988	1987
U_d	J	0.39	0.43	0.19
S	mm ²	91.6	91.0	47.0
S'	mm ²	68.7	88.0	33.3
W_d	J.m ⁻²	4 444	4 420	3 850
W_d'	J.m ⁻²	5 849	4 650	5 320
ρ	kg.m ⁻³	428	776	—

1988 – Blahovec, Skubisz; 1987 – Skubisz et al.

year 1988 (Tab. III) indicates a considerable extent of damage to the aerenchyma of the stalks tested in the preceding year.

The lateral rigidity remains virtually constant along the stalk, oscillating around 0.94 MPa (Tab. I), with a slight linear increase from the lower part of the stalk towards the top. A considerably more noticeable variability along the length of the stalk is observed in the case of the lateral strength limit of stalk (Fig. 2) and the associated lateral strain (Fig. 3). A similar variability is observed in the case of σ_u and ϵ_u . While the density of the material had a linear character, in the case of maximum transverse stress and the corresponding transverse strain (Figs. 2, 3) a non-linear character of variability along the stalk appears, seen in the figures in the form of parabolas with minima at the second and third measurement sections. An identical character of the variability of parameters used for the characterization of the mechanical properties of rape stalks is known from earlier studies (Skubisz et al., 1989), and it is related to the content of aerenchyma which varies along the length of the stalk, as if it were to determine the parabolic character of changes in the mechanical parameters enumerated. The mean value of the maximum shearing stress is 0.27 MPa (Tab. I) and it is quite similar in the character of its variability to the value defined as the lateral stress of a maize stalk tested during its milk ripeness (Lu et al., 1987a, b). As can be seen, the values in Figs 2 and 3 have their minima, while the density of the material and the energy required to shear the stalk decrease systematically along the whole stalk, beginning from the root (Figs 4 and 5). The variability of those parameters is in direct proportion to the stalk radius and the surface area of the stalk cross section, whose values increase from the root to the top of the plant. What can be observed in Figs 2 and 4 indicates that the values are normalized with respect to the stalk radius, and therefore one can say that the material values, the values in Figs 4 and 5, can be characterized as values related to the size (i.e. radius) of the stalk. The material values of a test consisting in stalk shearing are strength studies consisting in the determination of energy required for the shearing of a unitary surface area, i.e. in the determination of the values of w_d and w_d' (Fig. 5). Fig. 5 presents the vari-

ability of w_d along the length of the stalks. As can be seen, the variability of these values is similar to the variability of the „material“ values in Figs 2 and 3. Tab. II, which presents the values of the correlation coefficients, indicates also that the values of U_d , S , S' , and ρ , which do not remain in close correlation with the parameters obtained in the course of transverse compression of stalk, are related to the diameter of the stalk. The situation is totally different in the case of the parameters of w_d and w_d' , where correlation from 0.34 to 0.47 is observed.

As follows from the above consideration and discussion, the material parameters which are not related to the stalk diameter can be successfully tested by means of a test consisting in transverse compression at a selected spot on the stalk. The values of E_p , ϵ_p , ϵ_{pp} , and especially σ_u and σ_p , can be easily used to replace the values of w_d and w_d' . All the effects on the mechanical properties of stalk, i.e. the strength of the circumferential parenchyma, the strength of sclerenchyma, the amount and quality of the stalk aerenchyma, damage to aerenchyma and circumferential parenchyma, can be determined on the basis of transverse stalk compression, from the variability of the above parameters, and especially on the basis of the maximum lateral stress σ_p . The test consisting in transverse compression is very fast, and easy to realize using most of the strength testing machines available.

CONCLUSION

The method proposed here for the testing of the mechanical properties of rape stalk represents a rapid and feasible method for the testing of the material properties of the stalk at the spot under examination. The values obtained correlate very well with the relative strain work required for the shearing of the stalk in a dynamic test. The two methods can be used alternately, however, more accurate information on the stalk structure can be obtained in the case of the transverse test of the stalk.

REFERENCES

- BLAHOVEC, J. – SKUBISZ, G.: Mechanické vlastnosti lodvyhy a kořene ozimé řepky. Zeměd. Techn., 36, 1990: 257–268.
- BLAHOVEC, J. – PATOČKA, K. – ŘEZNÍČEK, R.: Mechanical properties of cereal stems and winter rape stalks. In: Physical Properties of Agricultural Materials. Praha, VŠZ 1984: 29–77.
- LU, R. – BARTSCH, J. A. – RUINA, A.: Structural stability of corn stalk. ASAE Paper No. 87–6066, ASAE St. Joseph (USA), 1987a.
- LU, R. – BARTSCH, J. A. – RUINA, A.: Mechanical properties of the corn stalks under radial compression. ASAE Paper No. 87–6067, ASAE St. Joseph (USA), 1987b.

ŘEZNÍČEK, R. – BLAHOVEC, J. – PATOČKA, K. – SZOT, B.: Mechanical properties of the stalks of winter rape. In: II. International Conference on Physical Properties of Agricultural Materials. Paper No. 39. Gödöllő 1980.

SKUBISZ, G.: The variability of mechanical properties of winter rape stems during plant vegetation period. In: 8-th International Rapeseed Congress. Saskatoon 1991: 1795–1800.

SKUBISZ, G. – MÜLLER, Z.: Results of bending-breaking investigation of rape stalk. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 397, 1991: 65–68.

SKUBISZ, G. – TYS, J.: An evaluation of the mechanical properties of winter rape stems. In: 7-th International Rapeseed Congress. Poznań 1987: 862–867.

SKUBISZ, G. – TYS, J. – BLAHOVEC, J.: The mechanical properties of the stems of winter rape. International Agrophysics, 5, 1989: 205–220.

Received on November 5, 1996

Contact Address:

Dr-Ing. Grażyna Skubisz, Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-236 Lublin, Poland,
Fax: 004881/45 06 67

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF (tento formát je nejkvalitnější)

Prosíme, **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics** ale vyexportované do nějakého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

ZHODNOTENIE PNEUMATICKÉHO A MECHANICKÉHO VÝSEVNÉHO ÚSTROJENSTVA V PREVÁDZKOVÝCH PODMIENKACH PRI VÝSEVE CUKROVEJ REPY

EVALUATION OF PNEUMATIC AND MECHANICAL DRILL MECHANISMS IN WORKING CONDITIONS OF SUGAR BEET DRILLING

J. Jech, J. Ružbarský

Slovak University of Agriculture, Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT: The sowing of sugar beet at precise sowing distances highly depends on the working quality of the planter. Besides pneumatic planters, mechanical planters are now being imported for which tests have not yet been made for their suitability to our conditions. In the research paper, the working quality of the pneumatic planter and mechanical planter was evaluated. During evaluation, the working conditions of the machines as used by an agricultural company were accomplished. The results showed that the working quality of the mechanical planter was identical with that of the pneumatic planter. The mechanical planter required seeds of very precise dimensions and shapes.

drilling; sugar beet; mechanical planters; pneumatic planters; quality of work; dimensions and shape of seeds

ABSTRAKT: Výsev cukrovej repy na konečnú vzdialenosť kladie vysoké požiadavky na kvalitu práce sejačky. Okrem pneumatických sejačiek sa začínajú k nám dovážať aj sejačky mechanické, u ktorých sa ešte nepreskúšala kvalita práce pre naše pôdne podmienky. V príspevku hodnotíme kvalitu práce kotúčovo-pneumatickej a kotúčovo-mechanickej sejačky. Merania sme realizovali v prevádzkových podmienkach poľnohospodárskeho podniku. Výsledky ukazujú, že kvalita práce mechanickej sejačky je v našich podmienkach rovnaká ako sejačky pneumatickej. Mechanická sejačka vyžaduje veľmi presné rozmery a tvar osiva.

sejba; cukrová repa; mechanické sejačky; pneumatické sejačky; kvalita práce; tvar a rozmery osiva

ÚVOD

V súčasnosti sa na Slovensku pestuje cukrová repa na výmere 42 000 ha. Trendom je tuto výmeru ďalej zväčšovať. Pre jej osiatie sa v prevažnej miere využívajú pneumatické sejačky pracujúce na princípe pretlakového alebo podtlakového uchytávania semien. V poslednom období sa začali na náš trh dovážať mechanické sejačky na presný výsev cukrovej repy.

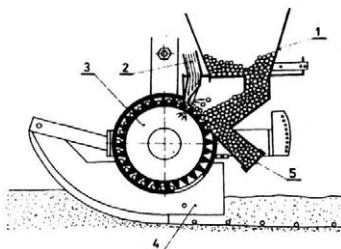
V príspevku uvádzame niektoré výsledky porovnania kvality práce pneumatickej sejačky s pretlakovým uchytávaním semien a mechanickej sejačky, ktoré pracovali na tom istom pozemku. Kvalitu práce sme hodnotili prostredníctvom sledovania poľnej vzhádzavosti (presný výsev, dvojáky, normálny výsev, vynechávky).

MATERIÁL A METÓDA

POUŽITÉ VÝSEVNÉ ÚSTROJENSTVÁ

Kvalitu práce sme sledovali v prevádzkových podmienkach poľnohospodárskeho podniku u sejačiek určených na sejbu cukrovej repy.

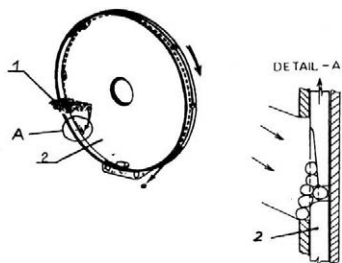
Kotúčovo-pneumatické výsevné ústrojenstvo (ďalej len pneumatická sejačka) (obr. 1) má zvisle usporiadaný výsevný kotúč, ktorý má na svojom obvode v radiálnom smere usporiadané lievikovité otvory naberajúce osivo zo zásobníka, pričom v spodnej časti lievikovitého otvoru zostáva spravidla jedno semienko.



1. Schéma kotúčovo-pneumatickej výsevnej jednotky – Scheme of the disk-pneumatic sowing unit

- 1 – zásobník osiva – seed container; 2 – vzduchová dýza – air jet; 3 – výsevný kotúč – sowing disc; 4 – výsevná päťka – seed coulter; 5 – vypúšťací otvor – seed orifice

Kotúčovo-mechanický výsevný mechanizmus (ďalej len mechanická sejačka) (obr. 2) využíva vnútorné plnenie. Osivo je odstredivou silou vytlačované bočnými otvormi výsevného kotúča. Výsevný kotúč má po obvode päť otvorov s priemerom otvoru 5,3 mm.



2. Schéma kotúčovo-mechanickej výsevnej jednotky s bočným plnením – Scheme of the disk-mechanical sowing disc with side intake

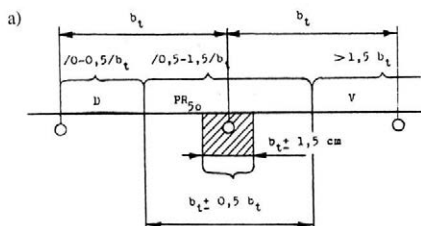
1 – zásobník osiva – seed container; 2 – výsevný kotúč – sowing out disc

ROZMIESTNENIE SEMIEN V RIADKU

Kvalitu práce uvedených výsevných ústrojenstiev sme hodnotili podľa metodiky, ktorú v roku 1994 rozpracoval Prof. Pálik z Katedry strojov a výrobných systémov SPU Nitra.

Pri hodnotení vzdialeností rozmiestnenia semien (rastlín) v riadku musíme rozlišovať medzi tzv. teoretickou (menovitou) vzdialenosťou rastlín b_t (obr. 3a) a skutočnou vzdialenosťou b_s (obr. 3b). Teoretická vzdialenosť sa nastavuje na stroji. Skutočná vzdialenosť predstavuje skutočnú strednú hodnotu vzdialenosti rastlín, ovplyvnenú danými podmienkami (pôda, preklz a pod.).

Rovnomernosť rozmiestnenia rastlín v riadku môžeme hodnotiť pomocou normálneho rozdelenia ich vzdialeností v rozsahu $b_t \pm t$, kde t je prípustná odchylka



rozstupu rastlín. Potom dostaneme nasledujúce možnosti:

1. presný výsev (PV), kde pre vzdialenosť rastlín b platí:

$$b = b_t \pm t \quad (1)$$

kde: t pre cukrovú repu = ± 15 mm

2. dvojáky (D):

$$0 < b < (0,5 \cdot b_t) \quad (2)$$

3. normálny výsev (NV):

$$(0,5 \cdot b_t) < b < (1,5 \cdot b_t) \quad (3)$$

4. 1x vynechávky (V_1):

$$(1,5 \cdot b_t) < b < (2,5 \cdot b_t) \quad (4)$$

5. 2x vynechávky (V_2):

$$(2,5 \cdot b_t) < b < (3,5 \cdot b_t) \quad (5)$$

6. 3x vynechávky (V_3):

$$(3,5 \cdot b_t) < b < (\infty \cdot b_t) \quad (6)$$

V rámci jednotlivých intervalov sme spracovali početnosti a pomocné hodnoty pre výpočet ukazovateľov:

- počet presne vysiatych semien n_1 ,
- počet dvojákov n_2 ,
- počet normálne vysiatych semien n_1 ,
- počet vynechávok $n_0 = V_1 + 2V_2 + 3V_3$,
- počet rozstupov $n = n_1 + 2V_1 + 3V_2 + 4V_3$,

kde: V_1 – počet jednoduchých vynechávok

V_2 – počet dvojnásobných vynechávok

V_3 – počet troj a viacnásobných vynechávok

Potom percento presného výsevu bude dané:

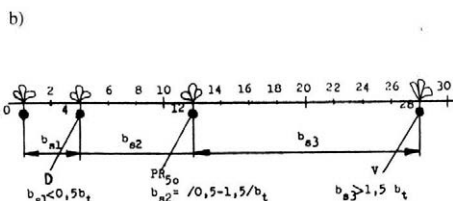
$$PV = \frac{n_1}{n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (7)$$

percento dvojákov

$$D = \frac{n_2}{n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (8)$$

percento normálneho výsevu

$$NV = \frac{n_1}{n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (9)$$



3. Rozmiestnenie semien v riadku: a) teoretická vzdialenosť rastlín pri b_t , b) skutočná vzdialenosť rastlín pri b_s – Seed distribution in the row: a) theoretical interval between plants for b_t , b) actual interval between plants for b_s

b_t – teoretická (nastavená) vzdialenosť semien v riadku – theoretical (set) distance of seeds in the row; D – dvojáky (viacnásobné uloženia) – double (disc drill multi-placing); PR_{50} – uloženie semien v požadovaných rozstupoch $\pm 50\%$ – seed placing in the required ranges 50%; V – vynechávky – omissions; b_s – skutočné vzdialenosti semien (rastlín) – actual distance of seeds (plants)

percento vynechávok

$$V = \frac{n_0}{n} \cdot 100 \quad (\%) \quad (10)$$

Dĺžka meraného úseku bola 22,2 m pre každú sejačku, pričom merania sme opakovali trikrát.

POUŽITÉ OSIVO

Kvalitu práce výsevných mechanizmov sme hodnotili pri výseve geneticky jednoklíčkového osiva odrody Marathon kalibrovaného na rozsah 3,75 až 4,75 mm s klíčovosťou 95% a jednoklíčivosťou 100%.

VÝSLEDKY

Skúseností s prácou mechanických sejačiek v našich pôdnych podmienkach s našim obalovaným osivom je veľmi málo. Preto aj našim cieľom bolo porovnať v prevádzkových podmienkach kvalitu práce mechanickej sejačky so sejačkou pneumatickou, ktorá má v súčasnosti najväčšie zastúpenie.

PODMIENKY MERANIA

Sejačky boli nastavené takto:

	sejačka	
	pneumatická	mechanická
– vzdialenosť semien v riadku (cm)	17,8	18,0
– hĺbka sejby (cm)	3,0	3,0
– pracovná rýchlosť (km.h ⁻¹)	8,0	9,5
– výsevný kotúč	R 1	5 otvorov

Merania sa uskutočnili na jednej parcele.

Charakteristika parcely:

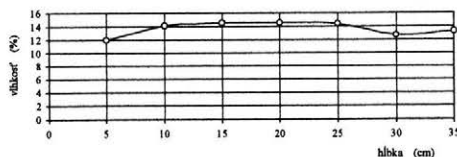
– sklon pozemku	0
– typ pôdy	degradovaná černoziem

Vlhkosť pôdy a penetrometrický odpor pôdy pred sejbou je znázornený na obr. 4 a 5.

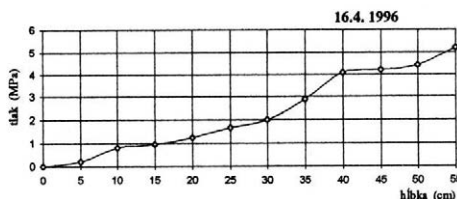
PRÍPRAVA PÔDY

Technológia prípravy pôdy na pozemku:

- jesenná – predplodina
- dávka PH
 - podmieta
 - dávka MH
 - stredná orba
 - NPK
 - hlboká orba
 - superfosfát
 - smykovanie
- jarná
- kompaktor
 - sejbá



4. Vlhkosť pôdy pred sejbou – Soil moisture content before sowing



5. Penetrometrický odpor pôdy pred sejbou – Soil penetrometer resistance before sowing

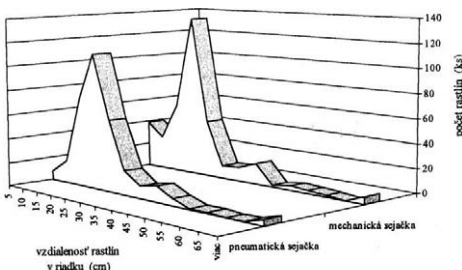
ZHODNOTENIE KVALITY PRÁCE

Rovnomernosť rozmiestnenia rastlín jednotlivými sejačkami je prehľadne znázornená na obr. 6.

Pri kontrole vzídených rastlín sme zistili, že medzi sledovanými sejačkami je rozdiel medzi druhmi výsevu. Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov rozmiestnenia rastlín sledovaných sejačiek je v tab. I.

Pri mechanickej sejačke je nižšie percento vynechávok a vyššie percento normálneho výsevu. Percento presného výsevu je vyššie pri pneumatickej sejačke. Výrazný rozdiel je vo výseve dvojákov v prospech pneumatickej sejačky. Príčinu vysokého percenta výsevu dvojákov pri mechanickej sejačke si vysvetľujeme vplyvom nepresného tvaru semien, čím dochádzalo najmä pri rozmerovo menších semienách (elipsoidného tvaru) k dvojitému náberu do otvoru vo výsevnom kotúči.

Z uvedeného dôvodu sme vykonali kontrolu rozmerov semien cukrovej repy podľa obr. 7.

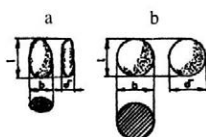


6. Rozmiestnenie rastlín v riadku pre jednotlivé sejačky – Plant distribution in the row for drilling machines

I. Percentuálne zastúpenie jednotlivých druhov rozmiestnenia rastlín –
Percentage of individual plants distribution modes

Druh výsevu ¹	Pracovná rýchlosť sejačky ² m.s ⁻¹	
	2,22	2,63
	pneumatická ³	mechanická ⁴
Presný výsev ⁵ PV	20,41	20,11
Normálny výsev ⁶ NV	69,10	69,97
Dvojáky ⁷ D	3,92	15,70
Vynechávky ⁸ V	17,27	17,07

¹drilling mode, ²drilling machine operation speed, ³pneumatical, ⁴mechanical, ⁵precision drilling, ⁶conventional drilling, ⁷double, ⁸skipping

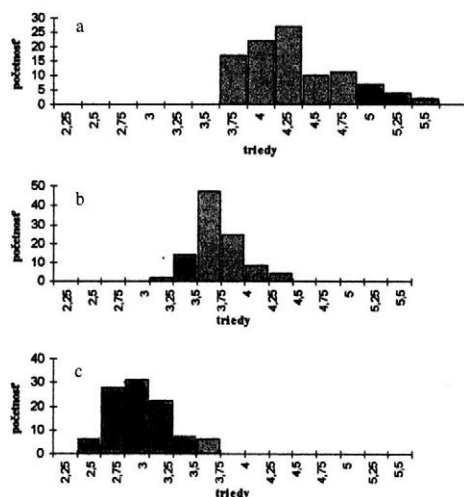


7. Tvar a označenie rozmerov osiva cukrovej repy: a – nevhodný tvar osiva pre mechanický výsevný mechanizmus, b – požadovaný tvar osiva pre mechanický výsevný mechanizmus – Shape and selected dimensions of the sugar beet seed: a – irregular shaped seeds not compatible with planter metering mechanism, b – recommended seed shape compatible with planter metering mechanism

l – dĺžka osiva (najväčší rozmer) – seed length

b – šírka osiva (stredný rozmer) – seed width,

δ – hrúbka osiva (najmenší rozmer) – seed thickness



8. Rozmerová charakteristika osiva cukrovej repy odrody Marathon –
Dimension characteristics of the sugar beet seed (Marathon variety)

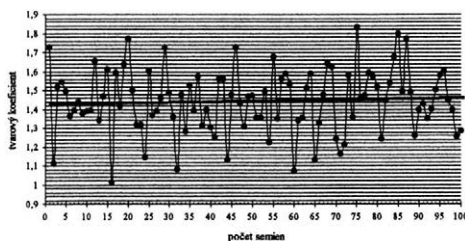
a – histogram podľa dĺžky osiva – histogram by seed length

b – histogram podľa šírky osiva – histogram by seed width

c – histogram podľa hrúbky osiva – histogram by seed thickness

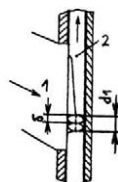
Z obr. 8 vyplýva, že tvar obaľovaného osiva nie je guľovitý, ale elipsoidný (obr. 7a). Na základe toho sme určili tvarový koeficient (obr. 9), čo predstavuje pomer najväčšieho rozmeru (l) osiva k najmenšiemu rozmeru (δ) osiva.

$$k = \frac{l}{\delta} \quad (11)$$



9. Tvarový koeficient osiva – Shape coefficient of seeds

Ako vidno z obr. 9, tvarový koeficient má veľký rozptyl. Regresnou analýzou sme určili strednú hodnotu tvarového koeficientu, ktorá v našom prípade predstavuje hodnotu 1,4 až 1,5. Z uvedeného nám vyplynulo, že použité osivo malo všelijaký možný tvar, len nie guľovitý, ktorý – ako sme zistili – je najvhodnejší pre mechanické výsevné mechanizmy (obr. 7b), t. j. taký tvarový koeficient, ktorý sa blíži k hodnote 1. Z teórie



10. Dvojité nábery osiva cukrovej repy do otvoru výsevného kotúča mechanickej sejačky, keď nie je dodržaná nižšie uvedená podmienka – The intake of two seeds in the sowing disc with mechanical metering, when it does not meet the given condition

1 – osivo – seed, 2 – výsevný kotúč – sowing disc

zapadávanie semien do otvoru nám vyplýva, že ak chceme obmedziť dvojité nábery (obr. 10), musí platiť:

$$d_1 < 2 \cdot \delta, \text{ alebo } d_1 < (\delta + b)$$

kde: d_1 – priemer otvoru výsevného kotúča

δ – najmenší rozmer osiva

b – stredný rozmer osiva

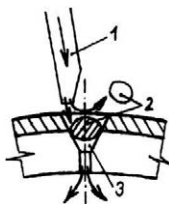
DISKUSIA

Na základe poznatkov získaných z dostupnej literatúry (Jelínek, Velda, 1991; Pálík, 1992;

Rybka, 1995) sme zistili, že problematika vplyvu tvarov a rozmerov semien na kvalitu práce mechanických sejačiek je málo riešená.

Jedným z ukazovateľov hodnotenia kvality práce sejačiek je aj výsev dvojákov, ktorý pri našom hodnotení bol nepriaznivejší pre mechanickú sejačku.

Ak v pneumatickej sejačke dôjde k dvojitému náberu osiva, prúd vzduchu pritláča jedno semeno do naberacieho otvoru, pričom ostatné semená sú prúdom vzduchu vyfukované z naberacieho otvoru späť do zásobníka osiva (obr. 11).



11. Náber osiva u pneumatickej sejačky – The intake seed in the pneumatic drill

1 – vzduchová dýza – air jet, 2 – osivo – seed, 3 – naberací otvor – intake

Ak dôjde v mechanickej sejačke k dvojitému náberu semien (obr. 10), tak je veľmi ťažké druhé semeno z naberacieho otvoru odstrániť. Aby sa tomuto javu pri mechanickej sejačke zabránilo, treba, aby použité osivo malo guľovitý tvar.

Vysoké percento výsevu dvojákov nás priviedlo na myšlienku urobiť rozmerovú analýzu použitého osiva. Na základe toho sme rozmery semien zmerali a tým sme získali tvarový koeficient osiva, ktorý pre mechanickú sejačku musí byť čo najbližší k hodnote 1. Pneumatická sejačka sa dokáže vyrovnáť aj s elipsoidným

tvarom osiva, ale mechanickej sejačke narastá percento dvojitého výsevu. Preto odporúčame vykonávať kalibráciu osiva pre mechanickú sejačku podľa hrúbky a šírky, pretože nestačí robiť kalibráciu osiva len podľa jedného rozmeru.

V budúcnosti by bolo veľmi žiaduce urobiť porovnávacie laboratórne skúšky, pri ktorých by sa okrem hodnotenia kvality práce jednotlivých princípov výsevných ústrojenstiev robila aj rozmerová analýza rôznych odrôd semien cukrovej repy. Tato analýza by určila vhodnosť použitia tej-ktorej odrody pre konkrétny typ výsevného ústrojenstva s ohľadom na vysokú kvalitu práce.

ZÁVER

Na základe meraní pri sledovaní kvality práce pneumatickej a mechanickej sejačky pri výseve obalovaného osiva cukrovej repy sme dospeli k záveru, že mechanická sejačka pre svoju vysokú kvalitu sejby vyžaduje rozmerovo a tvarovo veľmi presné osivo.

LITERATÚRA

- JELÍNEK, J. – VELDA, K.: Zhodnocení výsevních ústrojí Harmonie a Aeromat statickými zkouškami při výsevu cukrovky. Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 353–359.
- PÁLTÍK, J.: Vplyv pracovnej rýchlosti sejačky Becker na rozmiestnenie semien v riadku a vzhľad zovňasť cukrovej repy. Acta Technol. Agric. Univ. Agric. Nitra, XXXII, 1992: 29–39.
- RYBKA, A.: Kvalitní sečí stroj – důležitý prvek při zakládání porostu. Mechaniz. Zeměd., Speciál, 1995 (2): 30–31.

Došlo 4. 9. 1996

Kontaktná adresa:

Prof. Ing. Ján Jech, CSc., Slovenská poľnohospodárska univerzita, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421/087/601, kl. 360, fax: 00421/087/41 70 03

ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÁ A LESNICKÁ KNIHOVNA, PRAHA 2, SLEZSKÁ 7

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna v Praze (dále jen ÚZLK), která je jednou z největších zemědělských knihoven na světě, byla založena v roce 1926. Již od počátku šlo o knihovnu veřejnou. Knihovna v současné době obsahuje více než jeden milion svazků knih, cestovních zpráv, dizertací, literatury FAO, svázaných ročníků časopisů z oblasti zemědělství, lesnictví, veterinární medicíny, ekologie a dalších oborů. Knihovna odebírá 750 titulů domácích a zahraničních časopisů. Informační prameny získané do fondu jsou v ÚZLK zpracovávány do systému katalogů – je budován jmenný katalog a předmětový katalog jako základní katalogy knihovny a dále různé speciální katalogy a kartotéky. Počátkem roku 1994 přistoupila ÚZLK k automatizovanému zpracování knihovního fondu v systému CDS/ISIS.

Pro informaci uživatelů o nových informačních pramenech ve fondech ÚZLK zpracovává a vydává knihovna následující publikace: Přehled novinek ve fondu ÚZLK, Seznam časopisů objednaných ÚZLK, Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a potravinářství, AGROFIRM – zpravodaj o přírůstcích firemní literatury (je distribuován na disketách), AGROVIDEO – katalog videokazet ÚZLK.

V oblasti mezinárodní výměny publikací knihovna spolupracuje s 800 partnery ze 45 zemí světa. Knihovna je členem IAALD – mezinárodní asociace zemědělských knihovníků. Od září 1991 je členem mezinárodní sítě zemědělských knihoven AGLINET a od 1. 1. 1994 je depozitní knihovnou materiálů FAO pro Českou republiku.

Knihovna poskytuje svým uživatelům následující služby:

Výpůjční služby

Výpůjční služby jsou poskytovány všem uživatelům po zaplacení ročního registračního poplatku. Mimopražští uživatelé mohou využít možností meziknihovní výpůjční služby. Vzácné publikace a časopisy se však půjčují pouze prezenčně.

Reprografické služby

Knihovna zabezpečuje pro své uživatele zhotovování kopií obsahů časopisů a následné kopie vybraných článků. Na počkání jsou zhotovovány kopie na přání uživatelů. Pro pražské a mimopražské uživatele jsou zabezpečovány tzv. individuální reproslužby.

Služby z automatizovaného systému firemní literatury

Jsou poskytovány z databáze firemní literatury, která obsahuje téměř 13 000 záznamů 1 700 firem.

Referenční služby

Knihovna poskytuje referenční služby vlastních databází knižních novinek, odebíraných časopisů, rešerší a tematických bibliografií, vědeckotechnických akcí, firemní literatury, videotéky, dále z databází převzatých – Celostátní evidence zahraničních časopisů, bibliografických databází CAB a Current Contents. Cílem je podat informace nejen o informačních pramenech ve fondech ÚZLK, ale i jiné informace zajímavé zemědělskou veřejností.

Půjčování videokazet

V AGROVIDEO ÚZLK jsou k dispozici videokazety s tematikou zemědělství, ochrany životního prostředí a příbuzných oborů. Videokazety zasílá AGROVIDEO mimopražským zájemcům poštou.

Uživatelům knihovny slouží dvě studovny – všeobecná studovna a studovna časopisů. Obě studovny jsou vybaveny příručkovou literaturou. Čtenáři zde mají volný přístup k novinkám přírůstků knihovního fondu ÚZLK.

Adresa knihovny:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Slezská 7
120 56 Praha 2

Výpůjční doba:

pondělí, úterý, čtvrtek:	9.00–16.30
středa	9.00–18.00
pátek	9.00–13.00

Telefonické informace:

vedoucí:	24 25 50 74, e-mail: IHOCH@uzpi.agrec.cz
referenční služby:	24 25 79 39/linka 520
časopisy:	24 25 66 10
výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 415
meziknihovní výpůjční služby:	24 25 79 39/linka 304
Fax:	24 25 39 38
E-mail:	ÚZLK@uzpi.agrec.cz

ZBER HRACHU ŠIROKOZÁBEROVÝMI ŽACÍMI ÚSTROJENSTVAMI

PEAS HARVEST BY WIDE-ENGAGEMENT CUTTING EQUIPMENTS

A. Sloboda

Technical University, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: For the peas harvesting the 4.2 m cutting tables were used. If the harvest technology is kept, individual mechanisms are adjusted properly and additional equipments (lifters, separators etc.) are used, the 6 or 7 m cutting table can be used. The limiting factor for the harvesting quality is the moisture of material. It should not exceed 18–20%. The innovated lifters JS-2 were used for the harvesting. Their shapes and also their strength fulfil all the requirements in regard to loss. The experimental measurement showed that the total loss at the speed of $v_p = 0.83 \text{ m.s}^{-1}$, were $3.46\text{--}5.89 \text{ g.m}^{-2}$ (1.12–1.9% of biological yield) when the lifters were fitted on each fifth finger and 10.15 g.m^{-2} (3.24%) when they were on each ninth finger. The loss without lifters were 42.52 g.m^{-2} (13.8%). The lifters JS-2 at the harvesting of lodging crops decidedly cut down the harvest loss in comparison with the classical cutting ledges 2–5 times.

cutting equipment; lifter; loss; peas

ABSTRAKT: Pre zber hrachu sa používali žacie stoly so šírkou záberu 4,2 m. Ak sa pri použití zberovej techniky jednotlivé mechanizmy adekvátne nastavili a použili sa prídavné zariadenia (ako napr. zdvihače, vytriasadlá), mohli sa použiť žacie stoly so záberom 6 m alebo 7 m. Obmedzujúcim faktorom pre kvalitu zberu však bola vlhkosť materiálu. Nemala by presiahnuť 18 až 20 %. Pri zbere sa použili inovované zdvihače JS-2. Ich tvar a taktiež ich tuhosť spĺňajú všetky požiadavky na zníženie strát. Experimentálne merania ukázali, že celková strata pri pojazdovej rýchlosti $v_p = 0,83 \text{ m.s}^{-1}$ bola 3,46 až 5,89 g.m^{-2} (1,12 až 1,9 % biologickej úrody), keď zdvihače boli namontované na každom piatom prste a 10,15 g.m^{-2} , keď boli na každom deviatom prste žacej lišty. Straty bez použitia zdvihačov predstavovali 42,52 g.m^{-2} (resp. 13,8 %). Zdvihače JS-2 pri zbere poľahnutého porastu výrazne znížili zberovú stratu v porovnaní s klasickým zberom, a to dva až päťkrát.

žacie ústrojenstvo; zdvihač; strata; hrach

ÚVOD

Žací stôl obilného kombajnu má zberaný porast hrachu odkosiť pri minimálnych stratách a podať ho na ďalšie spracovanie. Pri zbere poľahnutého porastu hrachu je potrebné zohľadniť jeho fyzikálno-mechanické a technologické vlastnosti (Jech et al., 1991; Sloboda, 1994). Aby sa v poľahnutých porastoch znížili straty, je potrebné používať zdvihače porastu. Doteraz sa pre zber používali žacie ústrojenstvá so záberom 4,2 m. Žacie stoly so záberom 6,7 m je možné použiť pri dodržaní technológie zberu, správnom rozmiestnení zdvihačov na žacom stole a nastavení jednotlivých mechanizmov žacieho stola.

MATERIÁL A METÓDA

Kvalitu práce žacích ústrojenstiev kombajnov E 516 a E 517 so záberom 6,7 m sme posudzovali podľa výšky strát, ktoré spôsobovali. Pri hodnotení sme postupovali takto:

- odoberali sme semená predstavujúce straty z plochy 1 m^2 po šírke záberu,
- vzorky sme odoberali z rôznych častí zberovej plochy (z traťoviek o dĺžke 30 m, odkiaľ sme odobrali tri vzorky),
- kvalitu práce žacích ústrojenstiev sme hodnotili podľa množstva voľne vymrvených semien na povrchu pôdy, semien z odkosených strukov a semien z neodkosených strukov,
- straty sme sledovali pri pracovnej rýchlosti $v_p = 0,83 \text{ m.s}^{-1}$,
- straty semien spôsobené netesnosťou kombajnu boli vylúčené,
- semená v slame a v plevách z vytriasadiel a čistiťadi boli samostatne zachytené a vyhodnotené ako straty.

Kombajn sa proti poľahnutému porastu pohyboval v uhle 20° . Experimentálne merania boli uskutočnené na ŠM Košice, hospodárstvo Valaliky, v júli 1994. Stupeň poľahnutia bol určený podľa vzťahu:

$$\delta = \frac{T - T_s}{T} \cdot 100 \quad (\%)$$

Všetky sledované kombajny mali namontované paralelogramové zdvíhače JS-2 (obr. 2). Počty opakovaní jednotlivých meraní N sa stanovili na základe poznatkov o určovaní počtu opakovaní experimentov pre biologické materiály (V i s c h o m, 1970). Súčasne boli určené aj priemerné hodnoty meraní $\bar{x}$. Zberaný porast hrachu bol odrody Zafir.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Povrch pôdy v čase zberu bol rovný, bez stôp po predchádzajúcom ošetrovaní porastu (orba, hnojenie, ochrana). Terénne vlny neboli badateľné. Pred zberom bol porast desikovaný prípravkom Reglone.

CHARAKTERISTIKA PORASTU

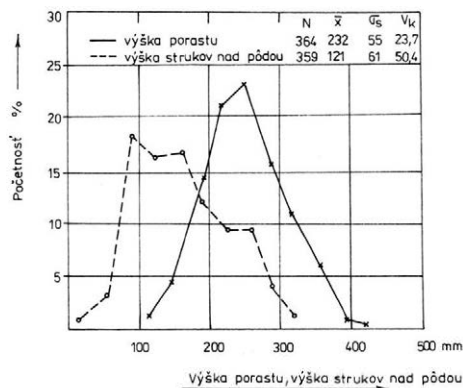
Porast bol charakterizovaný v deň zberu a výsledky sú spracované v tab. I. Zber bol vykonaný pri plnej zrelosti porastu z jednej strany na priamo.

Zmenu výšky porastu a rozloženie výšky strukov od povrchu pôdy znázorňuje obr. 1. Z neho vyplýva, že priemerná výška sledovaného porastu bola 232 mm. Priemerná výška strukov od povrchu pôdy bola 120 mm. Počet strukov v oblasti rezu žačej lišty, t.j. vo výške 90 až 120 mm, bol v rozsahu 22,8 až 41,7 %. Pod uvedenou hranicou sa v období zberu nachádzalo 17,4 % strukov. Vzhľadom na uvedené percento strukov pod výškou kosenia je potrebné takýto porast zodvihnúť,

aby sa znížili straty neodkosením a rozrezaním strukov žačou lištou (I v a n c o v, S o l o š e n k o, 1984).

Zberaný porast mal v období zberu vlhkosť semena 12,3 až 14,1 %.

Stupeň pofahnutia porastu bol 54 %.



1. Rozloženie početnosti výšky porastu a výšky strukov nad pôdou v poraste hrachu v období zberu – Distribution of frequency of height of the crops and pods over the ground in the peas stand during harvest

početnosť – frequency

výška porastu – height of stand

výška strukov nad pôdou – height of pods over the ground

I. Charakteristika porastu hrachu odrody Zafir v čase zberu (rok 1994) – Characteristics of peas stand, Zafir variety, during harvest (1994)

Ukazovateľ ¹		Počet meraní ²	
Vlhkosť ³	semien ⁴	12,3–14,1	%
	strukov ⁵	10,8–11,3	%
	stebiel ⁶	26,3–29,1	%
	burín ⁷	52,4–63,7	%
Hmotnosť porastu ⁸		915	g.m ⁻²
Počet strukov ⁹		451,3	ks.m ⁻²
Počet burín ¹⁰		0–23	ks.m ⁻²
Predzberové straty ¹¹		3,21	g.m ⁻²
Počet stebiel kultúrnych rastlín ¹²		147,3	ks.m ⁻²
Hmotnosť kultúrnych rastlín ¹³		442,4	g.m ⁻²
Hmotnosť semien ¹⁴		305,6	g.m ⁻²
Hmotnosť prázdnych strukov ¹⁵		106	g.m ⁻²
Biologická úroda semien ¹⁶		308,6	g.m ⁻²
Počet semien ¹⁷		1 506	ks.m ⁻²
Pomer semeno – slama ¹⁸		0,72	–
Stupeň pofahnutia ¹⁹		54	%
Stupeň zrelosti ²⁰		plná	–

¹indicator, ²number of measurements, ³moisture, ⁴of seeds, ⁵of pods, ⁶of stems, ⁷of weeds, ⁸weight of stand, ⁹number of pods, ¹⁰number of weeds, ¹¹pre-harvest losses, ¹²number of stems of cultural crops, ¹³weight of cultural crops, ¹⁴weight of seeds, ¹⁵weight of empty pods, ¹⁶biological yield of seeds, ¹⁷number of seeds, ¹⁸ratio seed - straw, ¹⁹lodging degree, ²⁰degree of ripeness, ²¹according to Czechoslovak standard ČSN, ²²by analysis of the stand from 10 m²

Pri experimentálnych meraniach boli zdvíhače JS-2 namontované na každom piatom prste žacej lišty (obr. 2) na kombajnoch č. 1 a č. 2 a na každom deviatom prste u kombajna č. 3. Kombajn č. 4 pracoval bez zdvíhačov porastu.

V tab. II sú uvedené priemerné hodnoty strát za sledovanými žacími ústrojenstvami. Celkové straty za rovnako nastavenými kombajnami č. 1 a č. 2 boli vo výške $3,46 \text{ g.m}^{-2}$, resp. $5,89 \text{ g.m}^{-2}$, čo je 1,12 a 1,9 % z biologickej úrody. Hustejšie namontované zdvíhače na žacom stole umožňujú rovnomernejšie a šetrnejšie zdvíhanie zberaného porastu a jeho privedenie k žacej lište. Celkové straty spôsobené kombajnom č. 4 boli $42,58 \text{ g.m}^{-2}$, čo je viac ako trojnásobok strát, ktoré spôsobil kombajn č. 3, ak jeho celkové straty boli $10,15 \text{ g.m}^{-2}$.



2. Paralelogramové zdvíhače JS-2 namontované na každom piatom prste žacieho stola – Parallelogram lifters JS-2 – mounted to each fifth finger of the cutting table

II. Straty spôsobené žacím ústrojenstvom so záberom 6,7 m – Losses caused by cutting equipment of 6,7 m engagement

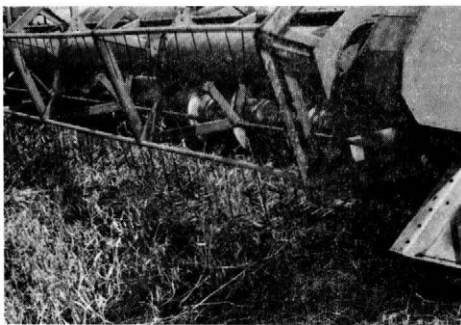
Ukazovateľ ¹		Jednotky ²	Priemer strát z metroviek ³ N = 12			
			kombajn číslo ⁴			
			1	2	3	4
Straty ⁵	vymrvené semeno ⁶	g.m ⁻²	2.88	4.19	5.74	14.16
	semeno z odkosených strukov ⁷	g.m ⁻²	0,27	0,32	0,49	3,25
	semeno z neodkosených strukov ⁸	g.m ⁻²	0,31	1,38	3,92	25,17
	spolu ⁹	g.m ⁻²	3,46	5,89	10,15	42,58
Biologická úroda ¹⁰		g.m ⁻²	308,6			–
Straty z biologickej úrody ¹¹		%	1,12	1,9	3,29	13,8
Výškové nasadenie strukov ¹²		mm	min.	0		
			max.	243,2		
Pracovná rýchlosť ¹³		m.s ⁻¹	0,83			

¹indicator, ²units, ³average for losses from square meters, ⁴harvester No., ⁵losses, ⁶fell out seed, ⁷seed from cut pods, ⁸seeds from non-cut pods, ⁹total, ¹⁰biological yield, ¹¹losses from biological yield, ¹²height setting of pods, ¹³speed

Sledované kombajny sa pohybovali za sebou v tom istom poraste a ich pojazďová rýchlosť bola $0,83 \text{ m.s}^{-1}$. Úprava žacích stolov spočívala v ich dôslednom utesnení. Prihŕňače boli predsunuté 100 mm pred žacíu lištu. Sklon prstov prihŕňača bol 15° . Prsty prihŕňača neprečesávali zberaný porast.

Použitie zdvíhače JS-2 sú paralelogramové, ich pracovný zdvih je 260 mm, čo umožňuje kvalitné zdvihnutie polahnutého porastu aj z úzkych priehlbín, akými sú napr. stopy po pneumatikách. Malý uhol vníkania kužela kopírovacej pätky do porastu (30°) a plynulý prechod na pracovné rameno (obr. 3) vytvára vhodné podmienky pre jemné zaobchádzanie so zberaným porastom. Kuželový tvar kopírovacej pätky zdvíhaný porast nethrá, súčasne veľmi dobre reaguje na náhlu zmenu smeru jazdy kombajna pri jeho práci v ryhách a na úvratiach.

Celá konštrukcia zdvíhača je optimalizovaná po technologickej i pevnostnej stránke. Pevnostná kontrola zdvíhača bola vykonaná metódou konečných prvkov vo všetkých jeho pracovných polohách. Toto umožnilo



3. Zdvíhanie porastu hrachu zdvíhačmi JS-2, vstup do porastu – Lifting of the peas stand by lifters JS-2 – entrance to the stand

znižit hmotnosť zdvíhača na $2,81 \text{ kg}$, čím vznikajú úspory materiálu a energie. Zdvíhač sa upevňuje na žací prst nasunutím a následným dotiahnutím dvoch ma-

tíc na upevňovacie skrutky prstov (obr. 4). Tým je pri práci zdvíhača využívaná aj tuhosť prstov žacej lišty (Sloboda, 1991).

Prevádzkové skúšky potvrdili kvalitu práce zdvíhačov na rôznych typoch žacích stolov v rôznych podmienkach východného Slovenska.

Priemerný denný výkon kombajnov – vzhľadom na ich vek a technický stav – bol 7 ha až 9 ha. Počas dvoji-ročného používania zdvíhačov JS-2 nedošlo k žiadnej ich poruche. Priaznivé je aj ekonomické hodnotenie zdvíhačov: nepotrebnú žiadnu údržbu a pri úrode tri tony z hektára sa vzhľadom na nízke straty, ktoré spôsobujú, zaplatia po vymlátení cca 5 ha v závislosti od ceny hrachu.

ZÁVER

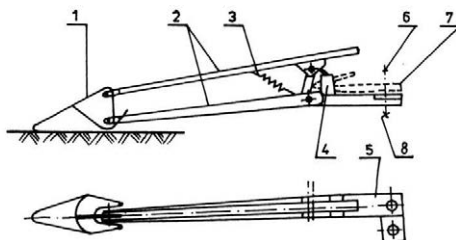
Výsledky experimentálnych meraní ukázali, že pre zber hrachu je možné použiť žacie stoly so záberom 6,7 m.

Ak boli zdvíhače JS-2 umiestnené na každom piatom prste, straty semien boli $3,46 \text{ g.m}^{-2}$ a $5,89 \text{ g.m}^{-2}$. Ak boli zdvíhače umiestnené na každom deviatom prste, straty boli $10,15 \text{ g.m}^{-2}$. Straty semien na kombajne bez zdvíhačov boli $42,58 \text{ g.m}^{-2}$, čo je 13,8 % z biologickú úrody (tab. II).

Z toho vyplýva, že konštrukčné riešenie optimalizovaného zdvíhača významne vplýva na výšku strát semien pri zbere hrachu, ak technické parametre žacích stolov sú rovnaké.

POUŽITÉ OZNAČENIE

- δ – stupeň pohľadnuta (%)
- N – počet meraní
- $\bar{x}$ – priemerná hodnota
- l – priemerná dĺžka stebľa (m)
- l_s – priemerná výška porastu (m)
- v_k – koeficient variácie (%)
- σ_s – smerodajná odchýlka (m)



4. Schéma zdvíhača JS-2 – Design of the lifter JS-2

- 1 – kužeľová kopírujúca päťka – conical copying coultter
- 2 – pracovné ramená – working arms
- 3 – pružina – spring
- 4 – oblúk prsta – arch of finger
- 5 – upevňovacie teleso – fastening body
- 6 – upevňovacia skrutka prsta kosa – fastening screw of finger of scythe
- 7 – prst – finger
- 8 – matica – nut

LITERATÚRA

- IVANCOV, B. U. – SOLOŠENKO, O. I.: Valkovije žatky. Mašinostrojenije Moskva, 1984: 19–30; 93–118.
- JECH, J. – RATAJ, V. – GANWI, I.: Technologické vlastnosti porastu šošovice Lenka. Zeméd. Techn., 37 1991 (7): 417–428.
- SLOBODA, A.: Mechanizmy žacieho stroja zberového stroja. [Habilitationárna práca.] Košice 1991. 114 s. – Technická univerzita. Fakulta strojnícka.
- SLOBODA, A.: Technologické vlastnosti, zásady a požiadavky na kosenie hrachu. Poľnohospodárstvo, 40, 1994 (4): 249–262.
- Kolektív VISCHOM: Fyzicko-mechanické vlastnosti rastenín, počv i udobrenij. Moskva, Kolos 1970. 442 s.

Došlo 24. 1. 1995

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Aurel Sloboda, CSc., Technická univerzita, Strojnícka fakulta, Letná 9, 041 87 Košice, Slovenská republika, tel.: 095/39 90 62–70, fax: 095/347 38

VZDUCHOPRIEPUSTNÉ STRECHY PRE USTAJŇOVACIE OBJEKTY

AIR-PERMEABLE ROOFS FOR HOUSING BUILDINGS

M. Smutný

Technical University, Košice, Slovak Republic

ABSTRACT: The study of double-cladding roofs over buildings characterized by high air humidity was motivated by serious defects of their thermal insulation, demountable lower cladding. New findings for assessment of double-cladding roofs followed from direct measurements and analyses of defects on buildings. The procedure of thermo-technical calculation and marginal conditions for air-permeable ventilated double-cladding roof have been worked out. Theoretical analysis of thermal and humidity regimes of air-permeable roof was carried out within the experiment. Theoretical results declared in the contribution were confirmed by the results of measurements conducted on experimental buildings for housing of calves. It follows from conclusions that constructions of ventilated double-cladding roofs with air-permeable cladding are, on condition of meeting defined marginal conditions, suitable for housing buildings with demanding indoor climate. Their advantage consists in simpler construction, higher reliability and durability.

roof cladding; humidity regime; condensation of vapours; air-permeable cladding; double-cladding roof; annual balance

ABSTRAKT: Článok sa zaoberá najnovšími poznatkami z posudzovania vzduchopriepustných dvojplášťových striech pre ustajňovacie objekty, ako vyplynuli zo záverov riešenej výskumnej úlohy. Závěry teoretickej analýzy vlhkostného režimu vzduchopriepustného strešného pláštá, ktoré boli priebežne publikované, dokladujú výsledky meraní vykonané na experimentálnych objektoch v prevádzkových podmienkach ustajnenia zvierat. Potvrdila sa výhodnosť aplikácie dvojplášťovej strechy so vzduchopriepustným plášťom pre poľnohospodárske objekty na výkrm a ustajnenie zvierat pri splnení definovaných okrajových podmienok.

strešný plášť; vlhkostný režim; kondenzácia pár; vzduchopriepustný plášť; dvojplášťová strecha; ročná bilancia

ÚVOD

Výskum, ktorý prebiehal na našej fakulte od roku 1987, bol zameraný na konštrukčno-fyzikálnu analýzu poľnohospodárskych objektov pre výkrm ošipáných. Dôvodom bol veľký počet objektov, ktoré po krátkej dobe užívania vykazovali havarijný stav strešných konštrukcií a nevhodnú vnútornú klímu. Závěry z jednotlivých fáz výskumu sme priebežne publikovali. V roku 1992 to boli vyhodnotenia a závěry experimentálnych meraní parametrov vnútornej klímy a tepelno-fyzikálnych vlastností v nevyhovujúcich objektoch v prevádzke (Smutný, Varga, 1992). Na základe týchto poznatkov boli vypracované teoretické zásady pre navrhovanie a posudzovanie tepelnotechnických parametrov strešnej konštrukcie objektov pre chov a ustajnenie zvierat (Smutný, 1994). V poslednej fáze výskumu bola vykonaná teoretická analýza vlhkostného režimu vzduchopriepustných dvojplášťových striech nad priestormi s náročnou vnútornou klímou. Poruchami obalových konštrukcií a nevyhovujúcou vnútornou klímou v objektoch pre veľkochov sa súběžne zaoberali aj vedeckovýskumné pracoviská v Nemecku (Heerde-

gen, 1990; Hollesch, 1990). V tomto svojom príspevku chceme zverejniť závěry vedeckovýskumnej úlohy, ktoré potvrdzujú výsledky meraní na experimentálnych objektoch v Nemecku (Heerdegen, 1990). Závěry vyúsťujú do odporúčaní pre navrhovanie a posudzovanie vzduchopriepustných dvojplášťových striech pre chov a ustajnenie zvierat.

MATERIÁL

V rámci výskumu sme sa orientovali na veľkorozpätové dvojplášťové strechy s montovanou konštrukciou spodného tepelnoizolačného pláštá nad priestormi s náročnou vnútornou klímou. Ako náročné hodnotíme vnútorné prostredie v vysokou relatívnou vlhkosťou vzduchu (nad 75 %), s teplotami v rozmedzí od +16 do +28 °C.

Podnetom pre zameranie rozborov na uvedené konštrukcie dvojplášťových striech nad mokkými prevádzkami boli ich závažné poruchy, aj keď tieto striechy spĺňali normové požiadavky podľa platných noriem pre dané prostredie.

Poruchy sa prejavovali havarijným stavom montovaného spodného pláštia dvojplášťovej strechy pre výkrm ošipných (objekt JUZO). Príčinou havarijného stavu bola nadmerná kondenzácia pár v stykoch a mokré, hnilobou napadnuté drevené nosníky (Smutný, Varga, 1992). Nad priestormi plavárni s vyššími teplotami okolo +28 °C došlo k pádu spodného pláštia (podhladu) z ľahkých montovaných tepelnoizolačných dosák. Príčinou pádu bolo nahromadenie kondenzátu v tepelnej izolácii spodného pláštia z minerálnych vlákien uložených na perforovaných hliníkových dielcoch podhladu.

V uvedených prípadoch bol spodný plášť vetranej dvojplášťovej strechy posudzovaný ako vzduchotesný a paropriepustný. Návrh a posúdenie boli vykonané v súlade s ČSN 73 0544 Strechy, článok 18, ktorá odporúča navrhovať ich nad vnútornými priestormi s mokrou prevádzkou, t. j. pre náročnú vnútornú klímu s relatívnou vlhkosťou vnútorného vzduchu nad 75 %. Konštrukcie spodného pláštia (podhladu) však nespĺňajú predpokladané kritéria vzduchotesnosti. Vzhľadom na fyzikálne vlastnosti použitých materiálov, ako aj na konštrukčné riešenie stykov montovaných dielcov, je nutné montovaný spodný plášť posudzovať ako limitno vzduchopriepustný.

Komplexné tepelnotechnické posúdenie limitne vzduchopriepustného strešného pláštia vetranej dvojplášťovej strechy je teoreticky náročnejšie. Potrebné je zohľadniť splnenie niekoľkých protichodných okrajových podmienok, ktoré výrazne ovplyvňujú celkový tepelnotechnický režim strechy. Základné teoretické zásady a vzťahy pre výpočet tepelnotechnických parametrov a limitujúce okrajové podmienky už boli publikované (Smutný, 1994).

Na základe získaných nových poznatkov sme vykonali teoretický rozbor vlhkostného režimu vetraných dvojplášťových striech za predpokladu limitnej vzduchovej priepustnosti spodného strešného pláštia.

METÓDY

Cieľom výskumnej úlohy bolo na skladbe vzduchopriepustného spodného pláštia metódou teoretickej analýzy overiť, ako vzduchová priepustnosť pri rôznych parametroch vnútorného vzduchu ovplyvňuje priebeh teplôt a kondenzáciu vodných pár, a výsledky porovnať s rovnakou skladbou, ale vzduchotesného a paropriepustného pláštia, ktorý sa odporúča aplikovať pri dvojplášťových vetraných strechách.

Aby výsledky boli porovnateľné, zvolili sme jednotnú skladbu spodného pláštia. Tepelná izolácia bola navrhnutá z minerálnych rohoží uložených na nosnej roštovej konštrukcii podhladu. Hrúbka jednovrstvovej tepelnej izolácie zodpovedala normovým kritériám (teplý odpor) podľa účelu a parametrov vnútorného prostredia. Vzduchotesnosť takto navrhnutého pláštia zabezpečovala paropriepustná fólia umiestnená medzi vrstvami z minerálnych rohoží.

Vzduch prúdiaci konštrukciou vzduchopriepustného pláštia výrazne ovplyvňuje jeho tepelnotechnický aj vlhkostný režim. V zimnom období teploty v konštrukcii pri infiltrácii vzduchu klesajú a pri exfiltrácii stúpajú. Pokles a vzostup teplôt je úmerný hodnote hustoty hmotnostného toku vzduchu q_m . Pri návrhu vzduchopriepustného pláštia by teplota jeho vnútorného povrchu, za predpokladanej infiltrácie vzduchu, mala byť vyššia alebo rovnaká ako teplota vnútorného povrchu rovnakého vzduchotesného pláštia spĺňajúceho normové kritéria podľa účelu objektu, t. j.:

$$t_{ipG} \geq t_{ip}$$

Parciálne tlaky skutočných vodných pár vo vrstvách konštrukcie vzduchopriepustného pláštia boli vyčíslené na základe upravených vzťahov pre výpočet priebehu teplôt pri:

– infiltrácii vzduchu

$$t_{Rx} = t_e + (t_i - t_e) \cdot \frac{\exp(c \cdot q_m \cdot R_{Rx}) - 1}{\exp(c \cdot q_m \cdot R_0) - 1}$$

– exfiltrácii vzduchu

$$t_{Rx} = t_i + (t_e - t_i) \cdot \frac{\exp(c \cdot q_m \cdot R_{Rx}) - 1}{\exp(c \cdot q_m \cdot R_0) - 1}$$

Parciálne tlaky pre posúdenie kondenzácie vodných pár v konštrukcii spodného pláštia, pri jeho vzduchovej priepustnosti aj nepriepustnosti, boli graficky vyhodnocované pre jednotné parametre vonkajšieho vzduchu a pre dva typy parametrov vnútorného prostredia:

parametre typu A – náročné prostredie (stajne, výkrmne, mokré prevádzky) s teplotou vzduchu – $t_i = +16$ °C a relatívnou vlhkosťou vzduchu – $\phi_i = 80$ %, parametre typu B – náročné prostredie (plavárne, mokré prevádzky a pod.) s teplotou vzduchu – $t_i = +28$ °C a relatívnou vlhkosťou vzduchu – $\phi_i = 85$ %.

Výpočet bol urobený za predpokladu rozdielu atmosférického tlaku vonkajšieho a vnútorného vzduchu v zimnom období pri jednotnej svetlej výške vnútorných priestorov 3 m.

VÝSLEDKY

V súčasnom štádiu riešenia výskumnej úlohy sme výsledky vykonanej teoretickej analýzy porovnali s hodnotami nameranými na rekonštruovaných, experimentálnych objektoch v prevádzkových podmienkach.

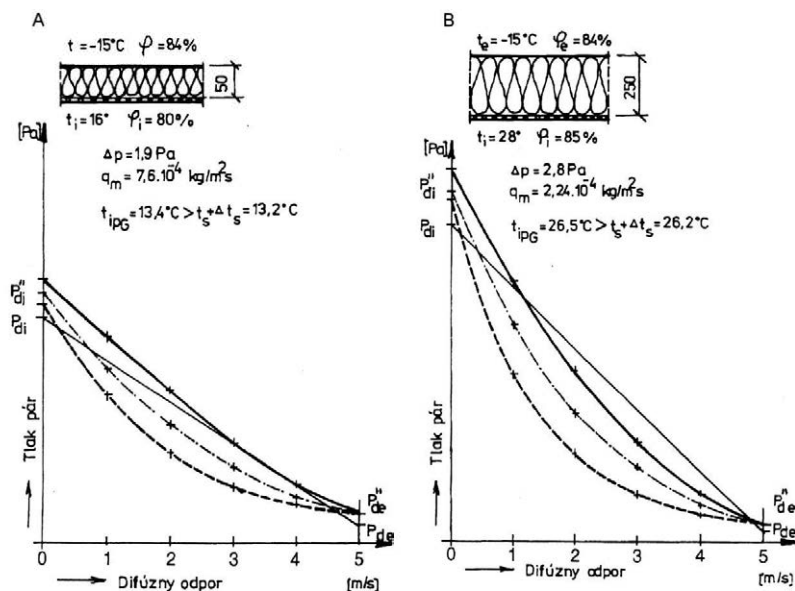
TEORETICKÁ ANALÝZA

Hodnoty parciálnych tlakov vodných pár (tab. I), ktorých priebehy sú zobrazené na grafe (obr. 1), umožňujú vyhodnotiť vplyv vzduchovej priepustnosti spodného strešného pláštia na jeho vlhkostný režim a porovnať s vlhkostným režimom vzduchotesného, paropriepustného pláštia. Výsledky môžeme vyhodnotiť pre extrémne typy náročnej vnútornej klímy.

1. Vypočítané hodnoty parciálnych tlakov vodných pár a difúzneho odporu – Calculated values of partial pressure of water vapours and diffusion resistance

Varianty tlakov ¹	Prostredie typu ² A (obr. 1)						Prostredie typu B (obr. 2)					
	hodnoty parciálnych tlakov pár v bodoch ³ (Pa)											
P_{di} , P_{de}	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5
a	1 454	–	–	–	–	139	1 454	–	–	–	–	139
b	1 598	1 109	752	487	301	184	3 519	2 168	1 277	731	377	182
c	1 683	1 321	974	666	387	194	3 732	2 609	1 715	1 001	487	172
d	1 536	909	571	362	246	176	3 458	1 693	890	487	276	168
R_{dx}	hodnoty difúzneho odporu ⁴ (10 ⁻⁹ m.s ⁻¹)											
	0	0,139	0,278	0,416	0,550	0,694	0	0,694	1,389	2,083	2,778	3,472

¹variants of pressures, ²environment of type, ³values of partial vapour pressures in points, ⁴values of diffusion resistance



1. Parametre prostredia a strešného plášťa – Parameters of environment and of roof cladding

A – prostredie typu A – A type environment

B – prostredie typu B – B type environment

Priebeh parciálnych tlakov pár – Courses of partial vapour pressures

— skutočných – actual
 - - - - - nasýtených pri vzduchotesnom plášti – saturated pressures at airproof cladding
 — pri exfiltrácii vzduchopriepustným plášťom – at exfiltration through the air-permeable roof cladding
 - - - - - pri infiltrácii – at infiltration

Hodnoty parciálnych tlakov a difúzneho odporu sú uvedené v tab. I – Values of vapour pressure and diffusion resistance are in Tab. I
 tlak pár – vapour pressure
 difúzny odpor – diffusion resistance

Prostredie typu A (obr. 1A) charakterizuje objekty pre chov a ustajnenie zvierat. Pri použití vzduchopriepustného plášťa s tepelnotechnickým režimom objektu, ktorý zaručuje počas celého zimného obdobia exfiltráciu vzduchu cez spodný strešný plášť do vzduchovej vrstvy, kondenzujú v zimnom období na vrchnom povrchu spodného plášťa vodné pary v obmedzenej miere.

Pri konštrukcii vzduchotesného, paropriepustného spodného plášťa kondenzujú vodné pary vo väčšom rozsahu. Dokumentujú to aj poruchy typových konštrukcií dvojplášťových stiech ustajňovacích objektov s náročným vnútorným prostredím typu A.

K najvyššej kondenzácii vodných pár dochádza pri infiltrácii studeného vzduchu cez spodný plášť. Pri nevhodne navrhnutom systéme podtlakového vetrania kondenzujú vo vzduchopriepustných stykoch dielcov

vzduchotesného podhľadu vodné pary intenzívne, a to vplyvom infiltrácie studeného vzduchu (Smutný, Varga, 1992). Teoretický výpočet potvrdzuje základnú príčinu havarijného stavu strešného plášťa na objektoch pre výkrm ošipovaných.

Prostredie typu B (obr. 1B) je charakteristické pre mokré prevádzky s vysokou teplotou vnútorného vzduchu (plavárne, práčovne, umývárne a plničky fliaš a pod.). Pri tomto type vnútorného prostredia kondenzujú vodné pary v spodnom plášti ako pri jeho vzduchopriepustnom, tak aj pri vzduchotesnom konštrukčnom zhotovení.

Z teoretickej analýzy vykonanej za stacionárnych atmosférických podmienok vyplýva, že v spodnom plášti sa zvyšuje kondenzácia vodných pár a hromadí sa kondenzát. Dokumentuje sa tým aj priama príčina pádu montovaného tepelnoizolačného podhľadu v krytých plavárňach z hmotnosti nahromadeného kondenzátu v tepelnoizolačnej vrstve z minerálnych vlákien.

Kondenzáciu vodných pár pri vzduchopriepustnom plášti vieme účinne eliminovať zvýšením vnútorného pretlaku vzduchu. Zvýši sa tým exfiltrácia vzduchu do vzduchovej vrstvy s následnými problémami zvýšenej kondenzácie vodných pár vo vzduchovej vrstve a na spodnom povrchu vrchného plášťa.

EXPERIMENTÁLNE MERANIA

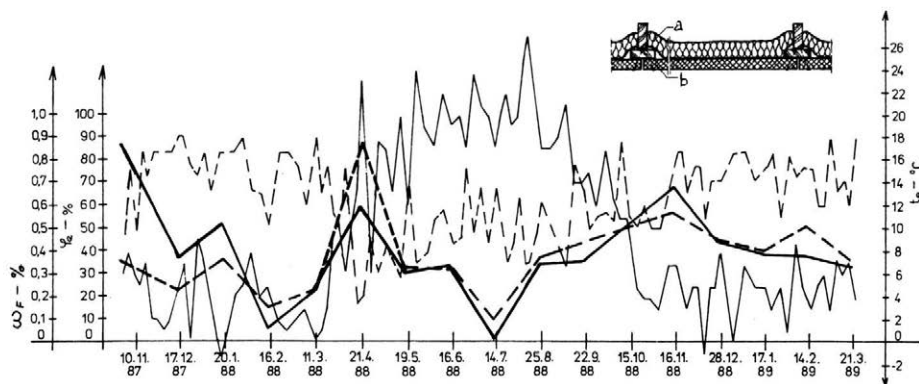
Deklarované teoretické závery priebehu vlhkostného režimu vzduchopriepustného strešného plášťa potvrdili výsledky z experimentálnych meraní v objektoch veľ-

kokapacitných tefatníkov so vzduchopriepustným spodným plášťom (Heerdegen, 1990).

U dvoch stajní bola rekonštruovaná dvojplášťová strecha a bol navrhnutý vzduchopriepustný spodný plášť. Tepelnú izoláciu tvorili rohože z minerálnej vlny o hrúbke 50 mm, uložené na nosnej vrstve z cementotrieskových dosák (obr. 2). V objekte I boli zo siedmych vetracích šachiet štyri (v dĺžke 42 m od štítu) uzatvorené, aby bola dokázateľná prevetrávací funkcia stropu. V stajni II boli všetky vetracie šachty ponechané funkčné. Vnútorné prostredie v experimentálnych objektoch zodpovedá parametrom vnútornej klímy typu A (obr. 1A).

V období od decembra 1987 až do apríla 1989 boli vykonané početné merania. Merané boli parametre vnútornej klímy (teplota, vlhkosť, rýchlosť prúdenia vzduchu a koncentrácia škodlivých plynov) a vlhkosť materiálu tepelnoizolačnej vrstvy, ako aj parametre vonkajšej klímy.

V mesačných intervaloch bola meraná hmotnostná vlhkosť minerálnej vlny. Na obr. 2 je zobrazený priebeh strednej hodnoty hmotnostnej vlhkosti materiálu. Minerálna vlna mala v čase zabudovania vlhkosť $\omega_F = 0,85\%$ v stajni I a $\omega_F = 0,35\%$ v stajni II. Po počiatčom poklese bol v apríli 1988 zaznamenaný nárast vlhkosti. V tomto období dosiahla hmotnostná vlhkosť hodnotu $\omega_F = 0,6\%$ v stajni I a $\omega_F = 0,9\%$ v stajni II. Výrazný pokles hmotnostnej vlhkosti na hodnoty $\omega_F = 0,05\%$ v stajni I a $\omega_F = 0,15\%$ v stajni II bol zaznamenaný v júli 1988. Všetky stredné hodnoty hmotnostnej vlhkosti minerálnej vlny boli počas merania pod hodnotou $\omega_F = 1,0\%$, čo posudzujeme ako hodnoty



2. Namerané hodnoty hmotnostnej vlhkosti minerálnej vlny v priebehu experimentu – Values of mass humidity of mineral wool measured during the experiment

— objekt I – hmotnostná vlhkosť minerálnej vlny ω_F – building I – mass humidity of the mineral wool ω_F
 - - - objekt II – hmotnostná vlhkosť minerálnej vlny ω_F – building II – mass humidity of the mineral wool ω_F
 — vonkajšia teplota vzduchu – temperature of outdoor air
 - - - vlhkosť vonkajšieho vzduchu – relative humidity of outdoor air
 experimentálny vzduchopriepustný plášť – experiment air-permeable roof cladding
 minerálna vlna, hrúbka 50 mm – mineral wool, thickness of 50 mm
 dosky HERAKLIT, hrúbka 35 mm – plates HERAKLITE, thickness of 35 mm

vyhovujúce. Priemerná hodnota hmotnostnej vlhkosti za sledované obdobie je pod hodnotou $\omega_F = 0,5 \%$.

ZÁVERY

Tepelnotechnický režim temperovaných objektov v zimnom období zabezpečuje trvalý pretlak vnútorného vzduchu a jeho exfiltráciu strešným plášťom. Rozdiel teplôt medzi vnútorným a vonkajším vzduchom je zárukou, že v spodnom vzduchopriepustnom plášti vodné pary nebudú kondenzovať, alebo dôjde len k obmedzenej povrchovej kondenzácii (obr. 1A). Dokumentujú to aj namerané hodnoty hmotnostnej vlhkosti v období december až február 1987 až 1989 (obr. 2).

Nárast hmotnostnej vlhkosti bol zaznamenaný v prechodnom období roka, kedy objekty neboli vetrané cez vzduchopriepustný strop, ale aj cez otvorené okná a dvere. Tým sa zmenili tlakové pomery a hmotnostná vlhkosť minerálnej vlny sa zvýšila z dôvodu možnej infiltrácie vzduchu a vyššej kondenzácie vodných pár. V prechodnom období, kedy rozdiely teplôt vonkajšieho a vnútorného vzduchu sú menšie, sa tiež znižuje exfiltrácia vzduchu, čím sa zvyšuje množstvo kondenzovaných pár.

Infiltrácii vzduchu cez spodný plášť v zimnom a prechodnom období, vyvolanej pretlakom vetra vo vzduchovej vrstve, sa dá zabrániť vhodnou aerodynamickou úpravou samočinného vetrania vzduchovej vrstvy dvojplášťovej strechy a vnútorných priestorov.

K infiltrácii vzduchu z titulu inverzie tlakov dochádza spravidla len v letnom období. Vtedy teplý vzduch prúdiaci zo vzduchovej vrstvy do objektu zabezpečuje intenzívne vysušovanie obmedzene kondenzovaných vodných pár v spodnom plášti, čo dokumentujú hodnoty vlhkosti minerálnej vlny namerané v letnom období. Pri vzduchotesnej konštrukcii strešného plášťa sa kondenzované vodné pary nemôžu odparovať prúdiacim vzduchom.

Dvojročné merania hmotnostnej vlhkosti minerálnej vlny experimentálne overili teoretické predpoklady priaznivej ročnej bilancie kondenzovaných a odparených vodných pár vo vzduchopriepustnom plášti v podmienkach mokrého vnútorného prostredia typu A. Potvrdila sa tým správnosť publikovaných teoretických záverov a nových postupov tepelnotechnického výpočtu vzduchopriepustného strešného plášťa dvojplášťovej strechy (Smutný, Varga, 1992; Smutný, 1994) tak, ako vyplynuli z riešenia výskumnej úlohy.

Výskumné centrum (Heerdegen, 1990) vykonalo merania parametrov vnútornej klímy a výmeny vzduchu v experimentálnych objektoch. Najlepšie výsledky boli vyhodnotené v objekte I s uzatvorenými šachtami a funkčným vzduchopriepustným plášťom. Pri meraniach pomocou dymových skúšok sa preukázala cirkulácia vzduchu vo všetkých zónach stajne a homogénne prevetrávanie strešným plášťom. Nameraná bola hodnota výmeny vzduchu $n = 8,7 \text{ h}^{-1}$.

Vzácné na tejto skutočnosti je, že teoretický a experimentálny výskum, ktorý prebiehal bez vzájomnej informovanosti súbežne u nás a v zahraničí, obojstranne a nezávisle potvrdil výsledky a závery publikované v časopisoch.

ODPORÚČANIA A DISKUSIA

Teoretické rozbor a merania vykonané na experimentálnych ustajňovacích objektoch preukázali funkčnosť vzduchopriepustnej dvojplášťovej strechy a vyvážený vlhkostný režim spodného plášťa. Koncepcia samočinného vetranej dvojplášťovej strechy s limitovane vzduchopriepustným spodným plášťom je vhodná pre objekty na ustajnenie a výkrm, pri ktorých:

- je teplota vnútorného vzduchu v zimnom období v rozmedzí $+16$ až $+20$ °C a relatívna vlhkosť vzduchu $\phi_i = 80 \%$ alebo nižšia;
- vo vnútorných priestoroch sa predpokladá aspoň čiastočná výmena vzduchu s jeho odvodom do vonkajšieho prostredia;
- navrhované nútené vetranie bude prevádzkované s pretlakom vzduchu;
- odvádzaný vzduch nebude mať výrazné korozívne účinky na materiály použité v konštrukcii strechy.

Pri návrhu konštrukcie vzduchopriepustnej dvojplášťovej strechy je potrebné rešpektovať podmienky pre jej tepelnotechnické posúdenie (Smutný, 1994). Tieto je možné vhodne upraviť podľa charakteru konštrukcie strechy, použitých materiálov a funkcie objektu.

Výhody zatepleného, limitne vzduchopriepustného strešného plášťa, oproti obvyklým vzduchotesným plášťom, pri vetraných dvojplášťových strechách:

- zjednodušuje sa konštrukcia montovaného spodného plášťa,
- znižujú sa materiálové náklady (o $15,15 \text{ DM/m}^2$) a prácnosť (o $0,36 \text{ h/m}^2$) (Heerdegen, 1990).

Zároveň sa odstránením alebo obmedzením kondenzácie vodných pár s preukázanou priaznivou ročnou bilanciou

- zlepšujú tepelnoizolačné vlastnosti zabudovaných materiálov,
- zvyšuje spoľahlivosť konštrukcie,
- predlžuje životnosť konštrukcie v podmienkach náročnej vnútornej klímy.

Aplikácia vzduchopriepustného strešného plášťa je vhodná ako pri rekonštrukciách existujúcich nevyhovujúcich striech, tak aj pre nové konštrukcie striech. Pri rekonštrukciách ich veľkou výhodou je možnosť znížiť hmotnosť rekonštruovaného spodného plášťa (zavesného podhľadu) pri zlepšení jeho tepelno-fyzikálnych parametrov.

Vzhľadom na priaznivý vlhkostný režim vzduchopriepustného plášťa je možné v jeho skladbe použiť aj nasiakavé tepelnoizolačné materiály charakteru druhotných surovín, ktoré svojou kapilárnou vzlinavosťou na-

vyššie ešte podporia odparovanie kondenzovaných vodných pár. Preto v skladbe tepelnoizolačných vrstiev vzduchopriepustného pláštá nachádza výhodné uplatnenie aj organická hmota, ako napríklad slamené alebo trstinové rohože, uskladnené objemové krmivo (seno) a pod.

Samočinne vetrané dvojplášťové strechy so vzduchopriepustným, tepelnoizolačným spodným plášťom nie sú vhodné nad priestormi s náročnou vnútornou klímou s vyššími teplotami (okolo +28 °C a relatívnou vlhkosťou vzduchu $\varphi_i = 85\%$). Dochádza u nich k zvýšenej kondenzácii vodných pár (obr. 1B) v každom režime ich prevádzky pri atmosférických podmienkach tlaku vzduchu.

Pri samočinne vetraných dvojplášťových strechách so vzduchopriepustným spodným plášťom ostáva problémovou a experimentálne neoverenou oblasťou analýza vlhkovstnej bilancie vzduchu vo vzduchovej vrstve. Pri posudzovaní vyváženej vlhkovstnej bilancie zmiešaného vzduchu má rozhodujúcu úlohu aerodynamika konštrukcie strechy pri samočinnom a náporovom prevetraní vzduchovej vrstvy.

Pre nasledujúce obdobie v oblasti výskumu predpokladáme overenie problémových oblastí a vypracovanie návrhu metodiky posudzovania vzduchopriepustných dvojplášťových striech v bežných podmienkach ich prevádzkovania.

POUŽITÉ SYMBOLY

t	– teplota vzduchu (°C)
t_i	– teplota vnútorného vzduchu (°C)
t_e	– teplota vonkajšieho vzduchu (°C)
t_s	– teplota rosného bodu (°C)
t_{Rx}	– teplota vzduchu vo vrstve x pri vzduchopriepustnom plášti (°C)
t_{ip}	– teplota vnútorného povrchu vzduchotesného pláštá (°C)

t_{pG}	– teplota vnútorného povrchu vzduchopriepustného pláštá (°C)
p_d	– parciálny tlak vodnej pary (Pa)
p_{di}	– parciálny tlak vodnej pary v interieri (Pa)
p_{de}	– parciálny tlak vodnej pary v exterieri (Pa)
p^*d	– parciálny tlak nasýtenej vodnej pary (Pa)
p^*_{di}	– parciálny tlak nasýtenej vodnej pary v interieri (Pa)
p^*_{de}	– parciálny tlak nasýtenej vodnej pary v exterieri (Pa)
φ	– relatívna vlhkosť vzduchu (%)
φ_i	– relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu (%)
φ_e	– relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu (%)
R_{dx}	– difúzny odpor vrstvy (10^{-9} m.s^{-1})
c	– merné teplo vzduchu ($\text{J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$)
q_m	– hustota hmotnostného toku vzduchu ($\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)
ω_F	– hmotnostná vlhkosť materiálu (%)
R_{Rx}	– tepelný odpor pre posudzované miesto pri infiltrácii $R_{Rx} = R_x + R_e$, pri exfiltrácii $R_{Rx} = R_x + R_i$
R_0	– celkový tepelný odpor $R_0 = R_i + R + R_e$
Δp	– rozdiel tlakov medzi vnútorným a vonkajším vzduchom (Pa)

LITERATÚRA

- HEERDEGEN, K.: Für Bauten der Tierproduktion. Bauzeitung (Berlin), 1986 (1): 40–41.
- HEERDEGEN, K.: Grossflächige Stallgebäude mit Zuluftdecke. Bauinformation Wissenschaft und Technik, 33, 1990 (1): 25–25.
- HOLLESCH, F. – SCHMIDT, W. – HEERDEGEN, K.: Aufwandsoptimierung von Stallgebäudehüllen in Pavillonbauweise. Bauzeitung (Berlin), 1990 (3): 134–137.
- SMUTNÝ, M.: Navrhovanie ľahkých striech objektov pre chov ošipných. Zeměd. Techn., 40, 1994 (4): 289–299.
- SMUTNÝ, M. – VARGA, J.: Vplyv obalových konštrukcií na mikroklimu v ustajňovacích objektoch. Zeměd. Techn., 38, 1992 (3): 145–152.
- ČSN 73 0544. Strechy.

Došlo 7. 10. 1996

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Milan S m u t n ý, CSc., Technická univerzita, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Slovenská republika, tel. 00421/95/625 17 71, fax: 00421/95/625 18 20

APLIKACE NÍZKOTLAKÝCH PNEUMATIK S PRŮBĚŽNOU REGULACÍ HUŠTĚNÍ KE SNÍŽENÍ ZÁTĚŽE LESNÍCH PŮD KOLOVOU TECHNIKOU

THE USE OF LOW-GROUND-PRESSURE TYRES WITH CONTINUOUS TYRE INFLATION REGULATION FOR REDUCING THE FOREST SOIL LOAD BY VEHICLE TYRES

R. Ulrich¹, A. Schlaghamerský²

¹ Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

² Fachhochschule Hildesheim- Holzmünden, Fachbereich Forstwirtschaft in Göttingen, Germany

ABSTRACT: The objective of the project is to give recommendations for the use of low-pressure tyres in logging operations. The increasing number of heavy machines in forests has been causing severe deformations of hauling and skidding roads. The damages caused by standard tyres are hard to accept. In the last years, low-pressure tyres of special design for harvesting and other logging operations under conditions of low soil-bearing capacity have been used particularly in the Federal Republic of Germany and in Scandinavia. The actual pressure of the tyres on the soil depends on the load, tyre inflation pressure and the soil bearing capacity and shearing stress conditions. Under the difficult forest conditions tyre sides are often punctured by wood residues or branches lying on the ground, especially when the tyre inflation pressure is low. To avoid these damages higher inflation pressure is used, e.g. 100–200 kPa. It is suitable, therefore, to change the tyre inflation pressure to adjust to favourable or unfavourable terrain conditions. Various devices have been developed for the adjustment of the inflation pressure either in the standing position or during the tractor operation. The first devices were developed for military and agricultural purposes. In collaboration with the Zetor tractor manufacturer, a new device has been developed for the adjustment of tyre inflation pressure either in standing position or during the tractor operation. In this developmental work, experience published in the reports of PTG-Pöggös & Tigges Co. and Mercedes Benz-MB TRAC was used. The principle of the device is illustrated in Fig. 2. The Zetor device (Fig. 3) consists of the following parts: compressor, measuring apparatus, manual or automatic equipment for changing the tyre inflation pressure, air pressure pipeline, tyre valve protective system. At present, it seems that this device can be used during the tractor driving both in the terrain and in the road. A new type of the compressor should be tested in order the time required for tyre inflation or tyre inflation pressure reduction could be shortened.

protection of soils and roads; new technology; compaction; preservation of forest biotop

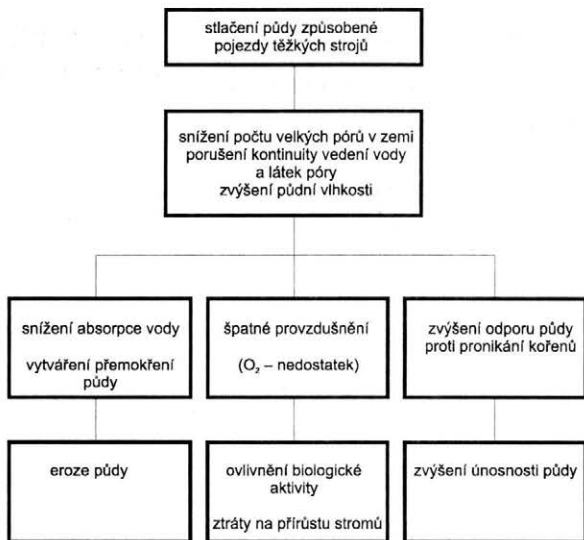
ABSTRAKT: Studie je dílčím výsledkem řešení grantového projektu „Měření únosnosti půdy na vyklizovacích linkách a způsoby zmírnění ekologických škod“ (registrační číslo GA ČR 5O4/94/O33). Kromě varianty, jak zvýšit únosnost podloží pomocí různých typů mobilních plastových rohoží, tento projekt systematicky zkoumá i variantu další, totiž aplikaci nízkotlakých pneumatik s možností regulace huštění během jízdy traktoru z místa řidiče.

ochrana půdy a cest; nová technika; zhutňování; zachování biotopu lesa

ÚVOD

Se stoupající mechanizací v lesním hospodářství, zvláště pak v těžebním procesu, vzrůstá obava ze snížení produktivity lesních půd pojižděním těžkých mechanizačních strojů. Jakýmkoliv pojižděním vozidel a strojů po porostu dochází ke strukturálním změnám půdy, které mají velké regenerační časové rozmezí

(Demko, 1995). Nejvíce jsou postiženy půdy jílovité za vlhkého až mokrého stavu (vodou nasycený stav). Výsledky výzkumů za posledních deset let ukázaly, že ani zavedení nízkotlakých širokých pneumatik plně nepřináší očekávané výsledky, tj. zamezení stlačení půdy a tím i neporušený půdní vodivý systém pro vzduch, vodu a živiny. Účinek pojezdu těžkých vozidel po lesní půdě stručně znázorňuje schéma:



Široké pneumatiky neméně poškozuji horní vrstvy půdy (zhruba do 10 cm) méně než pneumatiky normálního profilu (Bentheim, Matthias, 1993). Působení normálních a širokých pneumatik bylo uvedenými autory pozorováno a vyhodnoceno na dvou trasách s šestiletým odstupem. V mnoha zemích SRN je zakázáno pojíždět stroji po porostech, a to i za příznivých povětrnostních poměrů. Zde se názory odborníků částečně rozcházejí, někteří souhlasí s pojezdy strojů za příznivých povětrnostních podmínek a u půd s velkým podílem skeletu. Jsou známy i výsledky porovnávání, při kterých rozdíly v účinku stlačení půd mezi širokými a normálními pneumatikami nebyly velké (Hildebrand, 1983). Lux (1991) ve své práci konstatoval rozdílné působení normálních a širokých pneumatik, a to jak v jehličnatém, tak v listnatém porostu. Přestože nasazení širokých pneumatik je např. v SRN běžnou záležitostí, zůstává otázka hospodárního použití i nadále problematická, neboť jsou drahé a snadno se při nízkém tlaku poškodí, hlavně proražením vrstvy vláken na boku pneumatiky. To již nelze spravit a pneumatika se musí vyřadit. Široké pneumatiky, které z důvodu rizika poškození mají tlak vzduchu mezi 130 až 200 kPa, neplní však již ty předpoklady, pro které byly zakoupeny, totiž zvětšení dosedací plochy kola, a tím i snížení tlaku na půdu. V praxi se často stává, že se vytvářejí hluboké koleje (obr. 1), které se mohou změnit v erozivní rýhy, nebo mohou změnit přírůst okrajových stromů na linkách. Lze tedy očekávat, že v budoucnu omezením pojezdu strojů v porostu budou přibližovací cesty a linky zatíženy více, než tomu bylo dosud, a tím budou i více poškozovány. S ohledem na ekonomické nároky je třeba i tyto cesty chránit, budovat je s rozmyslem, popřípadě je zpevňovat nebo užívat takové stroje, které škody na cestách minimalizují.

PROBLEMATIKA NÍZKOTLAKÝCH PNEUMATIK U TĚŽKÝCH STROJŮ

Široké nízkotlaké pneumatiky se v porovnání s normálními pneumatikami vyznačují určitými výhodami:

- mají vyšší nosnost (větší počet nosných vrstev v pneumatice – deset a více),
- boční strany pneumatik dovolují valení pneu i při nízkém tlaku vzduchu,



1. Erozní rýhy způsobené pojezdem stroje na vyklizovací linii – Erosion grooves due to wheel traffic on logging line

- mají měnitelný tlak vzduchu (od 60 kPa výše),
- zvětšení dosedací plochy pneumatiky působí příznivě na horní vrstvu půdy, tj. humusu či travního pokryvu, takže ji hned neprolomí, tj. nedeformují, a nedochází k zatlačení profilu pneumatiky do půdy,
- široké profilové pneumatiky lépe tlumí nárazy na traktor při přejíždění nerovností terénu,
- snadněji překonávají překážky,
- méně stlačují půdu v důsledku zvětšení dotykové plochy,
- při jízdách po spádnicí zvyšují stabilitu traktoru,
- zmenšují prokluz, a tím snižují spotřebu pohonných hmot až o 40 % (Hofmann, 1986),
- mají větší životnost,
- příznivěji ergonomicky působí na řidiče v důsledku tlumení vibrací traktoru,
- snižují prokluz kol, zvláště u hydraulického náhonu pojezdového systému,
- mají lepší samočištění – půda nalepená na pneumatiku rychleji vysychá,
- umožňují zvýšit tažnou sílu traktoru až o 60 % (Hofmann, 1986).

Jako nevýhody lze uvést:

- omezení rejdu při obrácení traktoru ve směru jízdy,
- špatnou řiditelnost při jízdě napříč svahem,
- problematické nasazení za sněhu, námrazy a za vlhkého počasí na svahu, kdy pneumatiky občas „plavou“ na povrchu (zvláště bočně svahem),
- vysoké pořizovací náklady,
- značné opotřebení při jízdách na zpevněných cestách.

S ohledem na poškození a opotřebení nízkotlakých pneumatik je třeba tlak v pneumatikách v určitých mezích měnit: na pevných odvozních cestách musí být vyšší, v méně úrodném terénu pak nižší. Čím je tlak ve vzdušnici pneumatiky vyšší, tím je i nosnost vyšší a snižuje se nebezpečí, že bude porušen bok pneumatiky. Také jízdní vlastnosti strojů s pojezdovou rychlostí od 3 do 35 km.h⁻¹ se mění s tlakem vzduchu ve vzdušnici. Vyšší tlak způsobuje hlubší koleje, větší stlačení půdy a horší tlumení nárazů na vozidlo a tím

i na řidiče. Potíž je zatím jen ve způsobu, jak hospodárně měnit tlak vzduchu v pneumatikách, neboť každý prostoj zvyšuje provozní náklady stroje, hlavně pak u drahých, např. víceoperačních strojů. Výsledky pokusů s nízkotlakými pneumatikami poskytují tab. I a II.

DOTYKOVÁ PLOCHA PNEUMATIKY V ZÁVISLOSTI NA TLAKU VZDUCHU

L u x (1991) uvedl tyto údaje:

- vysokotlaká pneumatika Continental 14,9/80 – 24 AS,
- nízkotlaká pneumatika Nokia 600-55-26,5 12 PR.

Při měření byl použit traktor o celkové hmotnosti 7 490 kg, hmotnost se zátěží zadní nápravy byla 4 420 kg.

Z tab. I a II je zřejmé, jak velký vliv na dosedací plochu má tlak vzduchu ve vzdušnici při konstantních zatíženích traktoru.

Jelikož vývozní a přibližovací cesty velmi často obsahují úseky s minimální nosností podloží, vznikají při větším počtu přejezdů rozbahnělá místa, která se nakonec stávají pro traktory neprůjezdná. Tím je neprůjezdný i celý další úsek cesty. Aby se zamezilo vzniku hlubokých kolejí, měl by traktor mít možnost relativně rychle změnit tlak v pneumatikách, a tím bez problémů projet ohrožená místa. Také častá změna jízdy z vývozní či přibližovací cesty na odvozní cestu vyžaduje změnu tlaku vzduchu v pneumatikách.

Za současného stavu sezónních vývozních cest (svážnic), který je pro informaci uveden v tab. III, vyplývá, že průjezdnost těchto cest představuje v lesnickém provozu velmi aktuální problém.

Podle Zprávy o stavu lesního hospodářství České republiky, kterou v roce 1995 zpracoval Ústav pro hospodářskou úpravu lesů v Brandýse nad Labem, je v českých a moravských lesích 5 347 km vývozních cest, které je nutné dočasně zpevňovat, neboť jsou zejména na jaře a na podzim rozmoklé. Z tab. III je také patrné, že většina těchto provozně problematických svážnic je v jižních Čechách (3 486 km), ale

I. Dotykové plochy použitých pneumatik – Contact areas of used tyres

	Vysokotlaká pneumatika Continental ¹		Nízkotlaká pneumatika Nokia ⁵		
Tlak ¹ (kPa)	120	200	120	80	60
Plocha ² (cm ²)	2 123	1 786	2 177	2 300	2 812
Rozdíl ³ (%)	18,7	100	21,9	28,8	57,4

¹pressure, ²area, ³difference, ⁴high-pressure tyre Continental, ⁵low-pressure tyre Nokia

II. Dotykové plochy pneumatik Trelleborg – Contact areas of tyres Trelleborg

	Jednoduchá montáž ⁴	Dvojitá montáž ⁵	Nízkotlaká pneumatika Twin ⁶
Rozměry ¹	14,9–38/8	14,9–38/8	600–38/8
Zatížení nápravy ² (kg)	4 830	4 830	4 830
Tlak v pneumatice ³ (kPa)	180	110	90

¹dimensions, ²pressure of axle, ³tyre inflation pressure, ⁴simple assembly, ⁵double assembly, ⁶low-pressure tyre Twin

Vývážecí cesty ¹	Čechy					Morava		Celkem
	střední ⁵	jižní ⁶	západní ⁷	severní ⁸	východní ⁹	jižní	severní	
Vlastníků lesa ²	81,6	3 363,6	616,8	88,1	256,5	349,9	364,3	5 120,8
Veřejné a zemědělské ³	14,1	122,4	23,1	0,5	1,5	64,7	0,0	226,3
Celkem ⁴	95,7	3 486,0	639,9	88,6	258,0	414,6	364,3	5 347,1

¹slope roads, ²forest's owners, ³public and agricultural, ⁴total, ⁵medium, ⁶southern, ⁷western, ⁸northern, ⁹eastern

i v Čechách západních (639,8 km) a na jižní Moravě (414,7 km).

Aplikace nízkotlakých pneumatik s průběžnou regulací huštění je jednou z možností, jak sjízdnost svážnic udržet i na podmačených lokalitách bez protlačení hlubokých erozivních rýh.

Ke zlepšení průjezdnosti strojů byla vyvinuta dvě zařízení, která mění tlak v pneumatikách traktorů:

- zařízení ručně řízené za klidu traktoru, kdy kompresor dodává tlak, nebo se vzduch vypouští pomocí přidávacích hadic (např. zařízení fa PTG Pöggess & Tigges Neuss). Doba nahuštění pneumatiky ze 120 kPa na 220 kPa činila devět minut (B a c k h a u s, 1993);
- ručně řízená změna tlaku vzduchu přímo z kabiny řidiče, např. Agropneu, fa PTG. Huštění pneumatiky 16,9 R 24 s obsahem 286 l ze 160 na 240 kPa u všech čtyř kol trvalo zhruba dvě minuty (výkon kompresoru 390 l.min⁻¹).

PRŮBĚŽNÁ REGULACE HUŠTĚNÍ PNEUMATIK

Na vývoji spolupracovali konstruktéři továrny na traktory značky ZETOR a pracovníci Ústavu lesnické a dřevařské techniky Lesnické a dřevařské fakulty MZLU v Brně, kteří vzali v úvahu obdobná zařízení v zahraničí, např. v Holandsku fa Kurstjens a v SRN fa PTG Pöggess & Tigges a fa Mercedes Benz, kde toto zařízení bylo aplikováno pro traktory Unimog U 2100 A. V lesnickém provozu bylo zařízení firmy PTG-RDS-BOX pro změnu tlaku vzduchu v pneumatikách poprvé zkoušeno na lesním závodě a výukovém středisku ve Weilburgu (1 230 provozních hodin). Byl použit traktor MB TRAC o hmotnosti 6 720 kg. Tlak vzduchu byl zvyšován či snižován v rozsahu od 120 kPa do 220 kPa. Kromě pozitivních vlivů na průjezdnost traktorů byly konstatovány i nedostatky:

- uvolnění vzdušnice intenzivním valením pneumatiky (nesouměrné valení kola),
- uvolnění vzdušnice po natržení ventilu,
- utržení ventilu posunem vzdušnice na ráfku pneumatiky,
- vniknutí půdy, kamenů a větví mezi okraje ráfku a bok pneumatiky,
- zaklesnutí ventilu do boku pneumatiky.

Řidiči často uvádějí, že boky širokých pneumatik se poměrně snadno prorazí nebo natrhnou při přejíždění větví či ostrých kamenů. Pohyb nízkotlakých pneumatik na ráfku kola za jízdy je u nových typů ráfků již

vyřešen příčnými záchytkami (BLS-Bead-Lock-System).

S ohledem na dosavadní provozní zkušenosti bylo jako základní požadavek stanoveno řízení tlaku vzduchu v pneumatikách z kabiny řidiče. Originální konstrukční řešení vypracovalo vývojové oddělení firmy Zetor. První výsledky aplikace prototypu byly natolik uspokojivé, že princip řešení byl přijat a zařízení předáno do zkoušek v lesnické praxi. Zkušební testy provedl Ústav lesnické a dřevařské techniky FLD MZLU v Brně ve spolupráci s pracovníky závodu Zetor.

Konstrukce je tvořena:

- kompresorem,
- měřicím zařízením,
- ručním nebo automatickým zařízením na změnu tlaku vzduchu v pneumatikách,
- rozvodným systémem vedeným po konstrukci traktoru,
- ochranným systémem ventilů.

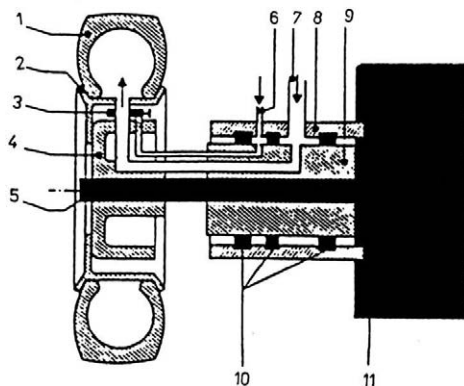
Princip řešení firmy PTG ze SRN je znázorněn na obr. 2. Řešení firmy Zetor je patrné z obr. 3.

REGISTRACE TLAKU NA PODLOŽÍ PŘI POJEZDU TRAKTORU

Během roku 1995 byl sestaven unikátní měřicí řetězec registrující tlak na podloží snímáný pružnými plastovými elementy tak, aby byl zachycen tlak pneumatiky při jízdě v celé šířce. Systém je naplněn tlakovým médiem. Tenzometrické snímače tlaku jsou vybaveny ohebnými přírady a přes jednobaný měřicí zesilovač a převodník se připojují na záznamník. K výzkumným účelům byl vypracován automatický systém pro chronologický záznam údajů snímání dat v časovém průběhu a jejich frekvenčním rozsahu, který současně tyto údaje vyhodnocuje (obr. 5).

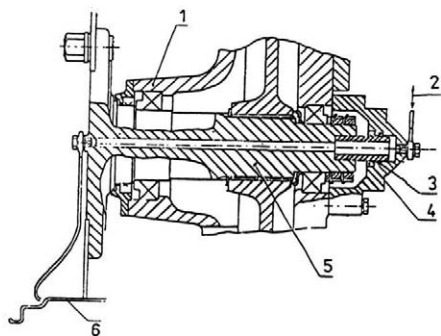
ZÁVĚR

Zavedením nízkotlakých širokých pneumatik se stlačení půdy pod koly strojů, které se pohybovaly v porostu, nevyloučilo zcela, ale v horních vrstvách půdy (zhruba do 10 cm) byly prokázány menší strukturální změny. Tlak kol je závislý především na jejich zatížení, na druhu pneumatik a jejich dezénu, na tlaku vzduchu v pneumatikách a na rychlosti pojezdu stroje. Je tedy vhodné tlak vzduchu v pneumatice měnit v závislosti



2. Konstrukční schéma zařízení RDS-BOX, fa PTG, pro změnu tlaku u traktorových pneumatik přes skříň náhonových kol (změna tlaku se provádí v klidové poloze traktoru) – Design of the device RDS-BOX, manufactured by PTG, for change in tyre inflation pressure of tractor through the box of driven wheels (change of pressure is done in standing position)

- 1 – pneumatika – tyre
- 2 – disk kola – wheel disc
- 3 – řídící ventil kola – control valve of wheel
- 4 – věnec kola – wheel ring
- 5 – náhonová hřídel – driven shaft
- 6 – vedení pro změnu tlaku – line for change of pressure
- 7 – vzduchotlaké vedení – air-pressure line
- 8 – stator – stator
- 9 – rotor – rotor
- 10 – těsnění – seal
- 11 – skříň nápravy – axle drive housing

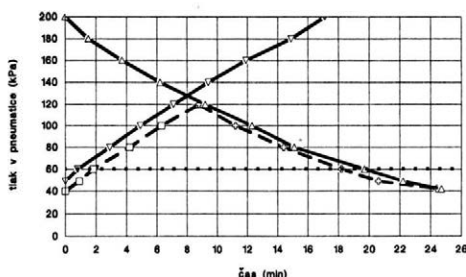


3. Konstrukční schéma kontinuální změny tlaku vzduchu v pneumatikách zadní nápravy traktoru ZETOR Horal 7245 – Design of the continuous line of change in air pressure in tyre of rear axle of the tractor ZETOR Horal 7145

- 1 – portal – portal
- 2 – přívod a odvod vzduchu – air inlet and outlet
- 3 – těsnění BUSAK + SHAMBAN O bar 04217-N 7366 – seal BUSAK + SHAMBAN O bar 04217-N 7366
- 4 – Gufero 28-40-7 NBR – Gufero 28-40-7 NBR
- 5 – hřídel kola – wheel shaft
- 6 – ráfek kola – wheel rim

4. Průběh změny tlaku v pneumatice Trelleborg Twin 421 při plnění a vypouštění (1 700 ot./min) – Time behaviour of change in inflation pressure in tyre Trelleborg Twin 421 during inflation and deflation (1,700 rpm)

Tlak v pneumatice ¹ (kPa)	Čas ² (min)			
	dohšťování pneumatiky do maximálního tlaku ³	vypouštění pneumatiky do minimálního tlaku ⁴	dohšťování pneumatiky	vypouštění pneumatiky
40		24,77	0,00	24,25
50	0,00	22,24	0,78	20,59
60	0,71	19,59	1,80	18,20
80	2,85	15,02	4,15	14,43
100	4,89	12,27	6,38	11,15
120	7,11	9,13	8,75	
140	9,37	6,16		
160	11,94	3,60		
180	14,95	1,45		
200	17,11	0,00		



¹tyre inflation pressure, ²time, ³pumping up of tyre to maximum pressure, ⁴blowing out of tyre to minimum pressure
hranice použitelného tlaku – limit of utilizable pressure

Poznámka:

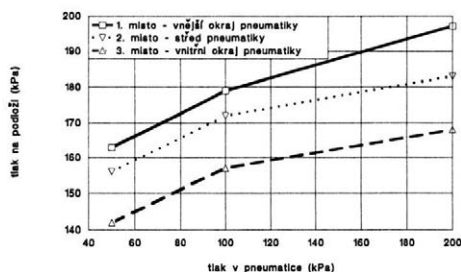
Z grafu je zřejmé, že čas potřebný ke změně tlaku v pneumatice, např. z 60 kPa na 200 kPa, činí cca 14 minut, což je dvojnásobně až čtyřnásobně delší než u podobných zařízení firmy PTG-Tigges & Pöges či Mercedes Benz. Zde je třeba dalším vývojem tyto časy zkrátit na cca 5 minut.

S časem plnění a vypouštění 14 minut je ekonomicky možné změnit tlak za směnu jen dvakrát (jízda v terénu 60 kPa–100 kPa a jízda na tvrdé vozovce 120 kPa–200 kPa).

na stavu podloží. Na lesních cestách musí být tlak vyšší, v terénu pak nižší. Proto je zapotřebí vybavit traktor či jiný těžký mechanizační prostředek zařízením, které by umožnilo řidiči průběžně a rychle reagovat na stav podloží regulací tlaku vzduchu v pneumatikách na optimální tlak při konstantním zatížení kol. Tím se doseďací plocha kola vhodně přizpůsobí terénním podmínkám.

5. Průběh maximálního tlaku pneumatiky při jezdě traktoru ZETOR Horal 7245 po vrstvě písku uložené do kovového rámu (1 000 x 2 000 mm) – Time behaviour of maximum tyre inflation pressure at wheel traffic of the tractor Zetor Horal 7245 on the layer of sand placed in metal frame (1,000 x 2,000)

Číslo měření ¹	Tlak v pneumatice ² (kPa)	Sonda ³					
		první ⁴		druhá ⁵		třetí ⁶	
		měření ⁷	průměr ⁸	měření	průměr	měření	průměr
02	50	163		156		142	
03	100	178	180	179	165	180	172
04	200	190	205	197	175	190	183
						163	173
						168	



¹measurement No., ²tyre inflation pressure, ³probe, ⁴first, ⁵second, ⁶third, ⁷measurement, ⁸average

1. – vnitřní okraj pneumatiky – inner side of tyre
2. – střed pneumatiky – centre of tyre
3. – vnější okraj pneumatiky – outer side of tyre

Poznámka:

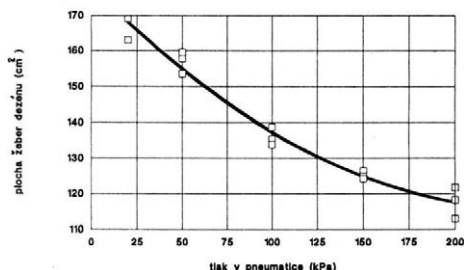
Byla měřena tři měřicí místa (10 cm mezi sebou vzdálená). Vrstva písku činila 160 mm. Tlak byl snímán tenzometrickým elektronickým přístrojem. Měření jasně prokázala změnu tlaku od středu pneumatiky k jejímu okraji, tudíž vliv na stlačení po celé dotykové ploše není stejný.

Obdobná zařízení byla zkonstruována pro potřeby zemědělství v Nizozemsku a SRN. Konstrukční principy těchto zařízení umožňují obsluhu změny tlaku v pneumatikách jak za klidového stavu, tak za pohybu traktoru. Výzkumní pracovníci firmy Zetor, známého výrobce traktorů používaných u nás i v zahraničí též v lesním hospodářství, vyvinuli nové zařízení na základě výzkumu GA ČR 504/94/033 zaměřeného na změnu tlaku v pneumatikách za jízdy traktoru.

Toto zařízení, skládající se z kompresoru, měřicího zařízení, ručního nebo automatického zařízení na změnu tlaku vzduchu v pneumatikách, rozvodného systému a ochranného systému ventilů, schematicky ukazuje obr. 3. Uvedená konstrukce byla testována ve spolupráci s Ústavem lesnické a dřevařské techniky Lesnické a dřevařské fakulty MZLU v Brně. Výsledky zkoušek znázorňují grafy na obr. 4 až 7. Na základě výsledků zkoušek lze zařízení doporučit pro praxi při omezeném počtu změn tlaku (terén, silnice), neboť čas potřebný

6. Otisk žeber dezénu nízkotlaké pneumatiky Trelleborg Twin 421 v závislosti na tlaku vzduchu v pneumatice – Impress of engraving ribs of the low-pressure tyre Trelleborg Twin 421 in dependence on tyre inflation pressure

Plocha číslo ¹	Tlak v pneumatice ² (kPa)	Měřené plochy ³ (cm ²)			Polohová odchylka ⁴
1	20	169,12	169,03	163,03	2,55
2	50	153,57	157,78	159,56	2,59
3	100	138,78	135,45	133,79	2,70
4	150	126,43	124,80	124,17	2,78
5	200	113,03	124,69	118,30	2,80



¹area No., ²tyre inflation pressure, ³measured areas, ⁴deviation of position

plocha žeber dezénu – area of engraving ribs
tlak v pneumatice – tyre inflation pressure

Regresní rovnice

$$y = 175,8 - 40,972x - 0,554x^2 + 3,282x^3$$

Index korelace = 0,989

Korelační poměr = 0,991

Poznámka:

Plocha žeber dezénu pneumatiky po zatlacení vozidlem byla planimetrocky měřena z fotografického snímku. Nízkotlaké pneumatiky Trelleborg Twin 421 byly provozně neopotebované.

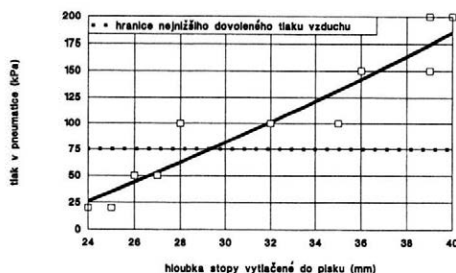
k plnění a vypouštění vzduchu je dvojnásobný až čtyřnásobný než u obdobných zahraničních výrobků. Praktickými zkouškami bylo ověřeno, že v nízkotlakých pneumatikách by tlak neměl klesnout pod 40 kPa. Normální tlak v nízkotlakých pneumatikách by se měl pohybovat v rozsahu od 60 do 100 kPa tak, aby pneumatika nebyla zbytečně vystavena poškození na boku propíchnutím nebo proražením kusu dřev či větví. Doporučuje se také doplnit zařízení výkonnějším kompresorem, což však musí odpovídat koncepci traktoru Zetor.

Aby se zajistilo snížení eroze lesní půdy způsobené jezdou těžkých strojů, je třeba zákonnými opatřeními určit maximální povolenou hloubku vyjetých kolejí 10 až 15 cm, obdobně jako v SRN.

Technologické a organizační změny, jejichž příkladem je i aplikace nízkotlakých pneumatik a průběžná regulace huštění, jsou vzhledem k jednoduché realizaci a finanční dostupnosti v současné situaci účinnou mož-

7. Závislost tlaku vzduchu v nízkotlaké pneumatice Trelleborg Twin 421 a hloubky stopy vytlačené dezénem ve vrstvě písku 160 mm vysoké – Dependence of tyre inflation pressure in low-pressure tyre Trelleborg Twin 421 and depth of track impressed by engraving in 160 mm layer of sand

Číslo měření ¹	Huštění ² (kPa)	Hloubka stopy ³			
		jednotlivá měření ⁴ (mm)		průměr ⁵	
07	20	24	25	24	24,3
08	50	26	27	26	26,3
09	100	32	28	35	31,7
10	150	39	39	36	38,0
11	200	39	40	40	39,7



¹measurement No., ²pumping, ³depth of track, ⁴individual measurements, ⁵average

tlak v pneumatice – pressure in tyre

l – hranice nejnižšího dovoleného tlaku vzduchu – borders of lowest permitted air pressure

Rovnice regresní křivky:

$$y = -1,438 + 0,053\,458x + 0,000\,722x^2$$

Index korelace = 0,959

Korelační poměr = 0,989

Poznámka:

Jak je z obr. 7 patrné, zvětšuje se hloubka otištěného žebra pneumatiky téměř lineárně. Jestliže při tlaku vzduchu v pneumatice 60 kPa je hloubka stopy žebér v písku 29 mm, potom při tlaku vzduchu v pneumatice 200 kPa činí hloubka 42 mm, tj. o 44,8 % více. To značí, že jen hloubka stop dezénu pneumatiky nemůže být sama měřítkem poškození půdy, tj. míry stlačení.

ností jak řešit aktuální ekologické problémy lesních půd, neboť systematické, konstrukční a technické změny jsou časově i finančně velmi náročné.

Další varianty zvýšení únosnosti podloží pomocí různých typů mobilních plastových rohoží systematicky řeší projekt GA ČR 504/94/033 (Ulrich, 1995).

Efektivní výběr navržených variant umožní respektovat předpisy zákona 289 ze dne 3. 11. 1995, zejména § 32 odst. 8. Vlastní lesa je totiž povinen dát přednost účinným technologiím šetřícím životní prostředí. Taky § 33 odst. 5 citovaného lesního zákona ukládá právnickým a fyzickým osobám zajišťujícím těžební práce dělat je takovým způsobem, který minimalizuje negativní dopady na lesní ekosystém v daném prostředí. Podle § 34 odst. 2 citovaného lesního zákona nesmí údržba přibližovacích linek a ostatních zařízení v lesích ohrozit stabilitu lesních porostů, zvyšovat nebezpečí eroze nebo nepřiměřeně poškozovat půdu a vodní režim v daném území. Relativně rychle působící organizační a technologická opatření spolu s legislativní podporou mohou bezprostředně výrazně ovlivnit regeneraci lesních půd.

LITERATURA

- BACKHAUS, G.: Reifendruckverstellanlagen und ihr Nutzen beim Forstmaschineninsatz. [Manuskript.] Hess. Forstamt Weilburg Versuchs- und Lehrbetrieb, 1993: 1–8.
- BENTHEIM, M. – MATTHIAS, D.: Bodenschäden im Wald durch den Einsatz von Forstmaschinen. Allg. Forstzeitschrift, 1993 (9): 448–451.
- DEMKO, J.: Regeneracia lesných pôd po zhutnení. Lesnictví-Forestry, 41, 1995 (11): 517–522.
- HILDEBRANDT, E. E.: Mechanisierte Holzernte und Bodenstruktur. Allg. Forstzeitschrift, 1983 (38): 1131–1141.
- HOFMANN, R.: Die Erfassung von Boden- und Wurzelschäden, hervorgerufen durch Befahrung von Waldbeständen. [Diplomarbeit.] Institut für Forstbenutzung, Univ. Freiburg 1986.
- LUX, P.: Beeinflussung der Bodenverformung durch Schleppereinfahrt, Luftdruck und Bodenfeuchte auf verschiedenen Standorten. [Diplomarbeit.] Fachhochschule Hildesheim – Holzmünden, Fachbereich Forstwirtschaft. Göttingen 1991: 1–41.
- ULRICH, R.: Měření únosnosti půdy na vyklizovacích linkách a způsoby zmírnění ekologických škod. [Závěrečná zpráva GA ČR: 504/94/033.] Brno 1995.

Došlo 8. 7. 1996

Kontaktní adresa:

Prof. Ing. Radomír Ulrich, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, Lesnická 37, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 40 98, fax: 05/45 21 14 22

**Nejčerstvější informace o časopiseckých člancích
poskytuje automatizovaný systém**

Current Contents

na disketách

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna odebírá časopis „**Current Contents**“ řadu „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ a řadu „**Life Sciences**“ na disketách. Řada „**Agriculture, Biology and Environmental Sciences**“ je od roku 1994 k dispozici i s abstrakty. Obě tyto řady vycházejí 52krát ročně a zahrnují všechny významné časopisy a pokračovací sborníky z uvedených oborů.

Uložení informací z **Current Contents** na disketách umožňuje nejrozmanitější referenční služby z prakticky nejčerstvějších literárních pramenů, neboť báze dat je **doplňována každý týden** a neprodleně expedována odběratelům. V systému si lze nejen prohlížet jednotlivá čísla **Current Contents**, ale po přesném nadefinování sledovaného profilu je možné adresně vyhledávat informace, tisknout je nebo kopírovat na disketu s možností dalšího zpracování na vlastním počítači. Systém umožňuje i tisk žádanek o separát apod. Kumulované vyhledávání v šesti číslech **Current Contents** najednou velice urychluje rešeršní práci.

Přístup k informacím Current Contents je umožněn dvojím způsobem:

- 1) **Zakázkový přístup** – po vyplnění příslušného zakázkového listu (objednávky) je vhodný především pro mimopražské zájemce.
Finanční podmínky: – použití PC – 15 Kč za každou započatou půlhodinu
– odborná obsluha – 10 Kč za 10 minut práce
– vytištění rešerše – 1 Kč za 1 stranu A4
– žadanky o separát – 1 Kč za 1 kus
– poštovné + režijní poplatek 15 %
- 2) **„Self-service“** – samoobslužná práce na osobním počítači v ÚZLK.
Finanční podmínky jsou obdobné. Vzhledem k tomu, že si uživatel zpracovává rešerši sám, je to maximálně úsporné. (Do kalkulace cen nezapočítáváme cenu programu a databáze **Current Contents**.)

V případě Vašeho zájmu o tyto služby se obraťte na adresu:

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna
Dr. Bartošová
Slezská 7
120 56 Praha 2
Tel.: 02/24 25 79 39, l. 520, fax: 02/24 25 39 38

Na této adrese obdržíte bližší informace a získáte formuláře pro objednávku zakázkové služby. V případě „self-servisu“ je vhodné se předem telefonicky objednat. V případě zájmu je možné si objednat i průběžné sledování profilu (cena se podle složitosti zadání pohybuje čtvrtletně kolem 100 až 150 Kč).

Oznamujeme čtenářům a autorům našeho časopisu,

že v návaznosti na časopis *Scientia agriculturae bohemoslovaca*, který až do roku 1992 vycházel v Ústavu vědeckotechnických informací Praha, vydává od roku 1994

Česká zemědělská univerzita v Praze

časopis

SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMICA

Časopis si zachovává původní koncepci reprezentace naší vědy (zemědělství, lesnictví, potravinářství) v zahraničí a jeho obsahem jsou původní vědecké práce uveřejňované v angličtině s rozšířenými souhrny v češtině.

Časopis je otevřen nejširší vědecké veřejnosti a redakční rada nabízí možnost publikace pracovníkům vysokých škol, výzkumných ústavů a dalších institucí vědecké základny.

Příspěvky do časopisu (v angličtině, popř. v češtině či slovenštině) posílejte na adresu:

**Česká zemědělská univerzita v Praze
Redakce časopisu *Scientia agriculturae bohemica*
165 21 Praha 6-Suchbát**

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF (tento formát je nejkvalitnější)

Prosíme, **nezasílejte** obrázky ve formátu **Harvard Graphics** ale vyexportované do nějakého z výše uvedených formátů.

Redakce časopisu

POKyny PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhůzů na řádku, mezi řádky dvojitě mezeru), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepuje se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhůzů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran komentovány výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvního autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keynotes, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telefon and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENT

Kubík L.: Fraktální dimenzia a základné vlastnosti pôdy – Fractal dimension and basic soil properties.....	81
Stoyanov S. T., Popova S. N.: Computer investigation of the fruit-tree free vibrations using finite element method – Vyšetřování vlastních kmitů ovocného stromu metodou konečných prvků	89
Skubisz G., Blahovec J.: A method for rapid quasi-static testing of the mechanical properties of plant stalks – Metoda rychlého kvazistatického testování mechanických vlastností rostlinných lodyh	93
Jech J., Ružbarský J.: Zhodnotenie pneumatického a mechanického výsevného ústrojenstva v prevádzkových podmienkach pri výseve cukrovej repy – Evaluation of pneumatic and mechanical drill mechanisms in working conditions of sugar beet drilling	99
Sloboda A.: Zber hrachu širokozábberovými žacími ústrojenstvami – Peas harvest by wide-engagement cutting equipments	105
Smutný M.: Vzduchopriepustné strechy pre ustajňovacie objekty – Air-permeable roofs for housing buildings	109
Ulrich R., Schlaghamerský A.: Aplikace nízkotlakých pneumatik s průběžnou regulací huštění ke snížení zátěže lesních půd kolovou technikou – The use of low-ground-pressure tyres with continuous tyre inflation regulation for reducing the forest soil load by vehicle tyres	115