

VĚDECKÝ ČASOPIS



# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

**7**

ROČNÍK 31 (LVIII)  
PRAHA  
ČERVENEC 1985  
CENA 10 Kčs  
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

**Vědecký časopis**

## **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA**

### **Rídí redakční rada**

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,  
ing. Vladimír Dufek, prof. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Fran-  
tišek Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan  
Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc.,  
ing. Bohumil Studeník, CSc., prof. ing. Vladimír Suchý,  
CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, DrSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,  
Praha 1985

■  
Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje  
studie, rozbor a vědecká pojednání o vyřešených úkolech  
výzkumu v oboru zemědělská technika. Vydává Českoslo-  
venská akademie zemědělská — Ústav vědeckotechnických  
informací pro zemědělství. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56  
Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné  
Kčs 120,—.

■  
Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзо-  
ры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по науч-  
ному исследованию в области сельскохозяйственной техники.  
Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Инсти-  
тут научно-технической информации по сельскому хозяйству. Вы-  
ход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■  
The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes  
studies, analyses and scientific treatises about the solved  
research tasks in the line of the agricultural mechanization.  
Published by the Czechoslovak Academy of Agriculture —  
Institute of Scientific and Technical Information for Agri-  
culture. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2,  
Slezská 7.

■  
Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNI-  
KA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche  
Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf  
dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der  
Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie — In-  
stitut für wissenschaftlich-technische Information der Land-  
wirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2,  
Slezská 7.

# SLEDOVANIE KVALITY PRÁCE MLÁŤACIEHO A SEPARAČNÉHO SYSTÉMU S ROZŠÍRENOU ZÓNOU SEPARÁCIE

J. Meleg, B. Procházka

---

MELEG, J. — PROCHÁZKA, B.: (Okresná poľnohospodárska správa, Nitra; Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Sledovanie kvality práce mláťacieho a separačného systému s rozšírenou zónou separácie*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 385 — 391.

V laboratórnych podmienkach sme na špeciálnom modeli mláťacieho a separačného systému s rozšírenou zónou separácie, ktorú predstavoval lištový dopravník, sledovali oddeľovanie vymláteného zrna s cieľom zistiť jeho vplyv na poškodenie zrna jarného jačmeňa. Na kvalitu separácie vplyva hlavne kinematický režim dopravníka a konštrukčné parametre systému. Poškodenie zrna je funkciou separačnej schopnosti dopravníka, meniacej sa s jeho dĺžkou.

mláťací mechanizmus; mláťací a separačný mechanizmus; kinematický režim; separácia zrna; poškodenie zrna

---

Na kvalitu práce pri výmlate obilia vplyvajú okrem fyzikálno-mechanických vlastností spracovávaného materiálu aj konštrukcia a kinematický režim mláťacieho a separačného systému. Osobitná pozornosť je venovaná oddeľovaniu — separácii vymláteného voľného zrna a jeho poškodzovaniu. Uvedenú problematiku sme sledovali na nami skonštruovanom špeciálnom modeli mláťacieho a separačného systému s rozšírenou zónou separácie, ktorú predstavoval lištový dopravník vložený medzi dva mláťacie mechanizmy.

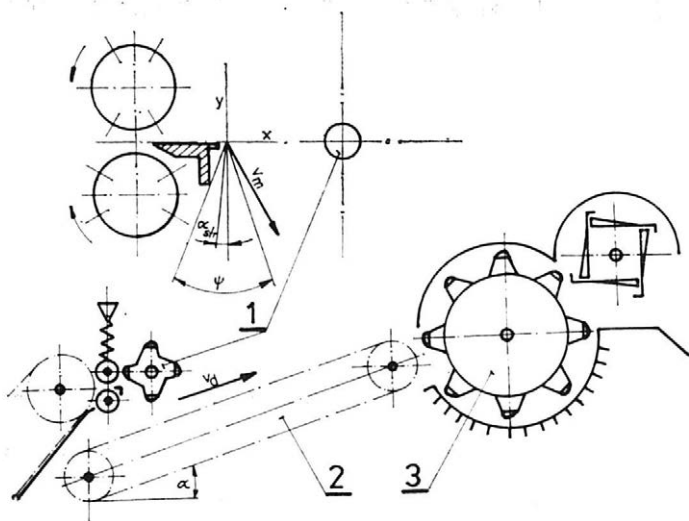
## MLÁŤACÍ A SEPARAČNÝ SYSTÉM

Model mláťacieho a separačného systému (obr. 1), zostrojený a odskúšaný na katedre mechanizácie rastlinnej výroby mechanizačnej fakulty Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre, pozostáva z mláťacieho mechanizmu (1) (vkladacie valce, mláťacia lišta, mláťací mlatkový bubon), lištového dopravníka (2) a mláťacieho a separačného mechanizmu (3).

Obilná hmota bola šikmým dopravníkom dopravovaná rýchlosťou  $4,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  medzi vkladacie valce, ktoré ju posúvali na mláťaciu lištu. Jej sklon  $\gamma$  môžeme meniť v rozsahu  $0,0 \div 0,35$  rad voči osi  $x$  (obr. 2).

Mláťací bubon uvoľňoval zrno z klasov úderom na obilnú hmotu na lište. Skúmali sme dva bubny o šírke 700 mm; prvý s priemerom 200 mm so štyrmi mlatkami pri otáčkach  $7,9 \div 55,7$  za sekundu, druhý o priemere 300 mm so šiestimi mlatkami pri otáčkach  $5,3 \div 36,9$  za sekundu. Sklon osi mlatiek  $\beta$  voči osi  $x$  sa pohyboval v rozsahu  $0,0 \div 0,78$  rad. Medzera medzi mláťacou lištou a mlatkami bubna  $\Delta$  sa menila v rozsahu  $4 \div 20$  mm (obr. 2).

Mlátili sme jarný jačmeň o vlhkosti zrna 16,2 % a slamy 16,5 %. Priechodnosť  $q_e$  sme regulovali v rozsahu  $4,3 \div 7,1 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$  obilnej hmoty.



1. Mláfací a separačný systém — Threshing-separation system

1 — mláfací mechanismus, 2 — lištový dopravník, 3 — mláfací a separačný mechanismus,  $v_d$  — rýchlosť dopravníka,  $v_m$  — rýchlosť obilnej hmoty,  $x, y$  — súradné osi,  $\alpha$  — sklon dopravníka,  $\alpha_{str}$  — odklon stredu vejára obilnej hmoty od osi  $y$ ,  $\psi$  — uhol vejára obilnej hmoty

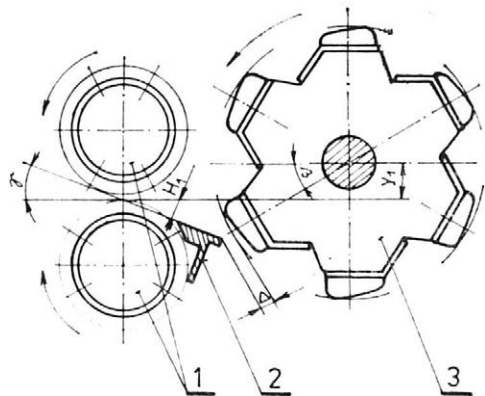
Obilná hmota vychádzajúca z mláfacie medzery rýchlosťou  $v_m$  vytvárala vejár o uhle  $\psi$ , pričom odklon stredu vejára od osi  $y$  sme označovali ako  $\alpha_{str}$  (obr. 1).

Lištový dopravník, ktorý slúži na separáciu voľného zrna a na dopravu vymlátenej obilnej hmoty do mláfacieho a separačného mechanismu, mal vzdialenosť medzi lištami  $t_n$  0,025; 0,05; 0,075 a 0,1 m, čo predstavovalo svetlú plochu preosievania  $\theta$  0,728; 0,828; 0,863 a 0,878. Dĺžku dopravníka  $L_d$  bolo možné regulovať v rozsahu 600 ÷ 1400 mm. Sklon dopravníka  $\alpha$  bol nastaviteľný v rozsahu 0 ÷ 25° a rýchlosť dopravníka  $v_d$  do 10 m.s<sup>-1</sup>.

Mláfací a separačný mechanismus (3), ktorý má za úlohu dokončiť výmlat a separovať zrno, predstavuje mláfací mechanismus obilného kombajna SK-5 so šírkou bubna 700 mm a s uhlom obopnutia bubna košom 2,54 rad.

Proces výmlatu a separácie prebiehal tak, že v prvom mechanizme sa zrno len výmlátilo, hrubý výmlatok bol rozdeľovaný dopravníkom a úplný výmlat zrna s ďalšou separáciou prebiehal v mláťacom a separačnom mechanizme. Ku konečnej separácii zrna dochádzalo na vytriasači.

Z danej konštrukcie je zrejmé, že k poškodeniu môže dôjsť len v prvom a treťom mechanizme. Poškodenie závisí od kinematického režimu mláfacích mechanizmov a od separačnej schopnosti dopravníka.



2. Mláfacia lišta a mlatky bubna — Threshing slat and rasp-bars

1 — vkladacie valce, 2 — mláfacia lišta, 3 — mláfací bubon,  $H_1$  — hrúbka obilnej vrstvy,  $y_1$  — vzdialenosť roviny mláfacie lišty pri jej nulovom sklone od horizontály mláfacieho bubna,  $\beta$  — uhol medzi horizontálou a polomerom mláfacieho bubna prechádzajúceho cez hranu mláfacie lišty,  $\gamma$  — uhol sklonu mláfacie lišty,  $\Delta$  — mláfacia medzera

Kinematický režim dopravníka  $k_s$  popisuje vztah (1) mezi rychlostou pohybu mlátené hmoty  $v_m$  a rychlostou dopravníka  $v_d$

$$k_s = \frac{v_d + v_m \cdot \sin \alpha_{str}}{v_m \cdot \cos \alpha_{str}} \quad (1)$$

kde:  $\alpha_{str}$  — uhol odklonu stredu prúdu mlátenej obilnej hmoty od osi  $y$

Z matematického opisu separácie uvedieme celkovú separáciu  $S$ , ktorá je súčtom separácie zrna dopravníkom  $S_2$  a separácie zrna druhým mláťacím a separačným mechanizmom  $S_3$ .

Zákonitosť separácie dopravníkom (2) je možné opísať rovnicou:

$$S_2 = A \cdot (1 - \delta_1) \cdot \Theta \cdot (1 - \sin \alpha) \cdot e^{-k_s} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{i!} \cdot k_s^i \quad (2)$$

Proces separácie zrna v mláťacom a separačnom mechanizme (3) má túto závislosť:

$$S_3 = A \cdot (1 - S_2 - \delta_2) \cdot (1 - e^{-\mu_s \cdot L_s}) \quad (3)$$

Celkovú separáciu zrna experimentálnym mláťacím a separačným systémom je možné opísať rovnicou

$$S = A \cdot \left\{ \left[ (1 - \delta_1) \cdot \Theta \cdot (1 - \sin \alpha) \cdot e^{-k_s} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{i!} \cdot k_s^i \right] + \right. \\ \left. + [(1 - S_2 - \delta_2) \cdot (1 - e^{-\mu_s \cdot L_s})] \right\} \quad (4)$$

Poškodenie zrna závisí od počtu úderov o kovový povrch konštrukcie mláťacích mechanizmov. Vychádzajúc zo skorších prác autorov (Klenin, 1976; Meleg, 1978) môžeme poškodenie zrna  $z$  vplyvom konštrukcie a kinematiky mláťacieho a separačného systému opísať rovnicou

$$z = A \cdot z_1 + (A - S_2) \cdot z_3 \quad (5)$$

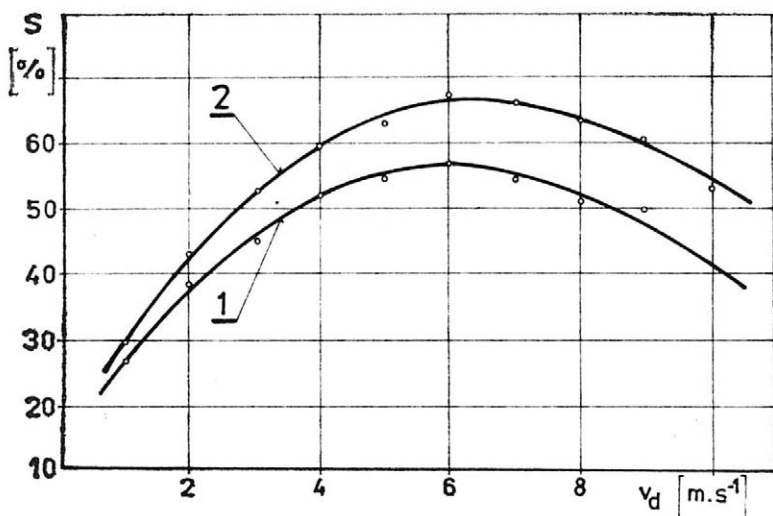
Keď dosadíme závislosť separácie dopravníkom  $S_2$  do rovnice (5), dostaneme celkové poškodenie zrna  $z$

$$z = A \cdot \left\{ z_1 + z_3 \cdot \left[ 1 - (1 - \delta_1) \cdot \Theta \cdot (1 - \sin \alpha) \cdot e^{-k_s} \cdot \sum_{i=1}^{12} \frac{1}{i!} \cdot k_s^i \right] \right\} \quad (6)$$

Kvalitu práce sme hodnotili podľa metodiky v zmysle ČSN 46 1011, upravenej na našom pracovisku. Jednotlivé merania sme opakovali trikrát a spracovali sme ich na počítači EC 1030.

## VÝSLEDKY

Matematické spracovanie experimentálnych výsledkov dokázalo, že separácia zrna sa mení v závislosti od konštrukčných parametrov a od kinematiky mláťacieho a separačného systému. Zmena separácie v závislosti od rýchlosti pohybu dopravníka je znázornená na obr. 3. Zmenou rýchlosti  $v_d$  sa mení aj intenzita separácie. Zvyšovanie rýchlosti



3. Zmena separácie zrna jačmeňa v mláťacom a separačnom systéme v závislosti od rýchlosti pohybu dopravníka  $v_d$  — Change of barley grain separation in the thrashing-separation system in relation to the speed of conveyor movement  $v_d$

1 — vzdialenosť líst dopravníka  $t_n = 0,025$  m, 2 — vzdialenosť líst dopravníka  $t_n = 0,1$  m,  $q_e = 5,7$  kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>,  $v_m = 2,2$  m.s<sup>-1</sup>,  $\alpha = 0$  rad,  $\alpha_{str} = 0,008$  rad

$v_d$  do oblasti 6 m.s<sup>-1</sup> zvyšuje množstvo odseparovaného zrna. Tak napr. zvýšením rýchlosti  $v_d$  z 1 m.s<sup>-1</sup> na 6 m.s<sup>-1</sup> ( $t_n = 0,1$  m) vzrástla celková separácia z 29 % na 66 %, ďalšie zvyšovanie rýchlosti do 10 m.s<sup>-1</sup> spôsobí zníženie separácie zo 66 % na 55 %.

Tento jav môžeme vysvetliť takto: Zvýšením rýchlosti  $v_d$  sa zmenšuje hrúbka vrstvy slamy na dopravníku, v dôsledku čoho separácia prebieha intenzívnejšie. Ďalšie zvýšenie rýchlosti  $v_d$  spôsobí značné zmenšenie doby pobytu výmlatku na povrchu dopravníka, a tým sa intenzita separácie znižuje.

Ak nepočítame s odporom vzduchu, môžeme predpokladať, že trajektória hmotných častíc vychádzajúcich z mláťacieho priestoru, ich rýchlosť a smer pohybu sú hodnoty stále a nemenia sa. Tento predpoklad vychádza z predchádzajúcich prác (Klenin, 1976; Meleg, 1978).

Zmena smeru pohybu výmlatku ( $\alpha_{str}$ ) prichádzajúceho na dopravník spôsobuje zmenu miesta dotyku častíc hmoty s dopravníkom, v dôsledku čoho sa mení využívaná dĺžka dopravníka, čo spôsobuje zmenu jeho separačnej schopnosti. Vplyv smeru pohybu hmoty  $\alpha_{str}$  na intenzitu separácie zrna (obr. 4) ukazuje, že s rastom uhla  $\alpha_{str}$  sa absolútna intenzita separácie pri rôznych rýchlostiach mlátenej hmoty mení rôzne. Pri zvýšení  $\alpha_{str}$  z 0 na 0,748 radiánov (rýchlosť obilnej hmoty  $v_m = 1$  m.s<sup>-1</sup>) intenzita separácie zrna klesá z 85 % na 57 %. Pri vyšších rýchlostiach hmotných častíc má zmena  $\alpha_{str}$  v danom rozsahu menší vplyv na separáciu. Tak napr. pri  $v_m = 2$  m.s<sup>-1</sup> sa separácia zrna menila v rozsahu 4 %.

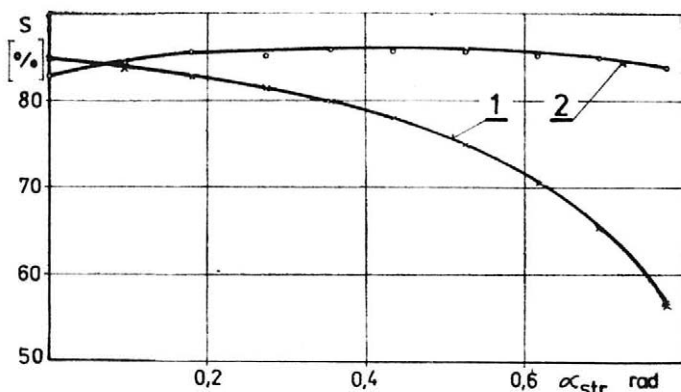
Zákonitosť týchto zmien je preukaznejšia pri separácii zrna v závislosti od smeru pohybu častíc výmlatu pri rôznych rýchlostiach dopravníka  $v_d$  (obr. 5). Charakter závislosti je v podstate rovnaký, zo začiatku s rastom  $\alpha_{str}$  sa separácia zrna zvyšuje podľa rýchlosti, potom pri určitom uhle  $\alpha_{str}$  klesá.

Posuv maxima kriviek (obr. 5) je spôsobený rôznym kinematickým účinkom  $k_s$ . Pri rovnakom smere pohybu častíc nie je veľkosť  $k_s$  konštantná, ale mení sa so zmenou rýchlosti  $v_d$  a  $v_m$ .

Analýza dosiahnutých výsledkov ukazuje, že zväčšenie aktívnej dĺžky dopravníka vyvoláva zväčšenie separačnej schopnosti systému a tým spôsobuje zmenšenie poškodenia zrna (obr. 6). V súvislosti s jeho separačnou schopnosťou možno prijať záver, že dopravník navrhutej dĺžky (1200 mm) je schopný odseparovať 80 ÷ 90 % voľných zŕn pri poškodení  $z_1 = 0,28 \div 0,42$  %.

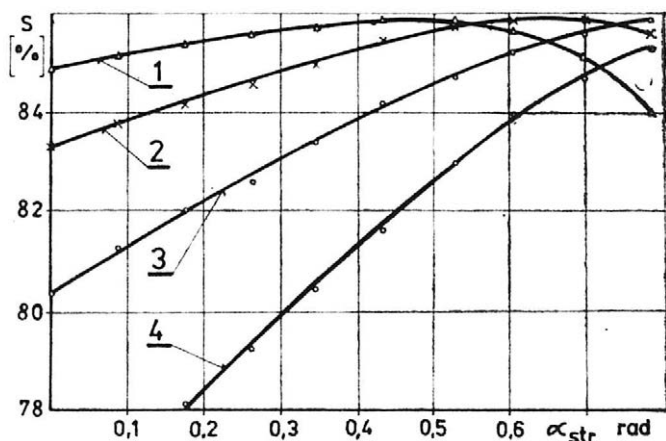
4. Vplyv smeru pohybu stredu obilnej hmoty  $\alpha_{str}$  na separáciu pri jej rozličnej rýchlosti — The relation between the movement direction of the centre of threshed material  $\alpha_{str}$  and the separation at different speed

1 —  $v_m = 1 \text{ m.s}^{-1}$ ,  
2 —  $v_m = 2 \text{ m.s}^{-1}$ ,  
 $v_d = 6 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $q_e = 5,7 \text{ kg.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ ,  $\alpha = 0 \text{ rad}$ ,  $t_n = 0,1 \text{ m}$



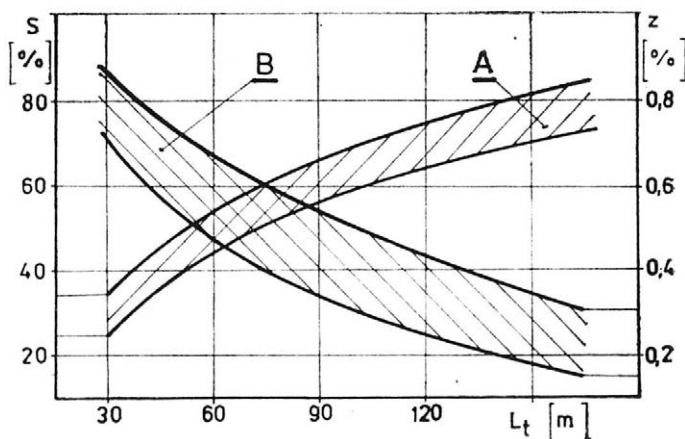
5. Závislosť separácie zrna od smeru pohybu stredu obilnej hmoty pri rozličnej rýchlosti dopravníka — The relation between the grain separation and the movement direction of the centre of threshed material at different speed of conveyor

1 —  $v_d = 7 \text{ m.s}^{-1}$ , 2 —  $v_d = 6 \text{ m.s}^{-1}$ , 3 —  $v_d = 5 \text{ m.s}^{-1}$ , 4 —  $v_d = 4 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $v_m = 2 \text{ m.s}^{-1}$ ,  $q_e = 6,7 \text{ kg.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$



6. Vzťah separácie a poškodenia zrna v závislosti od dĺžky dopravníka — Relation between the separation and grain damage in dependence on the length of conveyor

A — oblasť rozptylu separácie zrna, B — oblasť rozptylu poškodenia zrna,  $q_e = 5,7 \text{ kg.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ ,  $t_n = 0,025 \text{ m}$



Dosiahnuté výsledky umožňujú konštatovať, že poškodenie zrna sa mení v závislosti od separačnej schopnosti dopravníka.

## ZÁVER

Rozpracovaný model konštrukcie mláťacieho a separačného systému potvrdzuje jeho predpokladaný vplyv na kvalitatívne ukazovatele zrna ako konečného produktu výmlatu, získaného metódou modelovania procesu výmlatu a separácie.

Proces separácie v sledovanom mláťacom a separačnom systéme je opísaný podľa zákona Poissonovho rozloženia. Na intenzitu separácie vplyva hlavne kinematický režim dopravníka a konštrukčné parametre systému. Poškodenie zrna je funkciou separačnej schopnosti dopravníka meniacej sa s jeho dĺžkou, pričom z pozorovaní vyplynulo, že optimálna dĺžka je  $1 \div 1,2$  m.

## Použité označenia

|            |                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------|
| $A$        | — celková hmotnosť zrna vchádzajúceho do mláťacieho mechanizmu          |
| $MM$       | — mláťací mechanizmus                                                   |
| $MSM$      | — mláťací a separačný mechanizmus                                       |
| $L_t$      | — dĺžka dopravníka                                                      |
| $L_3$      | — dĺžka koša druhého mláťacieho a separačného mechanizmu                |
| $e$        | — prirodzený logaritmus                                                 |
| $i$        | — počet odberných miest                                                 |
| $z$        | — celkové poškodenie zrna mláťacím a separačným systémom                |
| $z_1$      | — poškodenie zrna mláťacím mechanizmom                                  |
| $z_3$      | — poškodenie zrna mláťacím a separačným mechanizmom                     |
| $\alpha$   | — sklon dopravníka                                                      |
| $\delta_1$ | — nedomlatok prvým mláťacím mechanizmom                                 |
| $\delta_2$ | — nedomlatok druhým mláťacím mechanizmom                                |
| $\mu_3$    | — súčiniteľ separácie košom druhého mláťacieho a separačného mechanizmu |
| $\Theta$   | — svetlá plocha dopravníka                                              |

## Literatúra

ČSN 46 1011. Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin. 1973.

KLENIN, N. I.: Issledovaniye vymolota i separacii zerna. Doktorská dizertačná práca. MIISP, Moskva 1976.

MELEG, J.: Issledovaniye obmolota i separacii jačmenja dvuchbarabannym molo-tilnym ustrojstvom s rassirenoj zonoj separacii. Kandidátska dizertačná práca. MIISP Moskva, 1978.

Došlo dňa 29. 11. 1984

МЕЛЕГ, Я. — ПРОХАЗКА, Б. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Изучение качества работы молотильно-сепарационной системы с расширенной зоной сепарации. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 385-391.

В лабораторных условиях на специальной установке молотильно-сепарационной системы с расширенной зоной сепарации, представленной планчатым транспортером, нами наблюдалось отделение обмолоченного зерна с целью установления его влияния на повреждение зерна ярового ячменя. На качество сепарации главным образом влияет кинематический режим транспортера и конструктивные параметры системы. Повреждению зерна представляет собой функцию сепарационной способности транспортера, изменяющейся с его длиной.

молотильное устройство; молотильно-сепарационное устройство; кинематический режим; сепарация зерна; повреждение зерна

MELEG, J. — PROCHÁZKA, B. (University of Agriculture, Nitra): *Observing the Quality of Work of the Thrashing-Separation System with Extended Separation Zone*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 385-391.

In laboratory conditions on a special model of the thrashing-separation system with extended separation zone represented by slatted conveyor, separation of the thrashed grain was observed with the aim of finding out its effect on the damage of spring barley grain. Separation performance is affected mainly by the kinematic regime of the conveyor and construction parameters of the system. Damage of grain is a function of the separation capacity of the conveyor which is changed according to its length.

thrashing mechanism; thrashing-separation mechanism; kinematic regime; grain separation; damage of grain

MELEG, J. — PROCHÁZKA, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Untersuchung der Arbeitsqualität des Drescher-Separationssystems mit erweiterter Separationszone*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 385-391.

Unter Laborbedingungen untersuchten wir an einem speziellen Modell des Drescher-Separationssystems mit erweiterter Separationszone, die durch einen Lattenförderer dargestellt wurde, die Separation des ausgedroschenen Korns, mit dem Ziel, den Einfluß dieses Systems auf die Beschädigung der Körner bei der Sommergerste zu ermitteln. Das Separationsausmaß wird insbesondere durch das kinetische Regime des Förderers und die Konstruktionsparameter des Systems beeinflusst. Die Beschädigung des Korns ergibt sich als Funktion der mit seiner Länge sich ändernden Separationsfähigkeit des Förderers.

Dreschmechanismus; Drescher-Separationsmechanismus; kinetische Regime; Separation des Korns; Beschädigung der Körner

---

#### Adresy autorov:

Ing. Ján Meleg, CSc., Okresná poľnohospodárska správa, Leninova tr. 88, 949 01 Nitra

Prof. ing. Bohumil Procházka, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, katedra mechanizácie rastlinnej výroby, 949 76 Nitra

## Výběr z nových přírůstků

### Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

#### z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtky od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

GUARNIERI, A.

C 25.993/160

#### **Posto di guida ed ergonomia.**

Bologna, Università Inst. di meccanica agraria 1982. S. 43-50, obr., tab. Estr. da Macchine e motori agricoli, Anno XL n. 5, 1982. (Traktorové sedačky — ergonomický výzkum — Itálie)

#### **Remont avtotraktornogo elektrooborudovaniya.**

D 75.555

Moskva, Kolos 1983. 255 s., obr., tab. (Elektrická výzbroj — automobily a traktory — učebnice — ZŠ technické — SSSR)

SCHULZ, H.

D 75.713

#### **Landwirtschaftliche Fahrzeuge und Krane.**

Berlin, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag 1984. 238 s., obr., tab. (Vozidla motorová — traktory, jeřáby, zemědělské stroje — příručka)

C 21.892

#### **Feria técnica internacional de la maquinaria agrícola de Zaragoza, España.**

Zaragoza, FIMA. 4. (1970). 29 s., obr., tab. 6. (1972). 13 s., obr., tab. 18. (1984). 90 s. (Zaragoza — výstava zemědělských strojů — mezinárodní)

#### **Overzicht verschenen bulletins merkenonderzoek.**

D 67.902

Wageningen, IMAG. Bulletin. 701. 1977. 20. s. 825. 1979. 31 s. 933. (1983). 34 s. (Zkušební zemědělských strojů — Holandsko — testy — seznamy)

# MECHANICKÉ VLASTNOSTI DUŽNIN ZELENINY

J. Blahovec, K. Patočka, B. Míča

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — MÍČA, B. (Vysoká škola zemědělská, Praha; Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Havlíčkův Brod): *Mechanické vlastnosti dužnin zeleniny*. Zeměd. Techn., 31, 1987 (7): 393–410.

Práce soustřeďuje a hodnotí výsledky testování mechanických vlastností dužnin zeleniny (brambory, ředkvička, mrkev a salátová řepa) v roce 1983. Byly použity různé testy: smyk, penetrace, prostý tlak s měřením konduktivity. Byla věnována pozornost Poissonovu poměru a souvislostem mezi veličinami získanými z různých testů. Z experimentů plyne vzájemná zastupitelnost výsledků různých testů. Na experimentálních výsledcích je demonstrován velký význam obsahu vlákniny a velikosti buněk v dužnině. Diskuse se zabývá úlohou mezibuněčných prostorů v dužnině pro transport buněčných šťáv.

brambory; ředkvička; mrkev; salátová řepa; pevnost; obsah vlákniny; velikost buněk; Poissonův poměr; konduktivita

Pojem dužnina používáme v této práci v zobecněném smyslu pro šťavnatá pletiva ovoce a zeleniny. Šťavnatost těchto pletiv je základem pro jejich konzumní kvalitu, ale také pro snadné mechanické poškození v průběhu sklizně a zpracování. V předchozí práci (Blahovec aj., 1984a) jsme ukázali, že mechanické vlastnosti dužnin zeleniny souvisí s jejich konduktivitou a s pohybem šťáv mezibuněčnými prostory. V další práci (Blahovec aj., 1984b) bylo poukázáno na to, že odolnost proti mechanickému poškození hlíz brambor (jako zeleninové dužniny) není vyčerpávajícím způsobem určena jejich pevností.

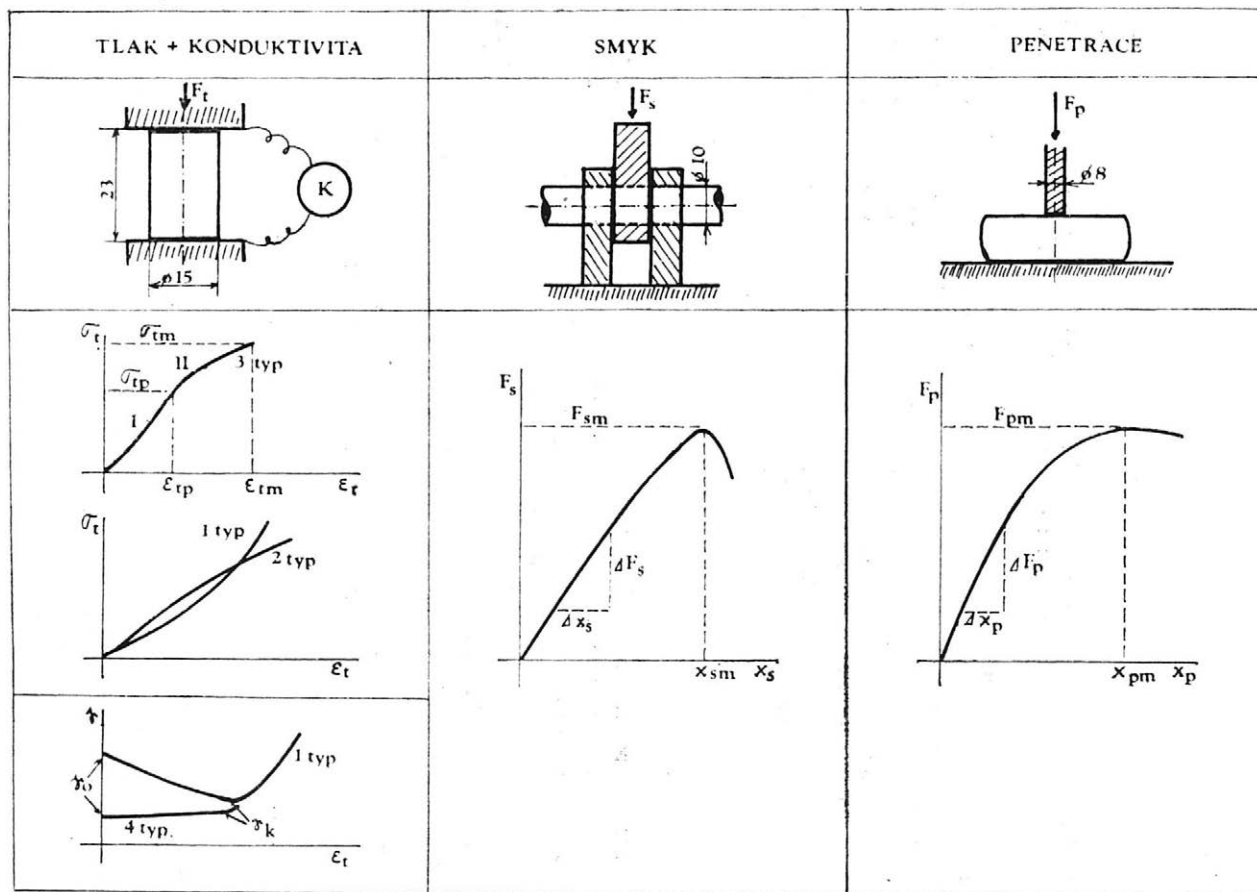
Tato práce je zaměřena na zdokonalení experimentální metodiky tlakových testů a na analýzu výsledků v celém komplexu s ohledem na strukturní prvky dužnin.

## MATERIÁL A METODA

Experimentální materiál tvořily hlízy brambor odrůd 'Resy', 'Karin', 'Boubín', 'Oreb' a kříženců značených HR 32 a HR 24 (od roku 1984 povolená odrůda pod názvem 'Zvíkov'), pěstované v roce 1983 na pozemcích Výzkumného a šlechtitelského ústavu bramborářského v Havlíčkově Brodě, stanice Valečov, při základní agrotechnice a dávkách hnojiv. Po krátkodobém skladování byly brambory převezeny do Prahy, kde v období asi 14 dní po sklizni probíhalo vlastní měření. Ředkvička, mrkev a salátová řepa byly pěstovány na pokusných pozemcích VŠZ v Praze-Tróji a jejich proměřování bylo realizováno do tří dnů po sklizni.

Vzorky byly připravovány ze středů sledovaných hlíz a kořenů s osou vzorku ve směru jejich podélné osy. Vzorky byly vyříznuty korkovrtem (u deformace tlakem —  $\varnothing$  15 mm, u deformace smykem —  $\varnothing$  10 mm) a v případě tlakového testu byly ve speciálním přípravku seříznuty čelní plochy na délku vzorku 23 mm. Pro penetrační test byla z produktu seříznuta deska kolmá na jeho podélnou osu o tloušťce  $\sim$  30 mm. Válec byl vtačován ve středu seříznuté plochy. Schéma testů je uvedeno na obr. 1.

Tlakový test byl prováděn se speciálním přípravkem zabezpečujícím neustálou rovnoběžnost ploch, mezi nimiž byl vzorek stlačován. Dosedací destičky přípravku byly zhotoveny z poniklované



1. Schematické znázornění způsobů testování — A diagram of the methods of testing

| Plodina                   | Odrůda            | Kód | Datum měření | Obsah sušiny % | Obsah vlákniny v sušině % | $\frac{n_2}{\text{mm}^{-2}}$<br>(+) | Počet vzorků |      |           |
|---------------------------|-------------------|-----|--------------|----------------|---------------------------|-------------------------------------|--------------|------|-----------|
|                           |                   |     |              |                |                           |                                     | tlak<br>(++) | smyk | penetrace |
| Brambory                  | Resy              | 1.1 | 29. 9. 83    | 18,4           | 2,21                      | 68,9                                | A 10<br>B 18 | 30   | 30        |
|                           | Karin             | 1.2 | 29. 9. 83    | 17,9           | 1,96                      | 95,7                                | A 10<br>B 20 | 30   | 30        |
|                           | Boubín            | 1.3 | 21. 10. 83   | 30,5           | 1,58                      | 78,8                                | A 10<br>B 20 | 30   | 30        |
|                           | Oreb              | 1.4 | 24. 10. 83   | 26,0           | 1,20                      | 53,3                                | A 10<br>B 20 | 30   | 30        |
|                           | HR 32             | 1.5 | 24. 10. 83   | 24,4           | 1,46                      | —                                   | —            | 30   | 30        |
|                           | HR 42             | 1.6 | 24. 10. 83   | 30,0           | 1,27                      | —                                   | —            | 30   | 30        |
| Ředkvička                 | Duo               | 2.1 | 11. 5. 83    | 3,0            | 3,94                      | 41,5                                | A 10<br>B 15 | 30   | 30        |
|                           | Saxa              | 2.2 | 11. 5. 83    | 3,0            | 2,94                      | —                                   | —            | 30   | 30        |
| Mrkev                     | Karotina          | 3.1 | 21. 10. 83   | 19,3           | 5,30                      | —                                   | —            | 30   | 30        |
|                           | Rubína            | 3.2 | 21. 10. 83   | 22,7           | 4,99                      | —                                   | —            | 30   | 30        |
|                           | Nantézská         | 3.3 | 21. 10. 83   | 16,0           | 4,70                      | 179,8                               | A 10<br>B 20 | 30   | 30        |
| Řepa<br>salátová<br>(+++) | Červená<br>kulatá | 4.1 | 20. 10. 83   | 20,4           | —                         | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.2 | 20. 10. 83   | 16,2           | 4,41                      | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.3 | 20. 10. 83   | 19,8           | 4,40                      | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           | Betina            | 4.4 | 27. 10. 83   | 21,9           | 5,05                      | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.5 | 27. 10. 83   | 24,3           | 4,14                      | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.6 | 27. 10. 83   | 17,4           | —                         | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.7 | 27. 10. 83   | 17,4           | 4,86                      | —                                   | —            | 30   | —         |
|                           |                   | 4.8 | 27. 10. 83   | 24,9           | 4,74                      | 448,0                               | B 7          | 30   | 30        |

+) počet buněk v řezu o ploše 1 mm<sup>2</sup>++) počet vzorků při rychlosti deformace 0,0167 mm.s<sup>-1</sup> (A), 0,167 mm.s<sup>-1</sup> (B)

+++) varianty v rámci odrůdy se liší velikostí a způsobem hnojení

mosazi a umístěny v držácích z izolačního materiálu, umožňujících připojení elektrického měřicího obvodu. V průběhu deformace byl tak vzorek připojen ke konduktometru a byla průběžně měřena jeho konduktivita (Blahovec aj., 1984a). Při deformaci nižší deformací rychlostí (A v tab. I) byl průběžně měřen průměr vzorku. K tomuto proměřování byl využit dalekohled s okulárovou stupnicí.

Z tlakových testů byly vyhodnocovány deformační křivky, jako je závislost skutečného napětí  $\sigma_t$  (s korekcí na změnu průřezu) na logaritmické deformaci  $\epsilon_t$ . Změna plochy průřezu vzorku byla měřena buď přímo (A v tab. I), nebo se vycházelo z předpokladu o nestlačitelnosti vzorku (Blahovec aj., 1984a — B v tab. I). Deformační křivky lze rozdělit do tří typů (číslo u deformačních křivek v obr. 1). Způsob vyhodnocování deformačních křivek byl obdobný jako v předchozí práci a je vyjádřen u deformační křivky typu 3, která je charakteristická. Vidíme u ní typické členění do dvou částí — I, II — zatímco u deformačních křivek typu 1 a 2 je část I silně deformována. U deformačních křivek byla kromě veličin označených u typu 3 vyhodnocována směrnice obou

lineárních úseků:

$$E = \frac{\Delta \tau_t}{\Delta \varepsilon_t} \quad \text{oblast I} \quad (1)$$

a

$$E_k = \frac{\Delta \tau_t}{\Delta \varepsilon_t} \quad \text{oblast II} \quad (2)$$

U vzorků, u nichž byl během deformace měřen průměr (A v tab. I), bylo možné průběžně počítat Poissonův poměr  $\nu$  podle vztahu

$$\nu = \ln(D/D_0)/\varepsilon_t \quad (3)$$

kde:  $D_0$  — počáteční průměr vzorku

$D$  — okamžitý průměr vzorku

Konduktivita  $\gamma$  byla vypočítána pro skutečný rozměr vzorku (A) nebo pro rozměry vypočítané na základě znalosti deformace za předpokladu stálého objemu. Různé typy křivek vodivosti (Blahovec aj., 1984a) byly respektovány, vyhodnocovány však byly zejména počáteční konduktivita  $\gamma_0$  a konečná konduktivita  $\gamma_k$  jako hodnota před závěrečným výrazným růstem vodivosti, vyvolaným vznikajícími trhlinami.

Smyk válcových vzorků byl realizován ve speciálním ocelovém přípravku, jehož činnost je zřejmá z obr. 1. Z deformační křivky byla vyhodnocována smyková pevnost  $\sigma_{sm}$  s použitím vztahu

$$\sigma_{sm} = \frac{2 F_{sm}}{\pi D^2} \quad (4)$$

kde:  $D$  — průměr vzorku

Smyková tuhost  $T_s$  je dána vztahem (Blahovec aj., 1983)

$$T_s = \frac{\Delta F_s}{\Delta x_s} \cdot \frac{2}{\pi D^2} \quad (5)$$

Rychlost deformace při deformaci smykem byla vždy  $0,083 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ .

U penetračního testu (obr. 1) bylo z deformační křivky vyhodnocováno maximální napětí  $\sigma_{pm}$ , dané výrazem:

$$\sigma_{pm} = \frac{4 F_{pm}}{\pi d_p^3} \quad (6)$$

kde:  $d_p$  — průměr vtláčeného ocelového válce s kolmým rovným čelem

Ze směrnic deformační křivky je možné získat tzv. fiktivní modul pružnosti  $E_f$  (Blahovec aj., 1975) z výrazu

$$E_f = \frac{\Delta F_p}{\Delta x_p \cdot d_p} = \frac{E}{1 - \nu^2} \quad (7)$$

kde:  $\nu$  — Poissonův poměr

$E$  — Youngův modul testovaného materiálu

Rychlost deformace byla jako u smykového testu  $0,083 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Ke všem mechanickým testům byl použit univerzální deformační stroj Instron typ 1122 ústavu PIKAZ Praha.

U všech testovaných produktů byl určován obsah sušiny a obsah vlákniny v sušině: obsah sušiny vysoušením zváženého vzorku do konstantní hmotnosti při teplotě  $105^\circ\text{C}$ , obsah vlákniny přímou metodou po hydrolýze nevláknitých složek (v centrální chemické laboratoři AF VŠZ v Praze). Velikost buněk byla určována v optickém mikroskopu s okulárovou mřížkou na ploše řezu kolmého na osu vzorku. Stěny buněk byly zvýrazněny barvením metylvioleti.

## VÝSLEDKY

Výsledky měření jsou soustředěny do tab. II a III, ve kterých jsou uvedeny charakteristické veličiny — jejich střední hodnoty a pravděpodobné chyby průměru. Tab. II obsahuje nejdůležitější výsledky získané při deformaci tlakem, tab. III výsledky získané ve smykovém a penetračním testu.

V tab. II jsou uvedeny výsledky pro dvě různé rychlosti deformace (s výjimkou měření u salátové řepy), které ukazují vliv rychlosti deformace na měřené veličiny.

Z těchto hodnot vidíme, že s rostoucí rychlostí deformace se hodnoty  $E$ ,  $\sigma_{tp}$ ,  $E_k$ ,  $\sigma_{tm}$  a  $\gamma_k$  zvyšují a zároveň se snižuje hodnota  $\sigma_{tm}$ . Tab. II uvádí veličiny vypočtené z deformačních křivek za předpokladu, že objem vzorku je stálý ( $E_k$ ,  $\sigma_{tm}$ ,  $\gamma_k$ ), a k nim paralelně určené veličiny s indexem  $d$ , které byly získány při použití přímého měření průměru vzorku  $D$  během deformace při nižší rychlosti. Ukazuje se, že naměřené hodnoty průměru vzorku jsou mírně menší než hodnoty vypočtené na základě předpokladu o nestlačitelnosti vzorku a získané hodnoty Poissonova poměru  $\nu$  jsou jen mírně nižší než 0,5 (0,5 je hodnota Poissonova poměru pro nestlačitelný materiál). Výjimku tvoří ředkvičky s hodnotou Poissonova poměru kolem 0,26.

V tab. III je uveden mimo jiné obsah vlákniny ve vzorku. Je to veličina, jejíž hodnotu v procentech získáme tak, že vynásobíme obsah vody ve vzorku (v procentech) obsahem vlákniny v sušině (v procentech) a výsledek dělíme stem.

## DISKUSE

V tab. IV jsou uvedeny korelační koeficienty vztahů mezi nejdůležitějšími měřenými veličinami v penetračním a smykovém testu a při deformaci tlakem s rychlostí deformace  $0,167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ . Úmyslně byly opomenuty poměrné deformace ( $\epsilon_{tp}$ ,  $\epsilon_{tm}$ ), pro něž platí závěry předešlé práce (Blahovec aj., 1984a). Jsou zde také zařazeny obsah vlákniny ve vzorku a počet buněk v rovinném řezu ( $n_2$ ). Ukazuje se, že obsah sušiny je statisticky významně závislý pouze na veličině  $x_{pm}$  (hloubka penetrace odpovídající maximální hodnotě síly). V korelační tabulce se významněji uplatňuje obsah vlákniny v sušině. Ještě vyšší hodnoty korelačních koeficientů lze pozorovat pro závislost mechanických a elektrických parametrů na obsahu vlákniny ve vzorku. Pro sledované závislosti pevností  $\sigma_{sm}$ ,  $\sigma_{pm}$ ,  $\sigma_{tm}$  na obsahu vlákniny ve vzorku nabývají korelační koeficienty hodnot kolem 0,96. Vysoké hodnoty korelačních koeficientů byly získány pro závislosti měřených veličin na počtu buněk v jednotce plochy rovinného řezu  $n_2$ . Obě proměnné, obsah vlákniny ve vzorku a počet buněk na jednotkové ploše řezu  $n_2$ , jsou na sobě statisticky významně závislé, jak ukazuje tab. IV, v níž je pro tento případ uveden koeficient korelace 0,951.

Uvedené závislosti jsou projevem netriviálních a fyzikálně opodstatněných souvislostí. Byl vypracován model (Blahovec, 1985), který ukazuje, že:

1. obsah vlákniny ve vzorku  $c_v$  souvisí s počtem buněk v jednotkové ploše řezu  $n_2$  prostřednictvím vztahu

$$\frac{n^2}{\text{mm}^{-2}} = A \cdot \frac{c_v^2}{\%} \quad (8)$$

v němž se předpokládá, že stěny buněk mají stále stejnou tloušťku a jsou zanedbány rozdíly mezi hustotami jednotlivých složek vzorku,  $A$  je konstanta a nabývá hodnot přibližně 322;

2. pevnost dužniny je lineární funkcí obsahu vlákniny ve vzorku a funkcí parametru  $\sqrt{n_2}$ :

$$\frac{\sigma_m}{\text{MPa}} = a + b \frac{\sqrt{n_2}}{\text{mm}} \quad (9)$$

kde:  $a$ ,  $b$  — konstanty (za zjednodušených předpokladů)  
 $\sigma_m$  — příslušný parametr vyznačující pevnost materiálu

Grafické znázornění těchto závislostí, vycházejících z experimentálních výsledků, uvádějí Blahovec (1985) a Blahovec aj. (1985). V této práci uveřejňujeme poznatky o závislosti při deformaci smykem a v penetračním testu na parametru  $n_2$  (obr. 2);

II. Střední hodnoty s pravděpodobnou chybou průměru veličin stanovených v tlakovém testu (+ veličiny s přidavným indexem  $d$  byly určeny v experimentu s průběžně měřeným průměrem vzorku během deformace) — Mean values with the probable error of the mean for the data determined during compression test (+ parameters with additional index  $d$  were determined in an experiment with sample mean currently measured during deformation)

| Plodina       | Kód   | $\frac{E}{\text{MPa}}$ | $\epsilon_{tp}$     | $\frac{\sigma_{tp}}{\text{MPa}}$ | $\frac{E_k}{\text{MPa}}$ | $\frac{E_{kd}^+}{\text{MPa}}$ | $\epsilon_{tm}$   |
|---------------|-------|------------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------|
| Brambory      | 1.1.A | $2,83 \pm 0,17$        | $0,0699 \pm 0,0050$ | $0,195 \pm 0,016$                | $1,480 \pm 0,012$        | $1,58 \pm 0,02$               | $0,509 \pm 0,014$ |
|               | 1.1.B | $3,14 \pm 0,17$        | $0,0577 \pm 0,0042$ | $0,188 \pm 0,010$                | $1,670 \pm 0,030$        | —                             | $0,456 \pm 0,007$ |
|               | 1.2.A | $3,27 \pm 0,21$        | $0,0633 \pm 0,0036$ | $0,203 \pm 0,007$                | $1,73 \pm 0,016$         | $1,76 \pm 0,13$               | $0,474 \pm 0,011$ |
|               | 1.2.B | $3,38 \pm 0,14$        | $0,0655 \pm 0,0031$ | $0,235 \pm 0,014$                | $1,81 \pm 0,02$          | —                             | $0,453 \pm 0,009$ |
|               | 1.3.A | $3,59 \pm 0,34$        | $0,0796 \pm 0,0152$ | $0,270 \pm 0,029$                | $1,95 \pm 0,06$          | $2,08 \pm 0,06$               | $0,499 \pm 0,011$ |
|               | 1.3.B | $3,27 \pm 0,15$        | $0,0948 \pm 0,0091$ | $0,304 \pm 0,016$                | $2,32 \pm 0,08$          | —                             | $0,420 \pm 0,007$ |
|               | 1.4.A | $3,91 \pm 0,18$        | $0,0666 \pm 0,0045$ | $0,253 \pm 0,011$                | $1,74 \pm 0,03$          | $1,85 \pm 0,04$               | $0,479 \pm 0,009$ |
|               | 1.4.B | $4,07 \pm 0,15$        | $0,0624 \pm 0,0047$ | $0,240 \pm 0,006$                | $1,89 \pm 0,04$          | —                             | $0,448 \pm 0,004$ |
| Ředkvička     | 2.1.A | $2,69 \pm 0,25$        | $0,0658 \pm 0,0055$ | $0,184 \pm 0,012$                | $0,486 \pm 0,068$        | $0,670 \pm 0,060$             | $0,562 \pm 0,037$ |
|               | 2.1.B | $2,72 \pm 0,15$        | $0,0740 \pm 0,0046$ | $0,195 \pm 0,009$                | $0,741 \pm 0,075$        | —                             | $0,437 \pm 0,022$ |
| Mrkev         | 3.3.A | $5,01 \pm 0,29$        | $0,133 \pm 0,010$   | $0,656 \pm 0,058$                | $4,38 \pm 0,25$          | $0,47 \pm 0,34$               | $0,330 \pm 0,021$ |
|               | 3.3.B | $5,07 \pm 0,16$        | $0,138 \pm 0,019$   | $0,621 \pm 0,063$                | $4,97 \pm 0,27$          | —                             | $0,357 \pm 0,009$ |
| Salátová řepa | 4.8.B | $4,80 \pm 0,42$        | —                   | —                                | $4,80 \pm 0,42$          | —                             | $0,388 \pm 0,010$ |

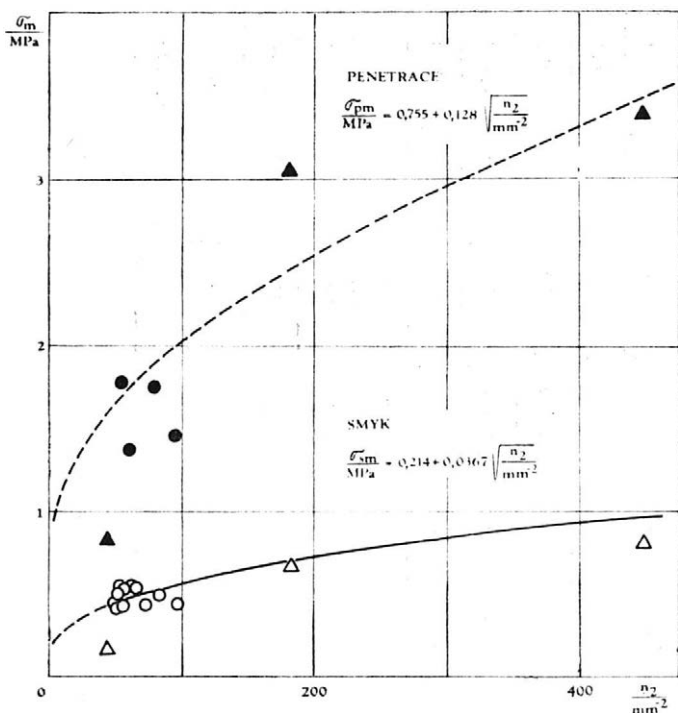
| Plodina       | Kód   | $\frac{\sigma_{tm}}{\text{MPa}}$ | $\frac{\sigma_{tmd^+}}{\text{MPa}}$ | $\frac{\gamma_o}{\text{S} \cdot \text{m}^{-1}}$ | $\frac{\gamma_k}{\text{S} \cdot \text{m}^{-1}}$ | $\frac{\gamma_{kd^+}}{\text{S} \cdot \text{m}^{-1}}$ | $\nu$ |
|---------------|-------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------|
| Brambory      | 1.1.A | $0,822 \pm 0,029$                | $0,857 \pm 0,034$                   | $0,038 \pm 0,001$                               | $0,016 \pm 0,001$                               | $0,016 \pm 0,001$                                    | 0,45  |
|               | 1.1.B | $0,827 \pm 0,026$                | —                                   | $0,039 \pm 0,001$                               | $0,025 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
|               | 1.2.A | $0,872 \pm 0,052$                | $0,947 \pm 0,047$                   | $0,032 \pm 0,001$                               | $0,016 \pm 0,001$                               | $0,017 \pm 0,001$                                    | 0,42  |
|               | 1.2.B | $0,884 \pm 0,016$                | —                                   | $0,031 \pm 0,001$                               | $0,023 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
|               | 1.3.A | $1,05 \pm 0,04$                  | $1,13 \pm 0,04$                     | $0,038 \pm 0,002$                               | $0,021 \pm 0,001$                               | $0,024 \pm 0,002$                                    | 0,425 |
|               | 1.3.B | $1,02 \pm 0,03$                  | —                                   | $0,042 \pm 0,001$                               | $0,031 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
|               | 1.4.A | $0,885 \pm 0,017$                | $0,997 \pm 0,020$                   | $0,049 \pm 0,003$                               | $0,024 \pm 0,002$                               | $0,026 \pm 0,002$                                    | 0,40  |
|               | 1.4.B | $0,967 \pm 0,017$                | —                                   | $0,046 \pm 0,017$                               | $0,031 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
| Ředkvička     | 2.1.A | $0,328 \pm 0,024$                | $0,424 \pm 0,034$                   | $0,036 \pm 0,001$                               | $0,025 \pm 0,002$                               | $0,031 \pm 0,002$                                    | 0,26  |
|               | 2.1.B | $0,374 \pm 0,025$                | —                                   | $0,039 \pm 0,001$                               | $0,035 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
| Mrkev         | 3.3.A | $1,39 \pm 0,11$                  | $1,49 \pm 0,13$                     | $0,024 \pm 0,002$                               | $0,019 \pm 0,001$                               | $0,020 \pm 0,001$                                    | 0,41  |
|               | 3.3.B | $1,66 \pm 0,06$                  | —                                   | $0,023 \pm 0,001$                               | $0,019 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |
| Salátová řepa | 4.8.B | $1,66 \pm 0,06$                  | —                                   | $0,023 \pm 0,001$                               | $0,019 \pm 0,001$                               | —                                                    | —     |

III. Střední hodnoty s pravděpodobnou chybou průměru veličin stanovených ve smykovém a penetračním testu — Mean values with the probable error of the mean for the data determined during the shear and penetration test

| Plodina          | Kód | Vláknina<br>ve<br>vzorku | Smyk                             |                                                     |               | Penetrace                        |                          |                            |
|------------------|-----|--------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                  |     |                          | $\frac{\sigma_{sm}}{\text{MPa}}$ | $\frac{T_s}{10^{12} \text{ N} \cdot \text{m}^{-3}}$ | $x_{sm}/D$    | $\frac{\sigma_{pm}}{\text{mPa}}$ | $\frac{E_f}{\text{MPa}}$ | $\frac{x_{pm}}{\text{mm}}$ |
| Brambory         | 1.1 | 0,407                    | 0,435 ± 0,016                    | 1,18 ± 0,04                                         | 0,249 ± 0,005 | 1,37 ± 0,02                      | 3,78 ± 0,20              | 3,49 ± 0,08                |
|                  | 1.2 | 0,351                    | 0,435 ± 0,019                    | 1,42 ± 0,06                                         | 0,229 ± 0,005 | 1,46 ± 0,04                      | 4,05 ± 0,14              | 3,44 ± 0,09                |
|                  | 1.3 | 0,482                    | 0,495 ± 0,014                    | 1,56 ± 0,05                                         | 0,218 ± 0,005 | 1,76 ± 0,04                      | 4,14 ± 0,17              | 4,12 ± 0,17                |
|                  | 1.4 | 0,312                    | 0,539 ± 0,012                    | 1,60 ± 0,04                                         | 0,250 ± 0,003 | 1,78 ± 0,03                      | 4,83 ± 0,26              | 3,85 ± 0,13                |
|                  | 1.5 | 0,356                    | 0,468 ± 0,017                    | 1,52 ± 0,05                                         | 0,225 ± 0,005 | 1,45 ± 0,04                      | 3,44 ± 0,16              | 3,93 ± 0,13                |
|                  | 1.6 | 0,381                    | 0,529 ± 0,013                    | 1,60 ± 0,05                                         | 0,238 ± 0,005 | 1,89 ± 0,01                      | 5,52 ± 0,29              | 3,81 ± 0,19                |
| Ředkvička        | 2.1 | 0,118                    | 0,191 ± 0,007                    | 0,62 ± 0,04                                         | 0,239 ± 0,006 | 0,825 ± 0,034                    | 3,44 ± 0,13              | 2,39 ± 0,07                |
|                  | 2.2 | 0,088                    | 0,219 ± 0,009                    | 0,73 ± 0,04                                         | 0,221 ± 0,006 | 0,969 ± 0,038                    | 3,56 ± 0,13              | 2,66 ± 0,11                |
| Mrkev            | 3.1 | 1,020                    | 0,949 ± 0,031                    | 2,46 ± 0,08                                         | 0,243 ± 0,004 | 3,16 ± 0,11                      | 9,09 ± 0,60              | 2,91 ± 0,14                |
|                  | 3.2 | 1,130                    | 0,951 ± 0,028                    | 2,53 ± 0,08                                         | 0,245 ± 0,005 | 3,11 ± 0,12                      | 9,69 ± 0,57              | 2,77 ± 0,13                |
|                  | 3.3 | 0,752                    | 0,870 ± 0,035                    | 2,55 ± 0,08                                         | 0,231 ± 0,006 | 3,03 ± 0,01                      | 6,54 ± 0,24              | 3,33 ± 0,11                |
| Řepa<br>salátová | 4.1 | —                        | 0,760 ± 0,018                    | 2,84 ± 0,07                                         | 0,236 ± 0,004 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.2 | 0,714                    | 0,769 ± 0,020                    | 2,62 ± 0,07                                         | 0,230 ± 0,003 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.3 | 0,871                    | 0,813 ± 0,013                    | 3,23 ± 0,05                                         | 0,219 ± 0,004 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.4 | 1,105                    | 0,894 ± 0,023                    | 3,46 ± 0,10                                         | 0,247 ± 0,005 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.5 | 1,010                    | 0,881 ± 0,020                    | 3,28 ± 0,07                                         | 0,237 ± 0,003 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.6 | —                        | 0,814 ± 0,017                    | 3,16 ± 0,07                                         | 0,236 ± 0,004 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.7 | 0,846                    | 0,787 ± 0,030                    | 3,19 ± 0,10                                         | 0,212 ± 0,005 | —                                | —                        | —                          |
|                  | 4.8 | 1,180                    | 0,820 ± 0,031                    | 3,38 ± 0,08                                         | 0,223 ± 0,006 | 3,39 ± 0,01                      | 6,40 ± 0,22              | 5,39 ± 0,17                |

IV. Korelační koeficienty vztahů mezi některými měřenými veličinami (jsou uvedeny hodnoty pro statisticky významné vztahy na 95% hladině významnosti) — The coefficients of correlation between some measured parameters (values for correlations significant at the 95% significance level are indicated)

[illegible]



2. Pevnost měřeného materiálu při deformaci smykem  $\sigma_{sm}$  a v penetračním testu  $\sigma_{pm}$  v závislosti na počtu buněk  $n_2$  v jednotkové ploše řezu dužninou — The strength of the material at shear deformation  $\sigma_{sm}$  and in the penetration test  $\sigma_{pm}$  in relation to the number of cells  $n_2$  per unit area of pulp section

● ○ — hlízy brambor,  
▲ △ — ostatní materiál

3. napětí ve vzorku na hranici mezi oběma lineárními úseky deformační křivky při deformaci tlakem  $\sigma_{tp}$  je lineární funkcí  $n_2$  a kvadratickou funkcí obsahu vlákniny ve vzorku. Naměřené závislosti odpovídají modelu, grafické znázornění uvádí ve své práci Blahovec (1985).

U modulu pružnosti dužnin se projevují vysoké hodnoty korelačního koeficientu ve vztahu k pevnosti ( $\sigma_{tm}$ ,  $\sigma_{pm}$ ,  $\sigma_{sm}$ ), k obsahu vlákniny ve vzorku a k dalším měřeným veličinám. Fyzikální zdůvodnění těchto závislostí je obsaženo v předešlé práci (Blahovec, 1985); příčiny nižších hodnot korelačních koeficientů v tomto případě souvisejí se silnou závislostí modulu pružnosti na turgoru, který není u všech sledovaných materiálů stejný. Směrnice  $E_k$  druhé lineární části deformační křivky v tlaku vykazuje obdobné závislosti jako ostatní mechanické vlastnosti; matematické opodstatnění těchto souvislostí zatím chybí vzhledem k velmi komplikovaným procesům probíhajícím ve fázi deformace ve stlačovaném vzorku. Zdá se však, že vztahy mezi  $E_k$  a pevností nejsou zcela jednoznačné a jsou ovlivňovány kromě mechanických vlastností stěn buněk zejména transportem kapalin buněčnými stěnami a mezibuněčnými prostory.

Pevnosti dužnin, stanovené různými testy, na sobě silně závisí, jak to ukazuje obr. 3. V případě vztahu mezi pevností ve smyku a pevností v tlaku se objevuje v regresním vztahu směrnice 0,38, což je méně než hodnota 0,5, která je teoreticky opodstatněná pro případ, že vzorek byl porušen při překročení kritického smykového napětí. Zároveň je však třeba vzít v úvahu relativně malou délku vzorku s vlivem jeho dosedacích plošek při poměrně velkých deformacích, při nichž jsou vzorky porušovány. Tyto vlivy samy o sobě mohou výrazně ovlivnit odhad založený na pravidle o kritickém smykovém napětí. Navíc se zdá, že směrnice vztahu  $\sigma_{sm} - \sigma_{tm}$  z obr. 3 je v regresním vztahu zatížena rozptylem experimentálních hodnot. Vyhodnocením poměru  $\sigma_{sm}/\sigma_{tm}$  získáváme např. pro brambory hodnotu 0,488 a pro ostatní materiály 0,46, tedy vesměs hodnoty blízké se teoretické hodnotě 0,5.

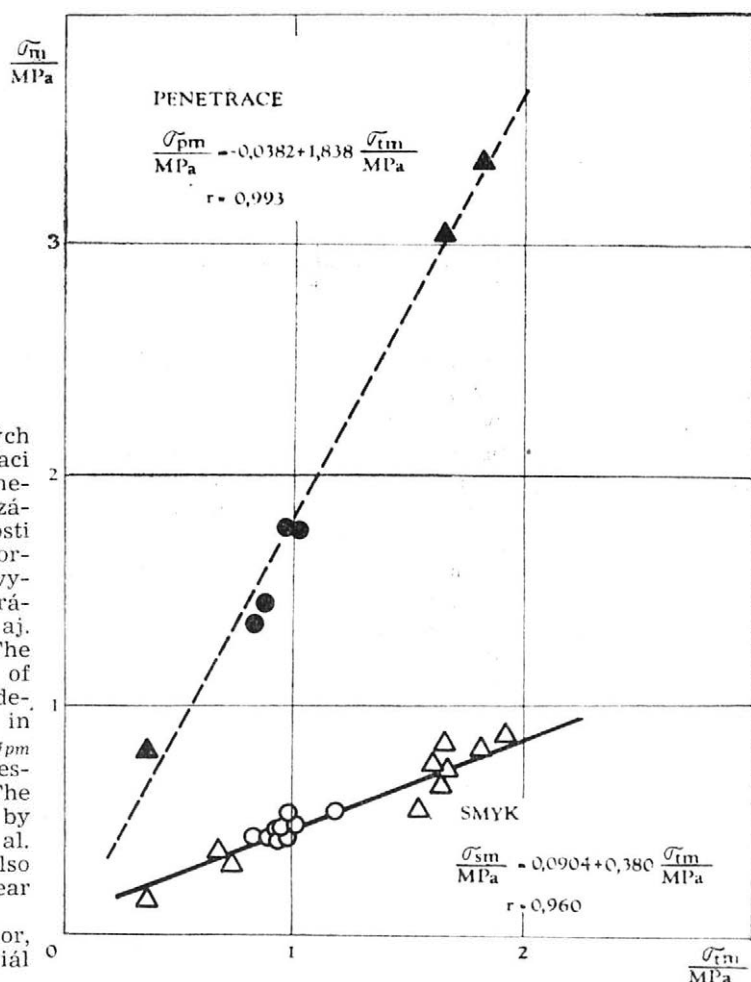
Z obr. 3 je zřejmé, že pevnostní charakteristiky dužnin, získané v různých testech, jsou mezi sebou silně a lineárně vázány. Tento poznatek znamená, že pevnosti dužnin, získané z různých testů, mohou sloužit jako alternativní relativně rovnocenné veličiny.

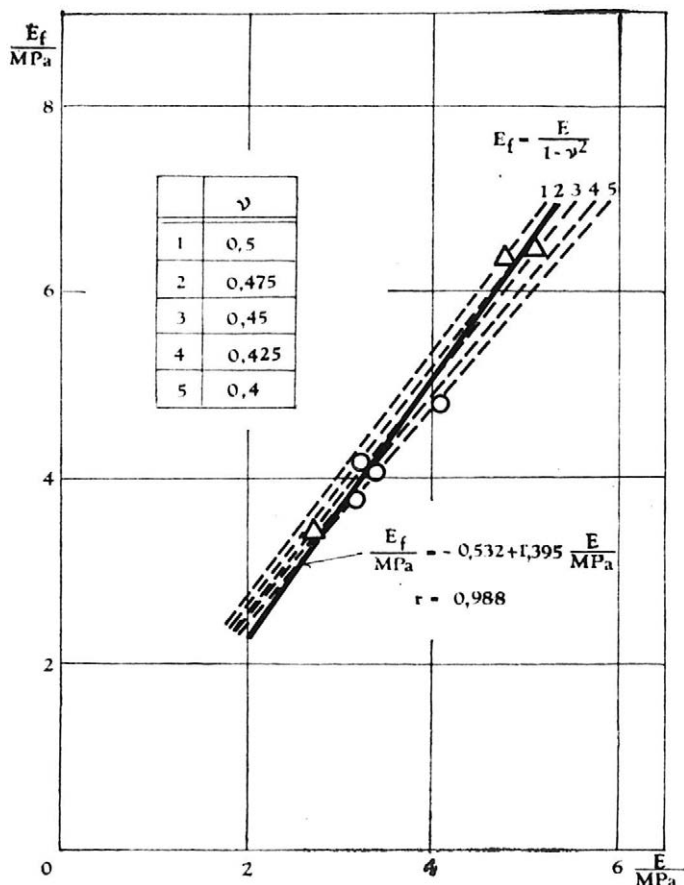
Nejvyšší hodnotou korelačního koeficientu v tab. IV je hodnota 0,988 pro vztah mezi modulem pružnosti  $E$  a fiktivním modulem pružnosti  $E_f$ . Graficky je tato závislost znázorněna na obr. 4. Teoretický vztah mezi  $E_f$  a  $E$  je vyjádřen rovnicí (7), v níž figuruje Poissonův poměr. V obr. 4 je tento teoretický vztah pro různé hodnoty Poissonova poměru vyznačen přerušovanými čarami. Ze srovnání experimentálních hodnot se sítí teoretických závislostí vyplývá, že Poissonův poměr u sledovaných materiálů nabývá vysokých hodnot 0,4 až 0,5. Tyto hodnoty jsou ve shodě s výsledky měření změn průměru vzorku během jeho stlačování (tab. II). Podle tab. II byla pouze u ředkvičky zjištěna hodnota Poissonova poměru nižší než 0,4. Zdá se, že metoda odhadu plochy průřezu stlačovaného vzorku, založená na předpokladu nestlačitelnosti vzorku, má své opodstatnění, neboť pro nestlačitelný materiál nabývá Poissonův poměr hodnoty 0,5.

Podrobný průběh vývoje Poissonova poměru při stlačování válcovitého vzorku je vyznačen v obr. 5. Hodnoty Poissonova poměru, uvedené v tomto obrázku, jsou průměrnými hodnotami z deseti měření v devíti úsecích tlakového napětí v rozsahu od nuly do maximální pevnosti naměřené v rámci souboru. Šrafováním je v obrázku vyznačena

3. Pevnost zeleninových dužnin při deformaci smykem  $\sigma_{sm}$  a v penetračním testu  $\sigma_{pm}$  v závislosti na pevnosti v tlaku  $\sigma_{tm}$ . Pro deformaci smykem jsou vyneseny i výsledky z práce Blahovec aj. (1983, 1984b) — The strength of the pulp of vegetables at shear deformation  $\sigma_{sm}$  and in the penetration test  $\sigma_{pm}$  in relation to compression strength  $\sigma_{tm}$ . The results published by Blahovec et al. (1983, 1984b) are also plotted for the shear deformation curve

● ○ — hlízy brambor,  
▲ △ — ostatní materiál





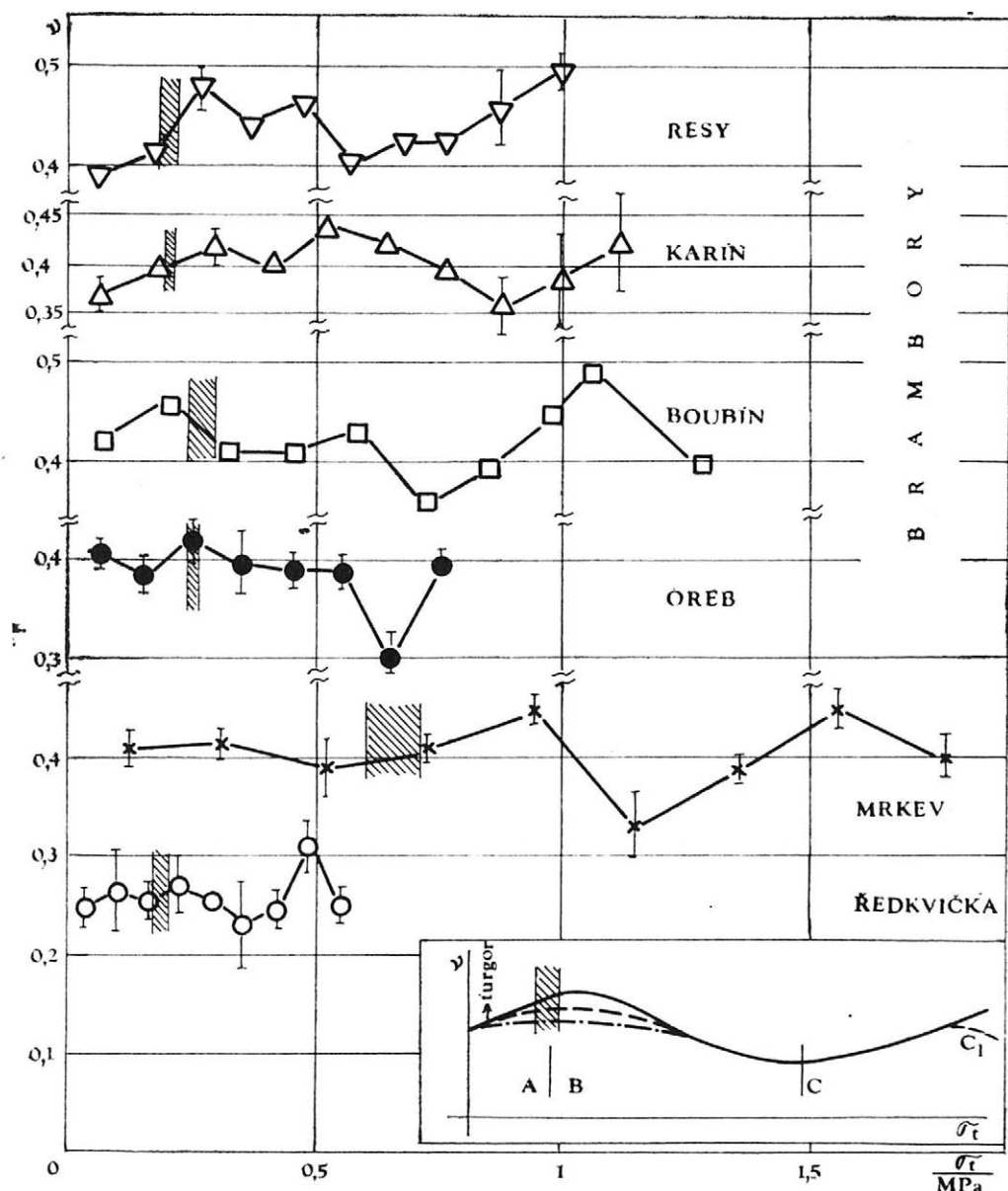
4. Vztah mezi fiktivním modulem pružnosti  $E_f$  získaným v penetračním testu a modulem pružnosti v tahu  $E$  — The relation between the fictive elasticity modulus  $E_f$  obtained in the penetration test and Young's elasticity modulus  $E$

○ — hlízy brambor,  
△ — ostatní materiál

hranice mezi lineárními úseky deformační křivky. Ve spodní části obrázku je schematicky naznačen průběh závislosti  $\nu - \sigma_t$  s charakteristickým členěním do oblastí A, B, C. Oblast A, totožná s první lineární částí deformační křivky, je charakteristická vyplňováním mezibuněčných prostorů tekutinou a rozpínáním stlačovaných buněk. V této fázi jsou přechovávány kapilární tlaky v kapalinových „zátkách“, lokalizovaných v nejnižších místech mezibuněčných prostor (Blahovec, 1985). V této fázi stlačování nejsou tekutiny ze vzorku vytlačovány a hodnota  $\nu$  s rostoucí deformací (tlakem) neklesá. V případě, že mezibuněčné prostory jsou na začátku stlačování dostatečně zaplněny kapalinami, hodnoty  $\nu$  během stlačování rostou a blíží se hodnotě 0,5. Měřítkem zaplnění mezer mezi buňkami může být nitrobuňčný tlak — turgor.

Hodnota  $\nu$  se může zvětšovat i v oblasti B, v níž již dochází k odlisování šťáv ze stlačovaného vzorku. Tento růst je však vždy nižší než růst, který by byl přicházel v úvahu, kdyby se šťáva ze vzorku neuvolňovala. Pro oblast B je typický pokles hodnoty  $\nu$  do minima; tento pokles signalizuje rostoucí stlačitelnost materiálu, jmenovitě v důsledku úbytku šťávy vytlačované ze vzorku.

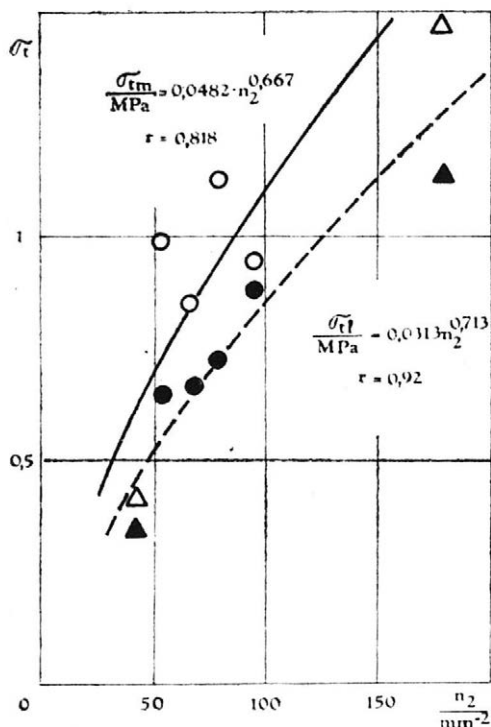
Jestliže Poissonův poměr po dosažení minima dál roste, je tento růst spojen s další oblastí závislosti  $\nu - \sigma_t$ , označenou C. Tato oblast se vyskytuje u všech sledovaných materiálů a může být vysvětlena růstem objemu trhlin v deformovaném vzorku. Mohou to být zejména trhliny v mezibuněčném prostoru, vyplněné vzduchem. Další pokles závislosti  $\nu - \sigma_t$  na konci deformační křivky ( $C_1$ ) není typický pro všechny materiály a může být způsoben nestejným ukončením deformačních křivek v rámci jednoho



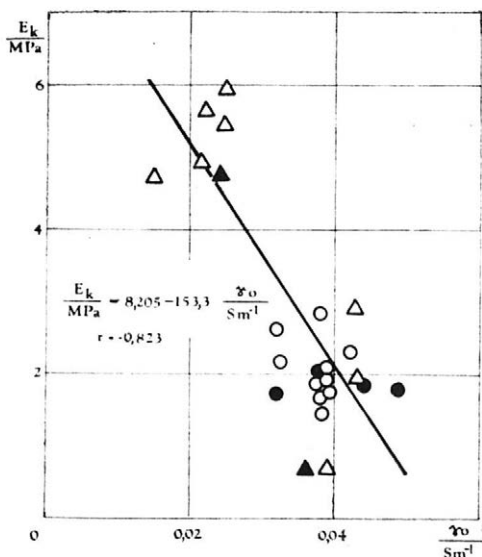
5. Poissonův poměr  $\nu$  v závislosti na skutečném tlakovém napětí  $\sigma_t$  při stlačování válcových vzorků (šrafovaním je vyznačena oblast oddělení obou lineárních částí deformačních křivek) — Poisson's ratio  $\nu$  in relation to the actual compression stress  $\sigma_t$  during the compression of cylindrical samples (cross-hatching represents the area of the separation of both linear parts of the deformation curves)

souboru při různých tlakových napětích. Za těchto podmínek je poslední bod závislosti  $\nu - \sigma_t$  vypočten z menšího počtu údajů než ostatní uváděné hodnoty. Pokles hodnoty  $\nu$  v oblasti  $C_1$  však může být způsoben výraznějším odlisováním šťávy v oblasti velkých trhlin procházejících napříč buňkami.

Podle uvedené interpretace a podle obr. 5 je zřejmé, že trhliny se ve stlačovaném vzorku tvoří mnohem dříve než se vzorek poruší. U hlíz brambor odrůdy 'Resy' a 'Bou-



6. Pevnost vzorku  $\sigma_{tm}$  a napětí  $\sigma_{tl}$  odpovídající minimu závislosti  $\nu - \sigma_{tl}$  (obr. 5) v závislosti na počtu buněk v jednotkové ploše řezu; rychlost deformace  $0,0167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  — Sample strength  $\sigma_{tm}$  and the stress  $\sigma_{tl}$  corresponding to the minimum of the  $\nu - \sigma_{tl}$  dependence (Fig. 5) in relation to the number of cells per unit area of section; deformation rate  $0.0167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$



7. Směrnice druhé lineární části deformačních křivek  $E_k$  v závislosti na počáteční konduktivitě  $\gamma_0$  vzorku — The gradient of the second linear part of the deformation curves  $E_k$  in relation to the initial conductivity  $\gamma_0$  of the sample  
● ○ — hlízy brambor, ▲ △ — ostatní materiál (1981—1983)

○ △ — výsledky při rychlosti deformace  $0,167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$   
● ▲ — výsledky při rychlosti deformace  $0,0167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$

bín' bylo zjištěno minimum závislosti  $\nu - \sigma_{tl}$  při napětích, která jsou jen mírně vyšší než polovina pevnosti vzorku. Obr. 6 ukazuje, že závislost napětí ( $\sigma_{tl}$ ), odpovídajícího minimumu závislosti  $\nu - \sigma_{tl}$  na velikosti buněk ( $n_2$ ), se vyznačuje nižším rozptylem než obdobná závislost pro pevnost. Zdá se tedy, že pletiva dužnin se porušují při napětích nižších, než je jejich pevnost, kterou je třeba chápat jako porušení integrity vzorku.

Z tohoto rozboru vyplývá, že druhá lineární část deformační křivky nereprezentuje jednoduchý a stálý mechanismus deformace, jak to předpokládá jednoduchá představa o odlisování štáv ze vzorku, ale že je superpozicí několika procesů, které vystupují s různou intenzitou v různých stádiích deformace. Souvislosti mezi směrnicí  $E_k$  a velikostí buněk a obsahu sušiny ve vzorku jsou zřejmé z tab. IV, grafické znázornění uvádí Blahovec (1985). Výrazná je souvislost směrnice  $E_k$  s velikostí mezibuněčných prostor, měřenou prostřednictvím konduktivity (obr. 7).

V obr. 8 je uvedena závislost počáteční konduktivity na počtu buněk v jednotkové ploše rovinného řezu dužninou. Jde o závislost klesající — tento poznatek je v rozporu s modelem struktury dužniny (Blahovec, 1985). Jedním z možných vysvětlení je existence stejně silné vrstvičky materiálu se sníženou vodivostí o tloušťce  $t''$  na povrchu buněk. Pak je možné vyjádřit plochu mezer na jednotkové ploše ve tvaru:

$$S' = S_o' - \pi d \cdot t'' \frac{1}{d^2} \cdot K_1' \quad (10)$$

kde:  $K_1'$  — konstanta

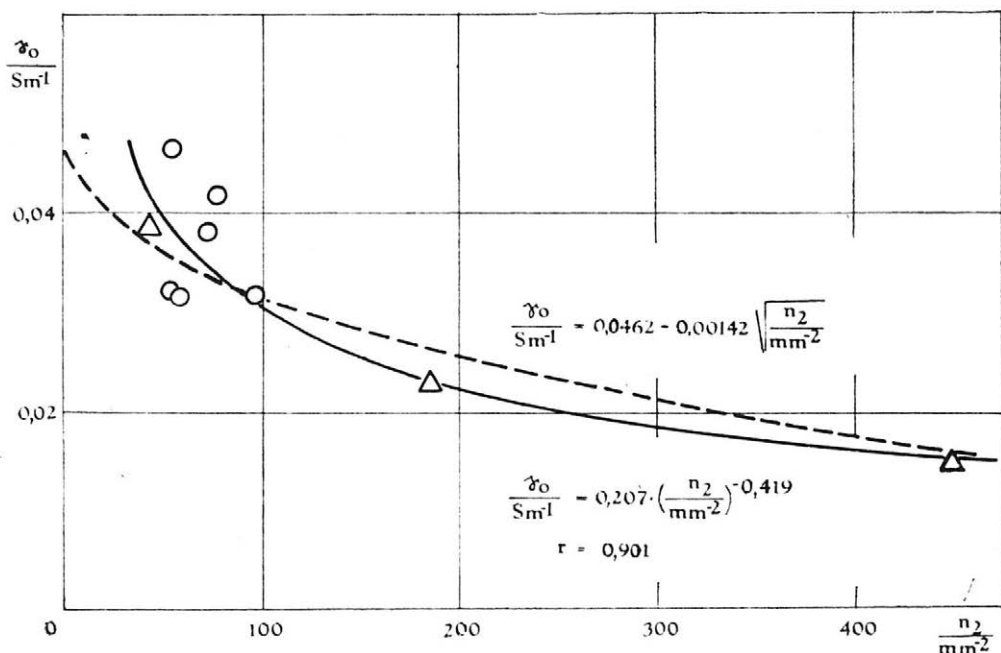
$S_o'$  — plocha mezer + plocha řezu vrstvičkou nepřispívající k vodivosti

$d$  — charakteristický rozměr buňky

Konduktivitu vzorku pak můžeme vyjádřit výrazem:

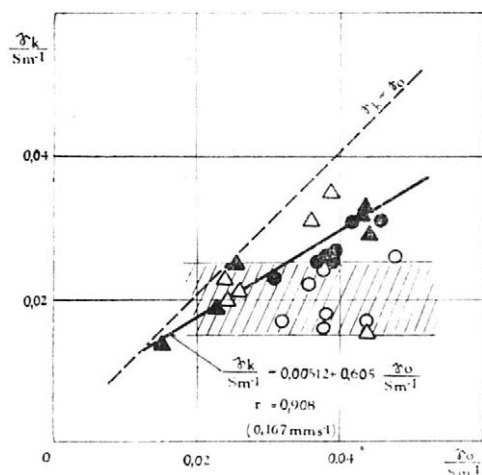
$$\gamma_o = K_2' - K_3' \cdot c_v \quad (11)$$

kde:  $K_2', K_3'$  — konstanty



8. Počáteční konduktivita  $\gamma_o$  vzorků v závislosti na počtu buněk  $n_2$  v jednotkové ploše řezu — The initial sample conductivity  $\gamma_o$  in relation to the number of cells  $n_2$  per section unit area

○ — hlízy brambor, △ — ostatní materiál



9. Konduktivita vzorků na konci deformace  $\gamma_k$  v závislosti na počáteční konduktivě  $\gamma_o$  (značení jako u obr. 7) — Sample conductivity at the end of deformation  $\gamma_k$  in relation to initial conductivity  $\gamma_o$  (marked like in Fig. 7)

Analýzou experimentálních dat  $\gamma_o - c_v$  byl získán vztah:

$$\frac{\gamma_o}{S \cdot m^{-1}} = 0,0462 - 0,0256 \frac{c_v}{\%} \quad (12)$$

s koeficientem korelace  $r = -0,802$ . Tento výraz v přepočteném stavu je vyjádřen na obr. 8 přerušovanou čarou. Plnou čarou je vyjádřen fenomenologický výraz ve tvaru zobecněné hyperboly. Tyto výsledky naznačují, že zúžení mezer mezi buňkami povrchovou nevodivou vrstvičkou může vysvětlit pokles konduktivity se změnou rozměru buněk nebo obsahu vlákniny.

Obr. 9 znázorňuje závislost konduktivity na konci deformace na počáteční konduktivitě. Tento obrázek ukazuje, že pokles konduktivity během deformace roste s rostoucí hodnotou počáteční konduktivity. Uvedený pokles pro rychlost deformace  $0,167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$  je dán rozdílem mezi přímkou  $\gamma_k = \gamma_o$  a regresním vztahem  $\gamma_k(\gamma_o)$ , vyznačeným plnou čarou. Mnohem výraznější pokles konduktivity během deformace je pozorován u vzorků deformovaných nižší rychlostí deformace. V tomto případě hodnoty  $\gamma_k$  jen velmi málo závisejí na počáteční konduktivitě. Až na jednu výjimku je možné zařadit všechny hodnoty  $\gamma_k$  do intervalu  $\gamma_k = 0,020 \pm 0,005 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ .

Obr. 9 naznačuje, že se při malých rychlostech deformace průběžně odlišová šťáva uvolněná buňkami do mezibuněčného prostoru. Na konci deformační křivky (než se objeví trhliny) je mezibuněčný prostor téměř vyplněn deformovanými buňkami. Konduktivita vzorku v tomto stavu již příliš nezávisí na výchozím stavu, velikosti buněk apod. a má přibližně stálou hodnotu.

## ZÁVĚR

Výsledky uvedené v této práci potvrdily předpoklady jednoduchého modelu stlačování dužniny a ukázaly, že pevnost dužniny je určena zejména velikostí buněk a obsahem vlákniny ve vzorku. Experimentálně byla prokázána vysoká korelace mezi veličinami určujícími pevnost dužniny v různých testech. Tím byla prokázána jejich ekvivalentnost při určování pevnosti dužniny.

Bylo ukázáno, že všechny materiály použité k experimentům, s výjimkou ředkvičky, se vyznačují vysokou hodnotou Poissonova poměru. Srovnáním hodnot modulu pružnosti a tzv. fiktivního modulu pružnosti v rovnici (7) byla prověřena oprávněnost vyhodnocování penetračním testem s využitím jmenovaného vztahu při použití reálných hodnot Poissonova poměru.

Analýza závislosti Poissonova poměru na napětí, získaná paralelně s deformační křivkou, umožňuje diskutovat o procesech probíhajících během deformace i s hypotetickou a svým trváním nezanedbatelnou oblastí tvorby trhlin ve vzorku před jeho prasknutím.

Konduktivita deformovaných vzorků svědčí o tom, že dužniny s menšími buňkami se vyznačují menšími mezibuněčnými prostory, umožňujícími vedení elektrického proudu. Pozorovali jsme, že v průběhu deformace se konduktivita zmenšuje, a to tím více, čím větší byla počáteční konduktivita a čím menší je rychlost deformace. Konečná konduktivita u pomalé deformace ( $0,0167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$ ) je veličinou relativně stálou, nezávislou na počáteční konduktivitě, a blíží se svou hodnotou minimální pozorované počáteční konduktivitě kolem  $0,015 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ .

Byl plně potvrzen již dříve zdůrazněný význam velikosti buněk a obsahu vlákniny pro pevnost dužnin. Navíc zjištěná nukleace trhlin v dužninách je důvodem pro to, aby v dalším výzkumu byla tomuto problému věnována patřičná pozornost.

## Literatura

- BLAHOVEC, J.: Jednoduchý model procesu stlačování a poškození dužnin. Zeměd. Techn., 31, 1985, s. 349-364.
- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — MÍČA, B.: Mechanické a elektrické vlastnosti kořenů a hlíz v průběhu stlačování. Zeměd. Techn., 30, 1984a, s. 335-354.
- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — MÍČA, B.: Smykový test pevnosti bramboru. Rostl. Výr., 30, 1984b, s. 369-380.
- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — DUFFEK, J.: Mechanické a elektrické vlastnosti dužniny zelenin s ohledem na jejich sklizeň a zpracování. Sbor. ÚVTIZ Zahrad., 1985 (v tisku).
- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — CELBA, J. — MÍČA, B.: Jednoduché testování mechanických vlastností hlíz brambor. Zeměd. Techn., 29, 1983, s. 81-96.
- BLAHOVEC, J. — ŘEZNÍČEK, R. — JANÁL, R.: Reologické a texturní vlastnosti některých zemědělských materiálů. In: Sbor. VŠZ Praha, 1975, s. 16.
- NILSSON, S. B. — HERTZ, C. H. — FALK, S.: On the relation between turgor pressure and tissue rigidity. II. Theoretical calculations on model systems. Physiol. Plant., 11, 1958, s. 818-837.

Došlo dne 29. 12. 1984

БЛАГОВЕЦ, Й. — ПАТОЧКА, К. — МИЧА, Б. (Сельскохозяйственный институт, Прага - Сухдол; Научно-исследовательский и селекционный институт картофелеводства, Гавличкув Брод): Механические свойства мякоти овощей. Земěд. Techn., 31, 1985 (7) : 393-410.

Работа сосредоточивает и оценивает результаты испытаний механических свойств мякоти овощей (картофель, редис, морковь и красная свекла) в 1983 году. Применены были разные испытательные тесты: скольжение, пенетрация, простое давление с измерением проводимости. Внимание было уделено отношению согласно Пуассону и соотношениям величин, полученных от разных тестов. Из опытов очевидна взаимозаменяемость результатов разных тестов. На результатах экспериментов демонстрируется большое влияние значения клетчатки и размера клеток в мякоти. Дискуссия рассматривает роль межклеточных пространств в мякоти для транспорта клеточных соков.

картофель; редис; морковь; красная свекла; прочность; содержание клетчатки; размер клеток; отношение по Пуассону; проводимость

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — MÍČA, B. (University of Agriculture, Praha-Suchdol; Research and Breeding Institute of Potato Growing, Havlíčkův Brod): *The Mechanical Properties of Vegetable Pulp*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 393-410.

The results of the tests for the mechanical properties of the pulp of vegetables (potatoes, radish, carrot, and garden beet), performed in 1983, are summarized and evaluated. Various tests were used, including shear, penetration, simple pressure, and conductivity measurement. Attention was paid to Poisson's ratio and to the relationships between the data obtained in different tests. As derived from the results, various tests are replaceable by one another. The high importance of fibre content and pulp cell size is demonstrated by the experimental results. The role of intercellular space in pulp for the transport of cellular juices is discussed.

potatoes; radish; carrot; garden beet; strength; fibre content; cell size; Poisson's ratio; conductivity

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. — MÍČA, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha-Suchdol; Forschungs- und Züchtungsinstitut für Kartoffelanbau, Havlíčkův Brod): *Mechanische Eigenschaften des Gemüsefruchtfleisches*. Zeměd. Techn., 51, 1985 (7) : 393-410.

Die vorliegende Arbeit umfaßt und bewertet alle ermittelten Ergebnisse des Testes der mechanischen Eigenschaften des Gemüsefruchtfleisches (Kartoffeln, Radieschen, Möhre und Salatrübe) für das Jahr 1983. Es wurden verschiedene Tests angewendet: Schub, Penetration, einfacher Druck mit nachfolgender Konduktivitätsmessung.

Große Aufmerksamkeit wurde dem Poisson'sverhältnis und den zwischen den einzelnen in verschiedenen Tests gewonnenen Zusammenhängen geschenkt. Den Versuchen ist eine gegenseitige Vertretbarkeit der Ergebnisse verschiedener Tests zu entnehmen. An den einzelnen Versuchsergebnissen kann die große Bedeutung des Fasergehaltes und der Zellengröße im Fruchtfleisch demonstriert werden. Diskutiert wird die Rolle der Zwischenzellenräume im Fruchtfleisch in bezug auf den Transport von Fruchtsäften.

Kartoffeln; Radischen; Möhre; Salatrübe; Festigkeit; Fasergehalt; Zellengröße; Poisson'sverhältnis; Konduktivität

---

*Adresy autorů:*

RNDr. ing. Jiří Blahovec, CSc., prom. biolog Karel Patočka, Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbátka

Ing. Bohumil Míča, CSc., Výzkumný a šlechtitelský ústav bramborářský, Dobrovského 2366, 580 03 Havlíčkův Brod

---

# ZMĚNA KLÍČIVOSTI SEMEN VOJTĚŠKY A ŠTOVÍKU VLIVEM RÁZOVÉHO ZATÍŽENÍ

M. Friedman

---

FRIEDMAN, M. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Změna klíčivosti semen vojtěšky a štovíku vlivem rázového zatížení*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7): 411–417.

Cílem experimentů bylo zjistit rozdíly v rezistenci semen vojtěšky (*Medicago sativa* L.) a semen štovíku kadeřavého (*Rumex crispus* L.) vůči dynamickému namáhání. Semena jsme poškozovali energií od 2,5 mJ do 6,0 mJ. Pro toto rozmezí energie jsme našli nepřímou lineární korelační závislost mezi klíčivostí obou semen a energií rázového zatížení. Korelační koeficient u vojtěšky je  $r_v = 0,970$ , u štovíku  $r_s = 0,966$ . Přitom se ukazuje, že semena štovíku jsou k poškození náchylnější než semena vojtěšky. Proto se nabízí úvaha o možnosti snížit počet klíčivých semen velmi škodlivého štovíku v osivu vojtěšky rázovým zatížením.

fyzikální vlastnosti semen; semena plevelů; rezistence semen vojtěšky vůči rázovému zatížení; rezistence semen štovíku vůči rázovému zatížení

---

Mezi nejškodlivější plevely při pěstování vojtěšky seté patří štovík, a to především pro svůj vysoký množitelý koeficient. Štovík kadeřavý a štovík tupolistý jsou po kokotici a záraze, které se v porostu nesmějí vyskytovat vůbec, nejsledovanějšími plevely; podle uznávaných zásad smí být maximálně jedna rostlina na 100 m<sup>2</sup> porostu jetelovin. Aby mohlo být osivo vojtěšky uznáno jako osivo první jakostní třídy, může být ve vzorku o hmotnosti 1000 g maximálně 20 semen štovíku kadeřavého a štovíku tupolistého celkem. Pro uznání druhé jakostní třídy může být v tisícigramovém vzorku maximálně 120 semen. Dosáhnout požadované čistoty osiva je pro množitele velkým problémem, neboť separovat semena štovíku z osiva jetelovin je krajně obtížné. Použití dosavadních čistících a třídících zařízení neposkytuje uspokojivé výsledky. Rozměrové, tvarové a různé fyzikální vlastnosti, jako je hustota, popřípadě drsnost povrchu nebo aerodynamické vlastnosti těchto semen, se totiž od sebe neliší natolik, aby jejich odlišností mohlo být při separaci úspěšně využito.

Kvalita osiva jetelovin by se mohla zlepšit tím, že by se počet klíčivých semen štovíku v osivu snížil mechanickou cestou. To ovšem přichází v úvahu jedině tehdy, prokáže-li se, že semena štovíku jsou náchylnější k poškození, že se jejich klíčivost vlivem mechanického zatížení naruší snadněji než klíčivost semen jetelovin. Naše výzkumy proto byly zaměřeny na testování rezistence semen vojtěšky a štovíku vůči rázovému zatížení.

## MATERIÁL A METODA

### CHARAKTERISTIKA SEMEN ZVOLENÝCH K POKUSŮM

Semeno vojtěšky seté (*Medicago sativa* L.) je žlutě zbarvené. Má dva základní tvary: ledvinovitý a nepravidelně srdcovitý, podobný jeteli červenému. Průměrná délka semena je 1,5 až 2,5 mm,

šířka a tloušťka 1,0 až 1,5 mm. Semeno se skládá z osemení, ve kterém je uzavřen zárodek se dvěma dělohami, vzrůstovým vrcholem a zárodečným kořínkem. Osemení je poměrně silné a je složeno z několika vrstev. Nejvýznamnější je vrstva protáhých palisádových buněk, uložených pod pokožkou semena. Tato vrstva ovlivňuje propustnost vody a vzduchu k zárodku, to znamená, že ovlivňuje bobtnání a klíčení semen. Snížená propustnost osemení se projevuje výskytem tvrdých semen, která i při dostatku vody, vzduchu i tepla v půdě neklíčí, ale neztrácejí životaschopnost (Klesnil aj., 1965). Pro pokusy byla zvolena semena vojtěšky odrůdy 'Bobrava'; poskytla je Šlechtitelská stanice Libochovice (Kašpar, 1983). Osivo mělo 99,8% čistotu, 94,0% klíčivost a 8,1% vlhkost.

Plodem štovíku kadeřavého (*Rumex crispus* L.) je trojboká nažka, k oběma koncům zašpičatělá. Strany jsou klenuté, ale hrany jsou ostré. Povrch je hladký, lesklý, barva červenohnědá až hnědá. Délka nažky je 1,5 až 2,0 mm, šířka a tloušťka 1,0 až 1,2 mm. Někdy jsou semena kryta zaschlým okvětím. Potom je povrch svrasklý. Štovík kadeřavý se jako plevel vyskytuje hlavně v pícninách a obilninách (Vodák, 1956). Klíčivost semen zvolených k pokusům byla 94%, vlhkost 9,6%.

## POKUSNÉ ZAŘÍZENÍ A METODIKA

Zařízení použité na poškození semen je vyobrazeno a podrobně popsáno v dřívější práci (Friedman, 1984). Připomeňme jen, že semena se poškozovala jednotlivě a rázové zatížení se vyvozovalo volně padajícím závažím. Hmotnost zkušebního závaží byla 4,06 g. Rozmezí energie, kterou byla semena namáhána, se pohybovala od 2,5 mJ do 6,0 mJ. Abychom dosáhli tohoto rozmezí deformační energie, měnili jsme výšku pádu závaží od 63 do 151 mm. Těmto polohovým výškám odpovídá rychlost závaží od 1,11 do 1,72 m.s<sup>-1</sup>. Poškozující energii jsme měnili v uvedeném rozmezí po 0,25 mJ. Výšku pádu závaží jsme mohli měnit s přesností na 0,1 mm. Míra poškození semen se charakterizovala klíčivostí. Každou zvolenou energii bylo z obou plodin (vojtěška a štovík) poškozeno 4 × 50 semen a byla stanovena jejich klíčivost v souladu s ČSN 46 0610. Celkem bylo poškozeno a vyhodnoceno 4000 semen.

## NAMĚŘENÉ HODNOTY A JEJICH STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ

Při vyhodnocování výsledků měření si zjistíme, zda mezi poškozující energií  $W_v$  a klíčivostí semen vojtěšky  $K_v$  platí lineární korelační vztah; přeprokontrolujeme, zda by funkční závislost mezi  $K_v$  a  $W_v$  nebylo možné vyjádřit regresní přímkou tvaru

$$K_v = a_v + b_v \cdot W$$

$$\text{kde } b_v = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n W_i \cdot K_i - \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sum_{i=1}^n K_i}{n \cdot \sum_{i=1}^n W_i^2 - \left[ \sum_{i=1}^n W_i \right]^2}$$

$$a_v = \bar{K}_v - b_v \cdot \bar{W}_v$$

kde:  $n$  – počet pokusů

Po dosazení číselných hodnot z tab. I vychází, že

$$b_v = -11,22$$

$$a_v = 116,12$$

potom

$$K_v = 116,12 - 11,22 W_v$$

Abychom se přesvědčili, že nalezená korelace skutečně existuje, uděláme test významnosti korelačního koeficientu  $r$  (Kába, 1977); dosadíme do vzorce

$$r_v = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n W_i \cdot K_i - \sum_{i=1}^n W_i \cdot \sum_{i=1}^n K_i}{\sqrt{\left[ n \cdot \sum_{i=1}^n W_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n W_i \right)^2 \right] \left[ n \cdot \sum_{i=1}^n K_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n K_i \right)^2 \right]}} = -0,9702$$

Korelační koeficient je vysoký. Existuje tedy velmi těsná nepřímá lineární závislost mezi klíčivostí semen vojtěšky a energií rázového zatížení (Kába, 1977).

U souboru vzorku šťovíku vychází obdobnými výpočty z číselných dat z tab. II regresní koeficient

$$b_s = -21,36$$

a parametr

$$a_s = 127,31$$

Potom má regresní přímka podobu

$$K_s = 127,31 - 21,36 \cdot W_s$$

a hodnota korelačního koeficientu je

$$r_s = -0,9659$$

Lze tedy konstatovat, že nepřímá lineární závislost poškození semen šťovíku ve funkci poškozující energie (v daném rozmezí energie) je prokázána s vysokou pravděpodobností (Kába, 1977).

Porovnání závislostí klíčivosti na energii mechanického poškození semen vojtěšky a semen šťovíku je zřejmé z obr. 1.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Zajímavým poznatkem je, že klíčivost semen šťovíku kadeřavého klesá v důsledku rázového zatížení rychleji než klíčivost semen vojtěšky odrůdy 'Bobrava'. Zatímco semena vojtěšky si udrží 80% klíčivost požadovanou pro uznání první jakostní třídy osiva ještě i po úderu energií 3,25 mJ, klesá klíčivost semen šťovíku při této hodnotě úderu až pod 60 %. Původní klíčivost, zjištěná u kontrolních vzorků, byla u obou semen shodná — 94 %.

Klíčivost semen vojtěšky se mění v závislosti na energii rázu podle vztahu  $K_v = 116,12 - 11,22 \cdot W_v$ . Tato nepřímá lineární korelační závislost byla zjištěna v rozsahu poškozující energie  $W_v = (2,5 \text{ až } 6,0) \text{ mJ}$  a při vlhkosti semen 8,1 %. Hodnota korelačního koeficientu  $r_v = -0,970$  udává velmi vysoký stupeň vázanosti mezi klíčivostí  $K_v$  a poškozující energií  $W_v$ .

Klíčivost semen šťovíku klesá ve funkci energie rázového zatížení v témž rozsahu poškozující energie podle rovnice přímky:  $K_s = 127,31 - 21,36 W_s$ . I zde je velmi těsný vztah mezi klíčivostí  $K_s$  a energií poškození  $W_s$ , protože i v tomto případě vychází vysoká hodnota korelačního koeficientu:  $r_s = -0,966$ . Vlhkost semen při pokusech byla 9,6 %.

V dostupné literatuře se číselné údaje o odolnosti semen vojtěšky nebo šťovíku proti dynamickému namáhání nevyskytují. Není proto možné zkonfrontovat námi naměřené hodnoty s hodnotami z jiných pramenů. V roce 1978 sledoval Jech poškození semen jetelovin na modelovém zařízení mláticího mechanismu. Zjišťoval poškození v závislosti na změně obvodové rychlosti mláticího bubnu s různě upravenými lištami i s různě upravenými koši.

I. Naměřené a vypočtené hodnoty u semen vojtěšky — Measured and calculated values in the seeds of lucerne

| Číslo měření<br>$i$ | Energie poškození<br>$W_i$ (mJ) | Počet klíčivých semen ve vzorku |    |    |    | Klíčivost<br>$K_i$ (%) | $W_i \cdot K_i$ | $W_i^2$ | $K_i^2$ |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|----|----|----|------------------------|-----------------|---------|---------|
| 0                   | 0,00                            | 46                              | 47 | 49 | 46 | 94                     |                 |         |         |
| 1                   | 2,50                            | 41                              | 43 | 44 | 46 | 87                     | 217,50          | 6,25    | 7 569   |
| 2                   | 2,75                            | 40                              | 44 | 40 | 45 | 85                     | 233,75          | 7,56    | 7 225   |
| 3                   | 3,00                            | 44                              | 43 | 42 | 38 | 84                     | 252,00          | 9,00    | 7 056   |
| 4                   | 3,25                            | 41                              | 41 | 42 | 43 | 83                     | 269,75          | 10,56   | 6 889   |
| 5                   | 3,50                            | 41                              | 40 | 39 | 35 | 78                     | 273,00          | 12,25   | 6 084   |
| 6                   | 3,75                            | 34                              | 41 | 37 | 38 | 75                     | 281,25          | 14,06   | 5 625   |
| 7                   | 4,00                            | (29)                            | 33 | 37 | 35 | 70                     | 280,00          | 16,00   | 4 900   |
| 8                   | 4,50                            | 29                              | 26 | 32 | 30 | 59                     | 265,50          | 20,25   | 3 481   |
| 9                   | 5,00                            | 29                              | 32 | 28 | 27 | 58                     | 290,00          | 25,00   | 3 364   |
| 10                  | 6,00                            | (20)                            | 26 | 24 | 29 | 53                     | 318,00          | 36,00   | 2 809   |
| $\Sigma$            | 38,25                           |                                 |    |    |    | 732                    | 2680,75         | 156,93  | 55 002  |

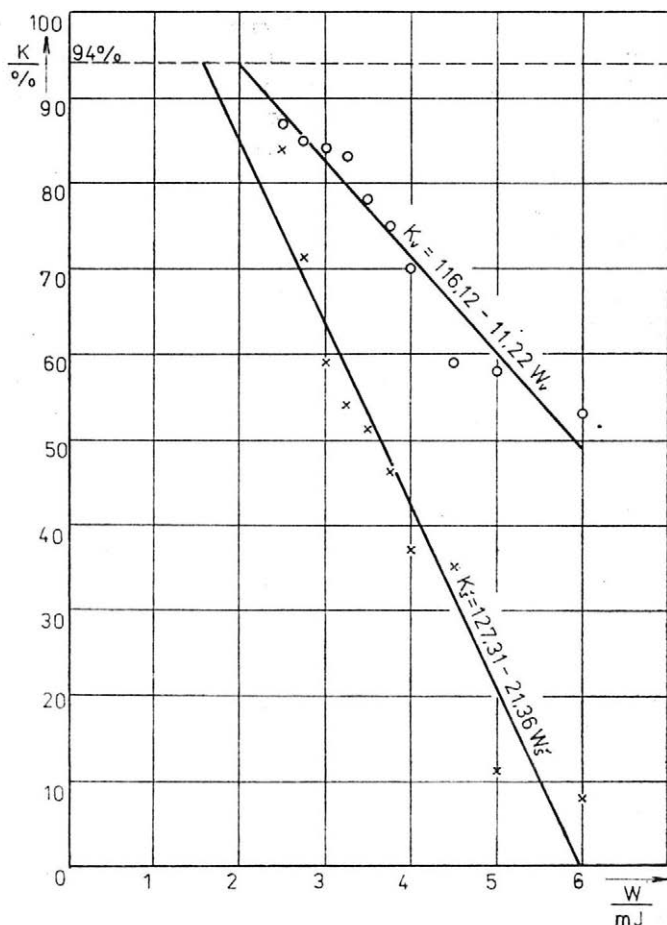
II. Naměřené a vypočtené hodnoty u semen štovíku — Measured and calculated values in the seeds of curly dock

| Číslo měření<br>$i$ | Energie poškození<br>$W_i$ (mJ) | Počet klíčivých semen ve vzorku |    |    |    | Klíčivost<br>$K_i$ (%) | $W_i \cdot K_i$ | $W_i^2$ | $K_i^2$ |
|---------------------|---------------------------------|---------------------------------|----|----|----|------------------------|-----------------|---------|---------|
| 0                   | 0,00                            | 48                              | 44 | 48 | 48 | 94                     |                 |         |         |
| 1                   | 2,50                            | 41                              | 41 | 43 | 43 | 84                     | 210,00          | 6,25    | 7 056   |
| 2                   | 2,75                            | 34                              | 36 | 35 | 37 | 71                     | 195,25          | 7,56    | 5 041   |
| 3                   | 3,00                            | 28                              | 30 | 31 | 28 | 59                     | 177,00          | 9,00    | 3 481   |
| 4                   | 3,25                            | 24                              | 29 | 26 | 28 | 54                     | 175,50          | 10,56   | 2 916   |
| 5                   | 3,50                            | 24                              | 28 | 22 | 27 | 51                     | 178,50          | 12,25   | 2 601   |
| 6                   | 3,75                            | 25                              | 22 | 24 | 20 | 46                     | 172,50          | 14,06   | 2 116   |
| 7                   | 4,00                            | 18                              | 24 | 16 | 16 | 37                     | 148,00          | 16,00   | 1 369   |
| 8                   | 4,50                            | 21                              | 17 | 14 | 18 | 35                     | 157,50          | 20,25   | 1 225   |
| 9                   | 5,00                            | 6                               | 5  | 6  | 5  | 11                     | 55,00           | 25,00   | 121     |
| 10                  | 6,00                            | 4                               | 5  | 4  | 3  | 8                      | 48,00           | 36,00   | 64      |
| $\Sigma$            | 38,25                           |                                 |    |    |    | 456                    | 1517,25         | 156,93  | 25 990  |

V jiné práci zveřejnil Jech (1979) výsledky sledování při mlácení jetelovin upravenými žacími mlátičkami. Tyto pokusy však byly zaměřeny na studium procesu výmlatu jetelovin.

Pro srovnání získaných výsledků budeme citovat z poměrně rozsáhlé literatury

1. Porovnání závislosti klíčivosti na energii mechanického poškození semen vojtěšky odrůdy 'Bobrava' (○) a semen šfovíku kadeřavého (×) — Comparison of the dependence of germination on the energy of mechanical damage of the 'Bobrava' lucerne variety seeds (○) and seeds of curly dock (×)



zabývající se mechanickými vlastnostmi semen jen některé prameny. Zaměříme pozornost zejména na ty práce, které přinášejí objektivně srovnatelné informace o semenech, tj. číselné hodnoty o jejich rezistenci vůči poškození. Nejdříve se zmíníme o nevelkém počtu výzkumných prací zabývajících se drobnými zeleninovými semeny.

Friedman (1982) poškozoval zeleninová semena úderem různou energií. Míru poškození přitom posuzoval klíčivostí. Podle jeho pokusů klesla klíčivost semen hlávkového salátu na 40 % po úderu energií 2,5 mJ a semen mrkve po úderu energií 1,0 mJ. Semena cibule shledal jako odolnější: jejich klíčivost klesla pod 40 % až v důsledku rázu energií 7,0 mJ.

V jiné práci publikoval Friedman (1984) poznatky o vlivu rázového zatížení na klíčivost ředkvičky. Došel k závěru, že úder energií do 2,2 mJ ještě nesnižují klíčivost ředkvičky natolik, aby významně ovlivnily jakost semen. Dále zjistil, že při stejných energiích úderu různě těžkými závažími padajícími z různých výšek (závaží o hmotnosti  $m_1 = 1$  g,  $m_2 = 1,5$  g,  $m_3 = 2$  g) není rozdíl v poškození semen statisticky významný.

Rovněž o zrninách se jen sporadicky vyskytují publikace, které číselnými hodnotami charakterizují jejich odolnost vůči poškození.

Hanzelík (1971) zjišťoval energii potřebnou na deformaci zrn ječmene jak při statickém, tak i při dynamickém zatížení. Dynamicky namáhal semena pomocí kyvadla. Došel přitom ke zjištění, že průměrné hodnoty deformační práce se pohybují v rozmezí od 210 do 290 mJ. Při statickém zatížení činilo rozmezí 387 až 661 mJ.

Hanzelík a Kelemen (1967) zatěžovali pšeničná zrna dynamicky. Ve svém příspěvku uvádějí, že energie potřebná na poškození zrn odrůd 'Košutská' a 'Diana I' se pohybuje v poměrně širokém rozmezí od 100 do 300 mJ. Podle jejich údajů neovlivňovala vlhkost zrn (ve zkoušeném rozsahu vlhkosti) rezistenci vůči poškození.

Češka (1971) naopak poukázal na existenci optimální vlhkosti, při které je pšeničné zrno nejméně citlivé na poškození. Zatěžoval zrna ozimé pšenice odrůdy 'Kaštická' statkou silou. Zjistil, že tato odrůda neztrácí své semenné vlastnosti ani po zatížení energií o hodnotě 50 až 100 mJ.

Na vliv vlhkosti na mechanické vlastnosti semen upozornili různí autoři. Jech a Sosnowski (1979) poškozovali semena fazolu, hrachu a sóji. Shledali, že při nízké vlhkosti se semena poškozuji snadněji než při vlhkosti vyšší. Naproti tomu Proskurina aj. (1975) dokazovali, že semena sóji se právě při vyšší vlhkosti poškozuji snadněji.

Rovněž Knoll (1976) uvedl, že semena se při vyšší vlhkosti poškozuji snadněji než při vlhkosti nižší. Došel k závěru, že pevnost v tlaku se výrazně snižuje do podílu vlhkosti 24 %. Od této hodnoty vlhkosti se pak pevnost téměř nezmění.

## ZÁVĚR

Aby bylo možné upřesnit rozmezí energie využitelné pro mechanické znehodnocení semen štovíku v osivu vojtěšky, bylo by účelné zjistit ještě odolnost těchto semen vůči rázovému zatížení v závislosti na jejich vlhkosti.

Získané poznatky by pak například mohly být využity při konstrukci stroje, který by pracoval na principu vrhání semen proudem vzduchu o určité rychlosti na ocelovou desku. Při podrobném studiu by mohla být nalezena taková hodnota rychlosti nárazu semen, při níž by štovík ztrácel klíčivost téměř úplně, zatímco klíčivost vojtěšky by se příliš nezměnila.

## Literatura

- ČEŠKA, V.: Vliv mechanického poškození na biologickou aktivitu ozimé pšenice. Zeměd. Techn., 17, 1971, č. 7, s. 457-463.  
ČSN 46 0610. Zkoušení osiva. 1968.  
FRIEDMAN, M.: Odolnost některých zeleninových semen vůči mechanickému poškození. In: Sbor. MF VŠZ v Praze. Praha 1982, díl 1, s. 87-97.  
FRIEDMAN, M.: Některé poznatky o vlivu rázového zatížení na klíčivost ředkvičky. In: Sbor. MF VŠZ v Praze. Praha 1984, s. 81-98.  
HANZELÍK, F.: Energia na deformáciu zrn jačmeňa pri dynamickom a statickom zatažení. Zeměd. Techn., 17, 1971, č. 8, s. 509-519.  
HANZELÍK, F. — KELEMEN, P.: Deformačná práca zrn pšenice pri dynamickom zatažení. Poľnohospodárstvo, 13, 1967, č. 12, s. 913-926.  
JECH, J.: Výmlat ďatelovín obilným kombajnom. Mechaniz. Zeměd., 29, 1979, č. 1, s. 12-17.  
JECH, J. — SOSNOWSKI, S.: Poškodenie semien strukovín pri rázoch. Zeměd. Techn., 25, 1979, č. 6, s. 367-375.  
KÁBA, B.: Statistika. 1. vyd. Praha, Vysoká škola zemědělská v Praze 1977.  
KASPAR, P.: Změna klíčivosti semen vojtěšky v důsledku mechanického poškození. [Diplomová práce.] Praha 1983. 37 s. — Vysoká škola zemědělská v Praze, mechanizační fakulta.  
KLESNÍL, A. a kol.: Vojtěška. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1965. 201 s.  
KNOLL, J.: Pevnosť zrna v tlaku a energetická náročnosť na jeho spracovanie. Zeměd. Techn., 22, 1976, č. 5, s. 263-271.  
PROSKURINA, V. L. — KAŠEVATSKAJA, L. A. — BELOCHVOSTNIKOV, I. I.: Mechaničeskoje povreždenija semjan podsolnečnika i semjan soi. Zemled. Choz., 1975, č. 9, s. 42-43.  
VODÁK, A.: Semena nebo plody našich kulturních rostlin a nejčastějších plevelů. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1956. 260 s.

Došlo dne 4. 7. 1984

ФРИЕДМАН, М. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Изменение энергии прорастания семян люцерны и щавеля под действием ударной нагрузки. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 411-417.

Цель эксперимента заключалась в установлении различия в стойкости семян люцерны (*Medicago sativa* L. и семян щавеля курчавого (*Rumex crispus* L. по отношению к динамической нагрузке. Семена повреждались энергией от 2,5 мДж до 6,0 мДж. Для такого диапазона энергии нами была установлена обратная линейная корреляционная зависимость между энергией прорастания обоих семян и энергией ударной нагрузки. (Коэффициент корреляции у люцерны  $r_v = 0,970$ , у щавеля  $r_s = 0,966$ ). При этом оказалось, что семена щавеля более восприимчивы к повреждению, чем семена люцерны. Поэтому предполагается возможность понижения числа всхожих семян очень вредоносного щавеля в семенном материале люцерны ударной нагрузкой.

физические свойства семян; семена сорняков; устойчивость семян люцерны к ударной нагрузке; устойчивость семян щавеля к ударной нагрузке

FRIEDMAN, M. (University of Agriculture, Praha): *The Change of Germination in the Seeds of Lucerne and Curly Dock through Shock Load*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 411-417.

The experiment was aimed at finding out differences in the resistance of the seeds of lucerne (*Medicago sativa* L.) and curly dock (*Rumex crispus* L.) to dynamic stress. The seeds were damaged by energy from 2.5 mJ to 6.0 mJ. For this energy range indirect linear correlation between the germination of the seeds of the two species and energy of shock load was determined. (Correlation coefficient in lucerne is  $r_v = 0.970$ , in curly dock  $r_s = 0.966$ .) At the same time, higher susceptibility to damage was observed in the seeds of curly dock than in the seeds of lucerne. There exists, therefore, a possibility of decreasing the number of germinative seeds of very harmful curly dock in the seedlot of lucerne by shock load.

physical properties of seeds; weed seeds; resistance of lucerne seeds to shock load; resistance of curly dock seeds to shock load

FRIEDMAN, M. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Veränderungen der Keimfähigkeit von Luzerne- und Ampfersamen infolge von Stoßbelastung*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 411-417.

Das Ziel der Experimente lag in der Ermittlung der Unterschiede in der Resistenz von Samen der Luzerne (*Medicago sativa* L.) und des Krausen Ampfers (*Rumex crispus* L.) gegenüber dynamischer Belastung. Die Samen wurden durch eine Energie von 2,5 mJ bis 6,0 mJ beschädigt. Für diesen Energiebereich fanden wir eine indirekte lineare Korrelationsbeziehung zwischen der Keimfähigkeit beider Samen und der Energie der Stoßbelastung. (Der Korrelationskoeffizient bei der Luzerne beträgt  $r_v = 0,970$ , beim Ampfer  $r_s = 0,966$ .) Dabei hat es sich erwiesen, daß die Ampfersamen gegen Beschädigung empfindlicher sind als die Luzernesamen. Es wird daher die Möglichkeit erwogen, durch Stoßbelastung die Zahl der keimfähigen Samen des sehr schädlichen Ampfers im Luzernesaatgut zu vermindern.

physikalische Eigenschaften von Samen; Unkrautsamen; Resistenz von Luzernesamen gegen Stoßbelastung; Resistenz von Ampfersamen gegen Stoßbelastung

---

#### Adresa autora:

Doc. ing. Mikuláš Friedman, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 00 Praha 6 - Suchbát

---

## Výběr z nových přírůstků

### Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

#### z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

BRIČENOK, A. V.

D 75.578

#### **Vzaimozamenjajemost' detalej sel'skochozjajstvennyh mašin.**

Moskva, Rosselschoizdat 1983. 368 s., tab. (Zemědělské stroje — součásti — zaměnitelnost — příručka)

#### **Landmaschinenlehre.**

D 74.867/2

Leitfaden für Studierende der Landwirtschaft. Band 2. Geräte und Maschinen der Pflanzenproduktion. 5., durchgesehene Auflage.

Berlin, VEB Verlag Technik 1980. 480 s., obr., tab., gr. (Učebnice — zemědělské stroje — rostlinná výroba — ZŠ vysoké — NDR)

LUDER, W.

C 19.978/248

#### **Mähdrusch: Verfügbare Zeit, erforderliche Kapazität, Kosten.**

Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft u. Landtechnik 1984. 9 s., obr., tab. Blätter für Landtechnik 248. (Sklízecí mlátičky — využití — náklady)

D 69.307/322

**Lykketronic Kvick Tester U 82 kornfugtighedsmaler.** Fabrikant og anmelder: Lykketronic v/Olaf Larsen, Løgstør.

Bygholm, SjF 1983. 6 s. Meddelelse 322. (Vlhkoměry obilí — LYKKE-TRONIC KVICK TESTER U 82 — zkoušení — Dánsko — zprávy)

#### **Spravočnik po skorostnoj sel'skochozjajstvennoj technike.**

E 44.067

Moskva, Kolos 1983. 285 s., 77 tab., 58 obr., (Zemědělské stroje — rychlost pracovní — zvýšená / Traktory výkonné — příručka)

O. Rychnovský

RYCHNOVSKÝ, O. (Agrozet, koncernový podnik, Prostějov): *Vliv utužení půdy při sázení brambor na jejich výnos*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 419-426.

Na základě pětiletých pokusů v sovětském ústavu UNIIMESCH při pěstování pšenice a ječmene na pozemcích obdělávaných různými typy traktorů (se značně rozdílnými hodnotami měrného tlaku na půdu) je v práci proveden výpočet zvýšení výnosu brambor při použití nového typu sázeče. Novost tohoto sázeče spočívá mj. v tom, že zvětšením opěrné plochy o 80 % se snížil průměrný měrný tlak na půdu přibližně z 310 kPa na 150 kPa. Tím se dosáhlo toho, že utužená plocha je sice větší, ale utužení proniká do podstatně menší hloubky, která se opětne nakypří běžnou orbou. Výpočet zvýšení výnosů je založen na hlavním výsledku pokusů, tj. na poznatku, že snížení měrného tlaku na půdu o každých 10 kPa znamená zvýšení výnosu na celé obdělávané ploše o 1 %. Při výpočtu byla volena řada omezujících faktorů. Přesto je zvýšení výnosu na ploše, kterou stroj za dobu své životnosti pracuje, tak vysoké, že několikanásobně přesahuje cenu celého stroje. Řešení je tedy velmi efektivní. Důležité a nové na této práci je, že se snaží fyzikální a biologické účinky snížení měrného tlaku na půdu převést na ekonomické hodnoty, aby bylo možné dokázat, že nové řešení je ekonomicky efektivní.

měrné tlaky na půdu; výnosy; sázeče brambor; ekonomický efekt

Utužování půdy zemědělskou technikou představuje v laické i odborné veřejnosti již mnoho let velmi aktuální problém. Existují desítky odborných prací zabývajících se fyzikální a biologickou stránkou tohoto jevu (hloubkou a šířkou ztuhnutých vrstev v závislosti na různém zatížení, stupněm ztuhnutí, sníženou propustností pro vodu, biologickými změnami v půdě apod.).

Zemědělská praxe škodlivost ztuhnutí půd nepřímou potvrzuje a brání se mu používáním dvojitých kol na kolových traktorech (od začátku 60. let v NDR a v posledních letech i v ČSSR) nebo přednostním používáním pásových traktorů (v SSSR), čímž se měrný tlak — a tedy i ztuhnutí půdy — podstatně snižuje. Na první pohled by se mohlo zdát, že ztuhnutí půdy mechanizačními prostředky se dostatečně napraví opětovným nakypřením půdy orbou a kultivací. Problém je však v tom, že účinek hmotnosti těžkých kolových traktorů a dalších vozidel proniká na poli až do dvojnásobné hloubky (60 cm), než je hloubka běžné orby (30 cm). Pod orniční vrstvou tedy zůstává ještě další poškozená vrstva půdy, jejíž škodlivý účinek je dlouhodobý.

Přesto nebyly donedávna známy hodnoty určující velikost škodlivosti vlivu ztuhnutí půdy na výnos plodin a na výši dalších negativních následků — tedy na velikost takto způsobených finančních ztrát.

Znalost těchto hodnot je nezbytná pro rozhodnutí o výši prostředků, jejichž vynaložením je možné těmto ztrátám předejít, odstranit je, nebo alespoň snížit.

Jsou proto nanejvýš záslužné pokusy pracovníků sovětského ústavu UNIIMESCH [Jušin aj., 1982]. Výsledků pokusů těchto pracovníků je využito k vyhodnocení finančního efektu, který vzniká použitím nového typu sázeče brambor SA 2-077 ve srovnání s obdobným typem dosavadním [6 SAD-75].

## MATERIÁL A METODA

V UNIIMECH bylo do pokusů zařazeno pěstování jarního ječmene a ozimé pšenice na zvláštních pokusných parcelách. Pokusy trvaly pět let, což dostatečně zaručuje vyloučení vlivu rozdílnosti počasí v jednotlivých letech.

Z pokusů vyplynuly tyto hlavní poznatky:

— Ve stopách traktorů byly výnosy podstatně nižší než na kontrolní neutužené parcele. Konkrétní hodnoty jsou tyto:

|                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| kontrolní parcela . . . . .        | 3057 kg . ha <sup>-1</sup> = 100,0 % |
| stopy traktoru DT 75 PGD . . . . . | 2628 kg . ha <sup>-1</sup> = 86,0 %  |
| stopy traktoru T 74 . . . . .      | 1974 kg . ha <sup>-1</sup> = 64,6 %  |
| stopy traktoru T 150 K . . . . .   | 1965 kg . ha <sup>-1</sup> = 64,3 %  |

— Přepočtem zřít ve stopách na celou plochu pokusného pozemku byly určeny tyto ztráty výnosů: u traktoru DT 75 PGD 3,5 %, u ostatních traktorů 10 až 13 %.

— Zvýšením měrného tlaku na půdu o každých 10 kPa se výnos ječmene i pšenice snížil o 25 až 35 kg . ha<sup>-1</sup>, což při výnosu na kontrolní parcele 3057 kg . ha<sup>-1</sup> představuje průměrně 1 %.

— Odpor půdy při následném zpracování ve stopách traktorů se zvýšil 1,5 až 1,8krát ve srovnání s půdou neutuženou.

Výsledků těchto pokusů je v práci použito k finančnímu vyjádření přínosu nového typu sázeče brambor, vybaveného podvozkem s podstatně nižším měrným tlakem na půdu ve srovnání s jeho předchůdcem (obr. 1 až 5).

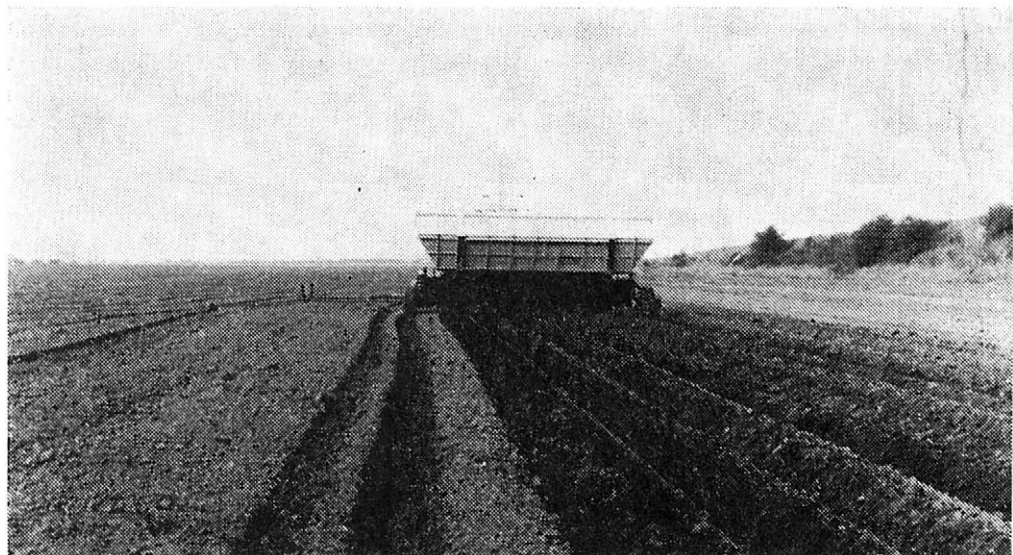
## VÝSLEDKY

### VYHODNOCENÍ Vlivu NIŽŠÍHO MĚRNÉHO TLAKU NOVÉHO TYPU SÁZEČE BRAMBOR

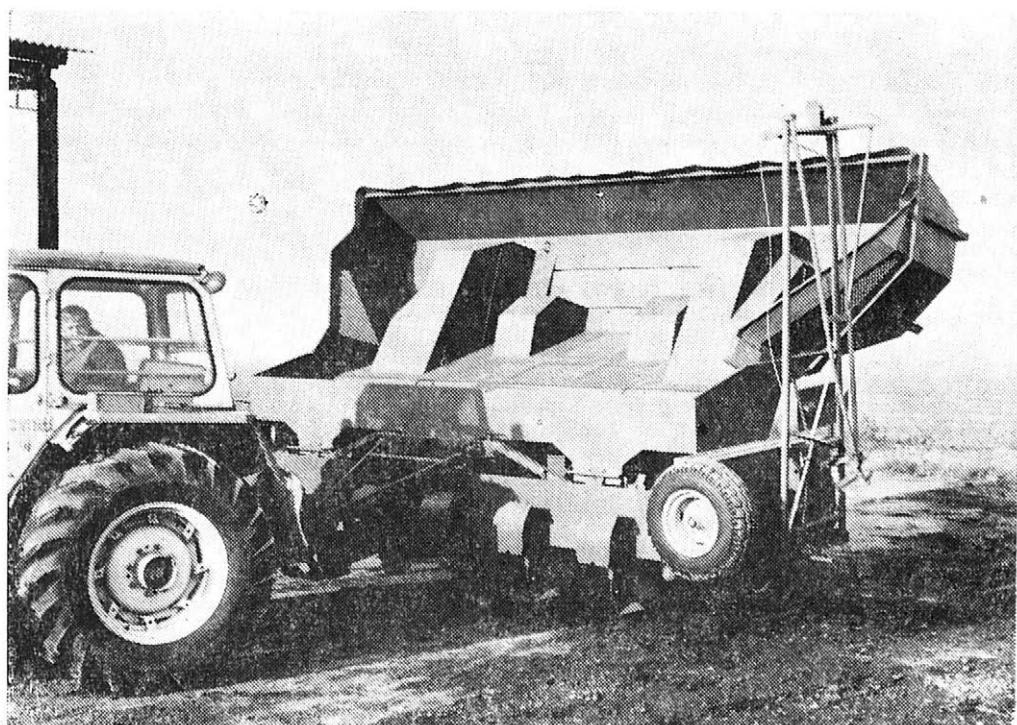
Sázeč 6 SAD-75 byl vyráběn především pro potřeby zemědělství NDR (obr. 1). V kypré písčité půdě, v NDR běžné, zanechává tento stroj poměrně hluboké stopy. I když jde o stopy mezi řádky, má utlačení půdy nemalý vliv na růst trsů ve vedlejších řádcích. U nového typu (SA 2-077 — obr. 2 a 3) je proto opěrná plocha pojezdových kol podstatně zvětšena [o 80 %]. To umožnilo značně snížit zatížení a huštění pneumatik, a tím i jejich měrný tlak na půdu. Tyto parametry jsou u obou typů sázečů znázorněny na obr. 4 a 5.

Z porovnání hodnot uvedených na obr. 4 a 5 plyne:

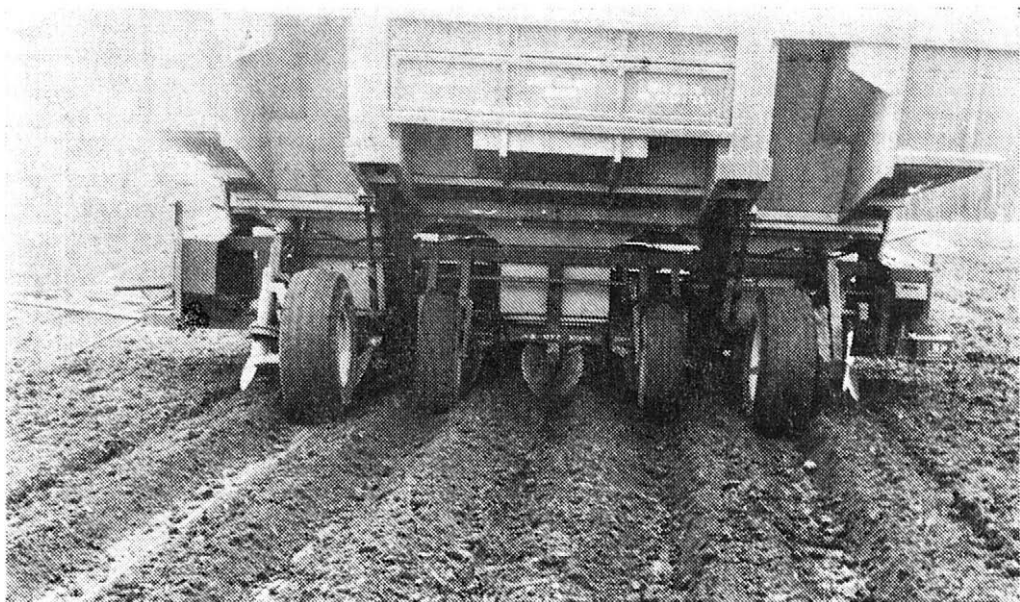
— Celkové zatížení kol je v prvním případě 60 kN, ve druhém případě — u nového typu — pouze 53 kN, tedy o 7 kN méně. Je to způsobeno čtyřmi kryty pojezdových kol, které jsou u nového typu vestavěny do zásobníku, jehož kapacita je následkem toho asi o 700 kg sadby men-



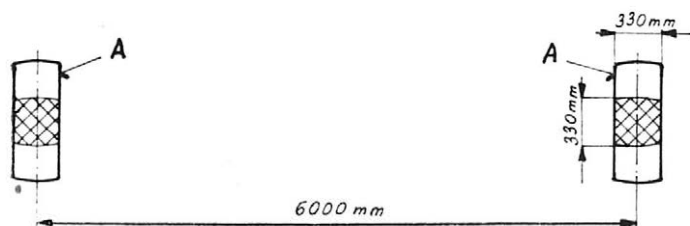
1. Sázeč 6 SAD-75 při práci na lehké písčité půdě v NDR — Planter 6 SAD-75 during work on light-textured sandy soil in the GDR



2. Sázeč SA 2-077 v „úvratové poloze“ — Planter SA 2-077 in the “headland position”

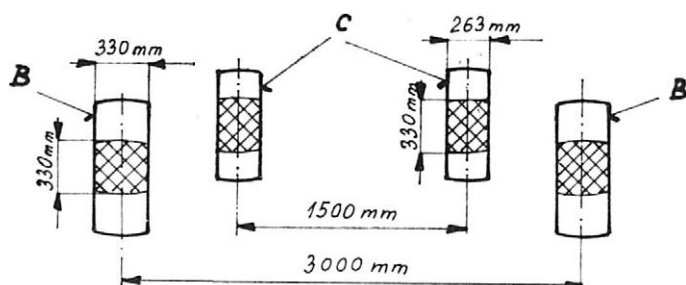


3. Sázec SA 2-077 při práci na písčito-hlinité půdě ve svažitém terénu v NDR — Planter SA 2-077 during work on loamy sand in a sloping terrain in the GDR



4. Parametry zatížení  
pojezdových kol sázecí  
6-SAD-75 — Parameters  
of drive wheels pressure  
of planter 6-SAD-  
-75

A ... kola 12,5 - 18 (huštění 400 kPa, maximální zatížení jednoho kola 30 kN, střední měrný tlak na půdu cca 310 kPa)  
XXX ... opěrné plochy kol na tvrdé podložce



5. Parametry zatížení  
pojezdových kol sázecí  
SA 2-077 — Parameters  
of drive wheels pressure  
of planter SA 2-  
-077

B ... kola 12,5 - 18 (huštění 240 kPa, maximální zatížení jednoho kola 16,5 kN, střední měrný tlak na půdu cca 170 kPa)  
C ... kola 10 - 15 (huštění 240 kPa, maximální zatížení jednoho kola 10 kN, střední měrný tlak na půdu cca 130 kPa)  
XXX ... opěrné plochy kol na tvrdé podložce

ší. Tato snížená kapacita (4300 kg sadby) však zemědělství NDR plně postačuje.

— Střední měrný tlak na půdu se snížil přibližně z 310 kPa na 130 až 170 kPa, tedy průměrně o 160 kPa.

Dále provedený výpočet vychází z těchto předpokladů:

1. Rozdíl měrných tlaků dosavadního a nového typu sázeče je 160 kPa.

2. Utužení půdy sázečem má na výnos brambor minimálně stejný vliv jako utužení půdy secím strojem na výnos obilí, protože brambory se sázejí rovněž na jaře, kdy je půda nejméně tak vlhká (a tedy i nejméně tak náchylná k utužení), jako při setí.

3. Na celkovém utužení půdy se sázeč podílí jen 5 %, protože při pěstování a sklizni brambor jezdí po poli ještě traktory a další stroje.

4. Výnos brambor: 20 t . ha<sup>-1</sup>.

5. Cena brambor ve sklizeném stavu: 1200 Kčs . t<sup>-1</sup>.

6. Výkon sázeče za celou dobu jeho životnosti: 2400 ha.

## VÝPOČET SPOLEČENSKÉHO PŘÍNOSU ŘEŠENÍ

Přínos používání jednoho stroje za jeho celou životnost činí:

$$16 \% \times 5 \% \times 20 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \times 1200 \text{ Kčs} \cdot \text{t}^{-1} \times 2400 \text{ ha} = 460\,800 \text{ Kčs},$$

kde: 16 % — plyne ze snížení měrného tlaku o 160 kPa

5 % — plyne z odhadnutého vlivu sázeče na celkové utužení pozemku

20 t . ha<sup>-1</sup> — výnos brambor

1200 Kčs . t<sup>-1</sup> — cena brambor ve sklizeném stavu

2400 ha — výkonnost sázeče za celou jeho životnost

Při použití nového typu sázeče znamená zvýšení výnosu z jednoho hektaru přínos 192 Kčs, což při celkové ploše brambor v NDR (cca 450 000 ha) bude činit 86,4 mil. Kčs.

## DISKUSE

Použité předpoklady nejsou zcela přesné. Jsou však voleny se značnou zdrženlivostí (zejména 5% vliv sázeče na celkové utužení půdy). Mimo to nebyly do výpočtu zahrnuty další příznivé následky snížení měrného tlaku na půdu:

— snížení odporu půdy při jejím následném zpracování po sklizni brambor;

— vyšší propustnost půdy pro hnojiva i pro vodu;

— lepší podmínky pro růst následných plodin;

— nižší náklady na hloubkové kypření.

Do výpočtu nebyly zahrnuty ani faktory, které náklady při používání nového typu sázeče poněkud zvýší:

— zvýšení nákladů na sklizeň většího množství brambor;

— zvýšení nákladů na používání nového (dražšího) typu sázeče.

Snížení měrného tlaku je dosaženo za cenu značného zvětšení utužené plochy. Z dříve uváděných výsledků pokusů však vyplývá, že při použití traktorů o přibližně stejné hmotnosti, ale s podstatně rozdílnými

měrnými tlaky, byly i výnosy podstatně rozdílné. Menší snížení výnosu se projevilo tam, kde byl měrný tlak nižší, i když utlačená plocha byla značně větší. Tyto výsledky jsou logické, protože při nižším měrném tlaku se utlačila především orniční vrstva, kterou bylo možné nakypřit běžnou orbou. Naopak u vyšších měrných tlaků se utužila i podorniční vrstva, kterou již běžnou orbou nebylo možné nakypřit.

Vyčíslený přínos řešení ( $192 \text{ Kčs} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) je tedy možné považovat za spodní hranici skutečného přínosu, který nový stroj bude mít pro zemědělskou praxi. Z vyčíslených hodnot je také patrné, že úspory jsou nejméně čtyřnásobkem ceny celého nového sázeče. Vyšší cena sázeče bude uhrazena úsporami, které vzniknou hned po zasazení brambor na několika prvních desítkách hektarů.

V úvodu citované pokusy pracovníků ústavu UNIIMESCH jsou dosud ojedinělé. Bylo by jistě účelné dělat obdobné pokusy i při pěstování dalších plodin, v jiných půdních a klimatických podmínkách atd., aby pro rozhodování o efektivnosti různých provedení konkrétních strojů bylo více podkladů. Jsou předpoklady pro to, aby se vynaložené náklady mnohonásobně a rychle vrátily.

## ZÁVĚR

Pokusy, na něž bylo v úvodu této práce poukázáno, prokázaly přímou souvislost mezi utužením půdy a výnosem plodin. Prokázaly také značnou závažnost problému utužování půd, kterou je nutné při intenzivním způsobu hospodaření respektovat.

Ve vlastní práci je pak výsledků pokusů využito k vyčíslení přínosu, kterého se dosáhne použitím nového typu sázeče brambor s nižším měrným tlakem na půdu místo dosavadního typu s vyšší hodnotou tohoto tlaku. Závěry z aplikace výsledků pokusů na sázeč brambor prokazují jednoznačně efektivnost používání strojů s nižšími měrnými tlaky na půdu. Efektivnost nespočívá pouze v přímém finančním efektu při pěstování brambor, ale i v pozdějších příznivých efektech pro zemědělskou výrobu a v příznivých efektech ekologických.

Těchto poznatků by tedy bylo třeba postupně využít i při řešení dalších zemědělských strojů a možností, které zemědělství dnes již má, plně využívat. Je to např. širší používání dvojítlakových montáží pneumatik na traktorech, odstranění tvorby provizorních cest na polích, paralelních s cestami stálými atd.

## Literatura

JUŠIN, A. a kol.: Vlivy chodových systémů traktorů na počvu i uroжайnost. Mechaniz. i Elektr. sel. Choz., 2, 1982, s. 32-34.

Došlo dne 27. 11. 1984

РЫХНОВСКИЙ, О. (Агрозет, концерновое предприятие, Простейов): Влияние уплотнения почвы при посадке картофеля на его урожай. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 419-426.

На основе пятилетних опытов, проведенных в советском институте УНИИМЭСХ при выращивании пшеницы и ячменя на делянках, обрабатываемых разными типами тракторов (с большими различиями удельного давления на почву), в данной статье рассчитано повышение урожая картофеля с применением нового типа картофелесажалки. Новость этой сажалки заключается в том, что с ростом опорной площади на 80 % среднее удельное давление на почву понизилось с 310 кПа до 150 кПа. При этом — хотя и больше бывает уплотненной почвы — само уплотнение проникает на гораздо меньшую глубину, которое восстанавливается при нормальной вспашке. Расчет повышения урожаев основан на главном результате опытов, т. е. на данных, что понижение удельного давления на почву на каждые 10 кПа означает повышение урожая по всей обработанной площади на 1 %. При расчете учитывался ряд ограничивающих факторов. Несмотря на это повышение урожая на площади, обработанной машиной в течение ее срока службы, бывает таким высоким, что в несколько раз превышает стоимость всей машины. Следовательно, расчет очень эффективен. Очень важным и ценным при этом считается то, что автор старается перевести физические и биологические действия понижения удельного давления на почву на экономические показатели и таким образом доказать экономически эффективность нового решения.

удельное давление на почву; урожай; картофелесажалка; экономический эффект

RYCHNOVSKÝ, O. (Agrozet, Concern enterprise, Prostějov): *The Effect of Soil Compressing during Planting of Potatoes on their Yield*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 419-426.

On the basis of five-year experiments with growing wheat and barley in the fields cultivated by different types of tractors (with considerably different values of specific compression on soil) in the Soviet Institute UNIMESCH, a calculation is carried out of an increasing potato yield with the use of the new type of planter. The novelty of this planter is that through an 80% increase of bearing area, the average specific compression on soil decreased approximately from 310 kPa to 150 kPa. Thus the compacted surface is larger, but compaction affects a substantially thinner layer of soil which can be loosened by normal ploughing. The calculation of increased yields is based on the main results of experiments, i. e. on the finding that decreasing specific compression on soil by 10 kPa means increased yields on the overall cultivated area by 1 %. The whole series of restricting factors were selected during the calculation. In spite of this, the yield increase in the area which the machine works during its service life is so high that it is several times higher than the price of the machine. The solution is therefore very effective. Important and new in this work is the fact that there is an effort to transfer physical and biological effects of decreasing the specific compression on soil into economic values in order to prove that the new solution is economically effective.

specific compressions on soil; yields; potato planters; economic effect

RYCHNOVSKÝ, O. (Agrozet, Konzernbetrieb, Prostějov): *Einfluß verdichteten Bodens beim Kartoffellegen auf deren Ertrag*. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985 (7) : 419-426.

Aufgrund fünfjähriger Versuche mit dem Anbau von Weizen und Gerste auf durch verschiedene Traktorentypen bearbeiteten Schlägen (mit beträchtlich unterschiedlichen Werten des spezifischen Bodendruckes) im sowjetischen Forschungsinstitut UNIMESCH wird in der vorliegenden Arbeit eine Berechnung der Erhöhung des Kartoffelertrags beim Einsatz eines neuen Typs von Kartoffellegemaschinen vorgelegt. Das Neue an dieser Legemaschine beruht unter anderem darin, daß durch Vergrößerung der Stützfläche um 80 % der mittlere spezifische Bodendruck von 310 kPa auf 150 kPa gesenkt wurde. Dadurch erreichte man, daß die verdichtete Fläche zwar größer ist, die Verdichtung jedoch in eine wesentlich geringere Tiefe eingreift, die dann wiederum durch geläufige Bodenbearbeitung gelockert werden kann. Die Berechnung der Ertragserhöhung beruht auf dem Hauptergebnis der Versuche, d. h. auf der Erkenntnis, daß eine Herabsetzung des spezifischen Bodendruckes um jeweils 10 kPa eine Ertragserhöhung auf der gesamten Anbaufläche

um 1 % bedeutet. Bei der Berechnung wurde eine Reihe limitierender Faktoren eingesetzt. Trotzdem ist die Erhöhung auf jener Fläche, die die Maschine während ihrer Lebensdauer zu bearbeiten vermag, so hoch, daß sie den Preis der ganzen Maschine mehrmals übersteigt. Diese Lösung ist daher sehr effektiv. Wichtig und neu an dieser Arbeit ist, daß sie physikalische und biologische Auswirkungen der Herabsetzung des spezifischen Bodendruckes auf ökonomische Werte umzuformen bestrebt ist, um auf diese Weise nachweisen zu können, daß die neue Lösung ökonomisch effektiv ist.

spezifischer Bodendruck; Erträge; Kartoffellegemaschinen; ökonomischer Effekt

---

*Adresa autora:*

Ing. Oldřich Rychnovský, Agrozet, koncernový podnik, 796 21 Prostějov

---

B. Groda

---

GRODA, B. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Hodnocení spolehlivosti dojírny DZKD-15*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 427-439.

Příspěvek se zabývá hodnocením poruchovosti prvků dojírny DZKD-15 v průběhu doby jejího provozu. Pro toto hodnocení jsou jednotlivé prvky seskupovány do vhodných souborů funkčních skupin dojírny. Jsou hodnoceny soubory vybraných důležitých funkčních skupin dojírny. Kromě toho jsou vytvořeny a hodnoceny soubory, z nichž jsou vhodně vylučovány jednotlivé skupiny prvků nebo jednotlivé prvky. Z rozboru takto vytvořených souborů vyplývá podíl a význam poruchovosti důležitých funkčních skupin a prvků dojírny DZKD-15. Je hodnocena spolehlivost základních funkčních skupin a funkčních skupin automatizace řízení činnosti dojírny. Z analýzy jsou odvozeny oblasti inovace prvků a funkčních skupin dojírny a úkoly pečovatelského systému OZS STS pro dojírny DZKD-15.

ukazatele spolehlivosti; rozbor poruchovosti; četnost poruch; četnost obnov

---

Spolehlivá činnost strojního zařízení je základním předpokladem dobrých výrobních výsledků koncentrované a specializované živočišné výroby. Například podmínkou pro to, aby mohly být zavedeny kontejnerové způsoby chovu skotu ve velkovýrobních podmínkách, je dosáhnout nejvyšší možné spolehlivosti strojního zařízení. Spolehlivost strojů se nejčastěji hodnotí číselnými charakteristikami spolehlivosti. Rozborem spolehlivosti podle číselných charakteristik se hodnotí spolehlivost staticky, tj. nezávisle na časovém průběhu poruchovosti (Groda a Hronová, 1981).

Hodnocení spolehlivosti dojírny DZKD-15, uvedené v tomto příspěvku, vychází z časového průběhu charakteristik spolehlivosti, mezi něž patří kumulativní četnost doby bezporuchové činnosti, doby obnovy, dynamická intenzita poruch, pravděpodobnost bezporuchové činnosti atp. Podle dynamiky změn — průběhu těchto charakteristik v době provozu — lze hodnotit stav strojního zařízení a příčiny jeho změn. Podle průběhu strmosti lomené čáry kumulativních četností (např. doby bezporuchové činnosti, doby obnovy atd.) lze hodnotit stav strojního zařízení, v tomto případě kruhové dojírny DZKD-15, v příslušném úseku doby provozu, protože tangenta jednotlivých úseků lomené čáry vyjadřuje délku bezporuchové činnosti a počet oprav, resp. úkonů obnovy za čas. S rostoucí strmostí se tedy zkracuje doba bezporuchové činnosti, nebo naopak, roste počet oprav v daném úseku doby provozu.

## METODIKA

Časové charakteristiky spolehlivosti dojírny DZKD-15 byly vypočítány z údajů o poruchovosti dojírny pomocí počítače EC 1033. Interval pro výpočet jednotlivých charakteristik spolehlivosti činil 100 až 9000 hodin provozu. Takto určené charakteristiky spolehlivosti jsou pro některé hodnocené soubory graficky vyhodnoceny v obr. 1 až 5. Jednotlivé hodnocené soubory byly vytvořeny takto: Nejdříve byl hodnocen soubor všech prvků dojírny, z něhož byly vytvořeny další soubory tak, že byly postupně vyloučeny jednotlivé funkční skupiny dojírny. Obdobně se tvořily soubory jednotlivých funkčních skupin dojírny, tzn., že ze souborů příslušných skupin byly postupně vylučovány jednotlivé prvky těchto skupin. Konečně byly tvořeny soubory některých prvků, funkčních skupin, event. jejich seskupení. Způsob tvorby hodnocených souborů vyplývá z názvů grafického vyhodnocení na obr. 1—5. Členění souborů může být ještě podrobnější. S vyšší podrobností členění hodnocených souborů roste přesnost určení příčin poruchovosti, resp. spolehlivosti v době provozu. Pro sledování a hodnocení spolehlivosti dojírny byly její prvky roztrženy do jednotlivých funkčních skupin. Pro jejich označení bylo přijato značení vycházející z katalogových čísel dojírny DZKD-15:

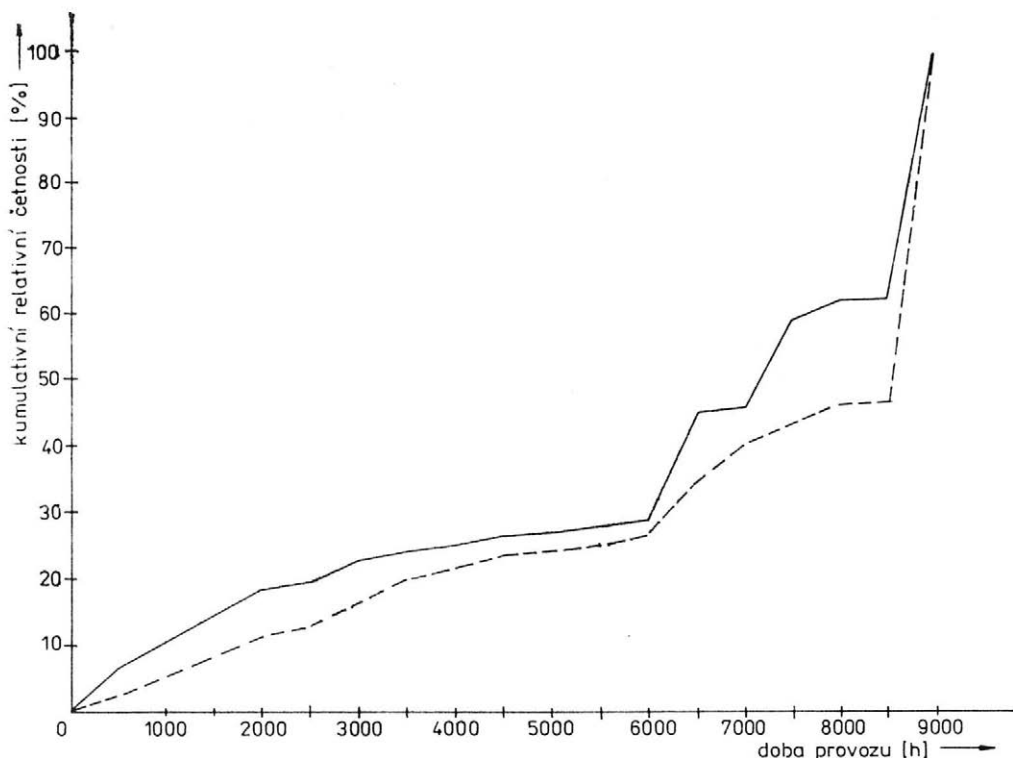
|                                          |       |
|------------------------------------------|-------|
| — dávkovač jaderných krmiv               | 09.00 |
| — násypka dávkovače                      | 10.00 |
| — pohon otočné části dojírny             | 11.00 |
| — předloha pohonu                        | 12.00 |
| — stání kruhové dojírny                  | 13.00 |
| — automatika dojírny                     | 16.00 |
| — pulsátor PUEJ                          | 17.00 |
| — ventil U                               | 18.00 |
| — ventil V                               | 19.00 |
| — ventil R                               | 20.00 |
| — průtokoměr mléka                       | 22.00 |
| — ventil T                               | 23.00 |
| — snímač toku mléka                      | 24.00 |
| — periferní jednotka                     | 25.00 |
| — dojíací přístroj                       | 31.00 |
| — automatika dojírny AD-1                | 32.00 |
| — rozvod podtlaku a dezinfekce           | 33.00 |
| — odměrná nádoba                         | 34.00 |
| — řídicí panel                           | 35.00 |
| — zařízení pro omývání dojníc            | 38.00 |
| — čerpadlo mléka                         | 39.00 |
| — podtlaková nádoba                      | 40.00 |
| — snímací zařízení                       | 41.00 |
| — koncové spínače, bezpečnostní zařízení | 43.00 |

U ostatních funkčních skupin dojírny nedošlo ve sledovaném období k poruše, a proto zde nejsou uváděny.

Metodika vlastního sledování spolehlivosti dojírny DZKD-15, použitá v tomto příspěvku, se shoduje s metodikou uvedenou dříve (G r o d a a H r o n o v á, 1981). Rozborem analytického řešení charakteristik spolehlivosti ve vztahu k dojíací technice se zabýval G r o d a (1975). Tuto problematiku uvádí souhrnně i ČSN 01 0103, proto zde není blíže rozváděna.

## ANALÝZA CHARAKTERISTIK SPOLEHLIVOSTI

Hodnotíme-li podle uvedených kritérií soubor všech prvků dojírny (obr. 1), je patrné, že strmost čar kumulativních četností je výrazně menší do doby provozu 6000 hodin; po této době se podstatně zvětšuje, a to zvláště v úsecích: 6000 až 6500 hodin, 7000 až 7500 hodin a 8500 až 9000 hodin. Zpětnou analýzou vstupních dat lze zjistit, že v prvním intervalu se jedná o kumulované poruchy prvků 31.11 — hadice, 31.02 — strukové gummy a 31.08 — zarážky ventilu rozdělovače. Ve druhém intervalu to



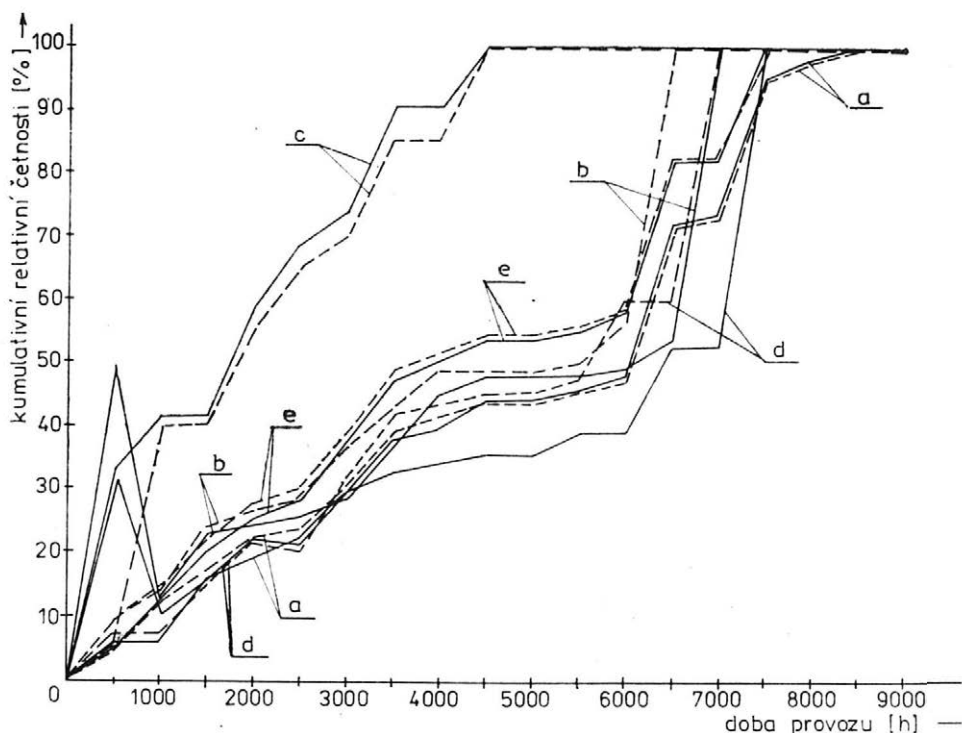
1. Charakteristiky spolehlivosti pro soubor všech prvků dojírny DZKD-15 — Characteristics of reliability for the set of all components of the DZKD-15 milking parlour

———— kumulativní relativní četnost pro dobu obnovy

- - - kumulativní relativní četnost rozložení doby bezporuchové činnosti

jsou kumulované poruchy prvků 31.05 — těsnění rozdělovače a po velmi krátké době provozu podruhé kumulovaná porucha prvku 31.08 — zá-  
 rážka ventilu rozdělovače. Ve třetím intervalu se jedná o kumulovanou  
 poruchu 33.43 — vložky a kroužku těsnění rozvodu podtlaku a dezinfekce. Zejména v posledním intervalu je strmost značně vysoká. V tomto intervalu byla zjištěna netěsnost soustavy podtlaku a dezinfekce, která byla znovu celá utěsněna; tomu odpovídá celkový počet poruch 580; poruchy byly opraveny v době provozu 8561 hodin. Tato oprava byla provedena v rámci týdenní údržby, i když má charakter generální opravy. Z obr. 1 je patrná analogie s průběhem ideálních křivek opotřebení s počátečním úsekem asi do 2000 hodin provozu, středním téměř přímko-  
 vým úsekem asi do 6000 hodin provozu a úsekem posledním s prudkým vzrůstem. Z toho lze usuzovat i na charakter a příčiny poruch, jež odpovídají začátku provozu, době normálního provozního využívání a období blížícího se konce technického života, resp. doby generální opravy.

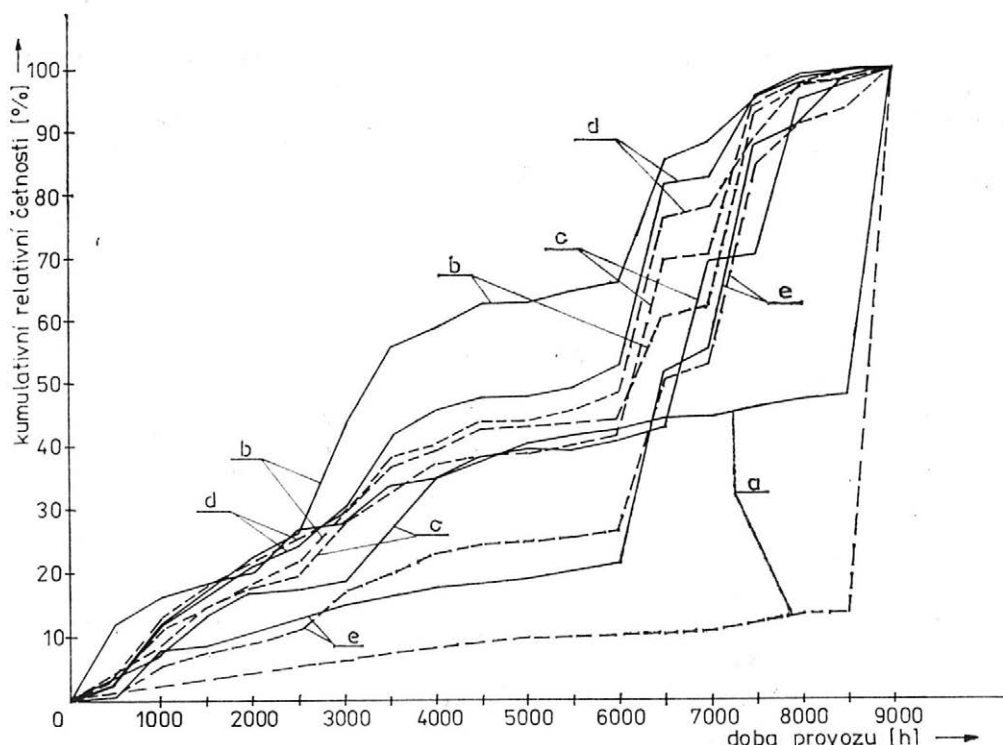
U jednotlivých skupin a prvků se mění průběh kumulativních četností. Vzhledem k tomu, že tyto četnosti jsou vyjádřeny relativně, lze ze strmosti úseků nebo i celého průběhu posoudit, zda je skupina či prvek více či méně poruchový ve vztahu k jinému souboru — např. skupina 31 — dojířcí přístroj (obr. 2a) proti celé dojárně (obr. 1). Z obr. 2 je patrné,



2. Charakteristiky spolehlivosti pro soubor — Characteristics of reliability for the set of components

- a — prvky katalogového čísla 31.xx
- b — prvky katalogového čísla 31.02
- c — prvky katalogového čísla 31.07
- d — prvky katalogového čísla 31.11
- e — prvky katalogového čísla 31.02; 31.07; 31.11

že strmost kumulativních četností je vyšší zejména v době do 6000 hodin provozu. Za touto dobou jsou patrné pouze dva strmé úseky, a to od 6000 do 6500 hodin a od 7000 do 7500 hodin. Z toho plyne, že v souboru celé dojírny jsou strmé úseky způsobeny především poruchami skupiny 31 — dojíací přístroj, což bylo předtím odvozeno zpětnou analýzou vstupních dat (prvky 31.02, 31.08, 31.11). Naproti tomu v obr. 2 u prvků „a“ není třetí strmý úsek v době 8500 až 9000 hodin. Z toho vyplývá, že tento úsek není vyvolán skupinou 31 — dojíací přístroj, což současně potvrzuje i průběh uvedený na obr. 3a, který znázorňuje průběh všech prvků mimo skupinu 31 — dojíací přístroj. Tímto postupem analýzy, resp. vzájemného vylučování, lze určit příčinu daného průběhu souboru všech prvků podle průběhu jednotlivých skupin, aniž je nutné příčinu pracně vyhledávat ve vstupních datech počítače, tj. v podkladech o poruchovosti dojírny. Totéž logicky platí o analýze příčin průběhu jiných skupin dojírny a prvků těchto skupin. Najř. na prvním strmém úseku skupiny 31 — dojíací přístroj (6000—6500 hodin) se podílí prvek 31.02 — struková guma, který se však vůbec neprojeví na druhém úseku (obr. 2a, 2b). Méně zřetelně je to patrné z obr. 3b. Tento obrázek znázorňuje soubor skupiny 31 — dojíací přístroj, ze kterého je prvek 31.02 — struková guma — vyloučen. Druhý strmý úsek skupiny 31 určuje prvek 31.11 (obr. 2d), což rov-



3. Charakteristiky spolehlivosti pro soubor — Characteristics of reliability for the set of components

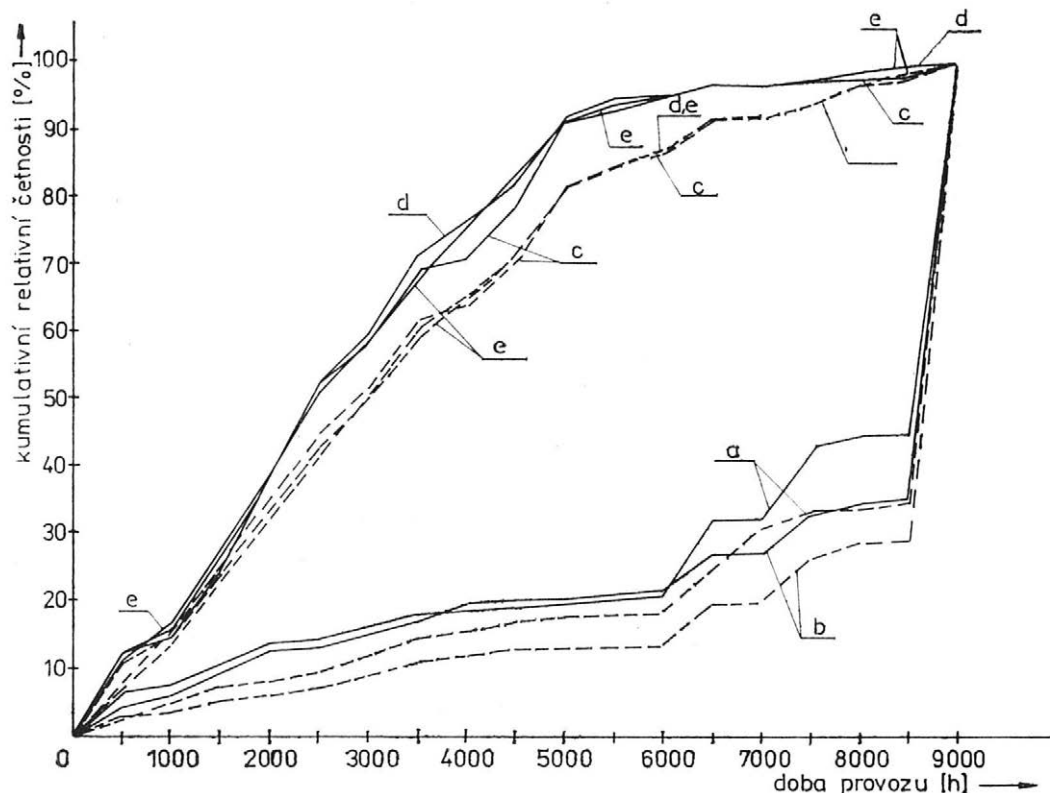
- a — všechny prvky dojírny kromě prvků skupiny 31.xx
- b — prvky katalogového čísla 31.xx kromě čísla 31.02
- c — prvky katalogového čísla 31.xx kromě čísla 31.07
- d — prvky katalogového čísla 31.xx kromě čísla 31.11
- e — prvky katalogového čísla 31.xx kromě čísla 31.02; 31.07; 31.11

něž potvrzuje průběh znázorněný na obr. 3d. Prvek 31.07 — hlavice ventilu — se podle obr. 2c vůbec nepodílí na prvním ani druhém úseku skupiny 31 — dojíací přístroj, ale výrazně ovlivňuje celkově strmější průběh kumulativní četnosti skupiny 31 do doby 6000 hodin provozu. Ze srovnání obr. 2a a 2e plyne, že průběh kumulativních četností skupiny 31 je rozhodující měrou určen prvky 31.02, 31.07, 31.11, a to v oblasti po 6000 hodinách provozu téměř výhradně prvky 31.02 a 31.11 a v oblasti do 6000 hodin také prvkem 31.07. Ostatní prvky mají vliv malý a způsobují vertikální posun průběhu zhruba o 14 % v době provozu 6000 hodin.

Analýza příčin může být pochopitelně detailnější. Chceme-li například určit příčinu vzestupného úseku skupiny 31 — dojíací přístroj v rozmezí 7500 až 8500 hodin (obr. 2a), lze na základě průběhu v téměř intervalu podle obr. 2e s určitostí konstatovat, že vzestup není způsoben prvky 31.02, 31.07, 31.11, ale některým ze zbývajících prvků této skupiny. Pro hodnocení příčin změn průběhu je výhodnější odvozovat je z rozdílu průběhu celku (např. dojírny nebo funkční skupiny) a části tohoto celku (tj. funkčních skupin nebo prvků) než ze souborů, ze kterých byly příslušný prvek nebo skupina vyloučeny, jak to např. vyplývá z hodnocení podle obr. 2 a 3. Plyne to z toho, že se v souborech (podle obr. 3) současně projevují vlivy ostatních, i nehodnocených, prvků. Hodnocení

příčin změn průběhu však nelze u těchto souborů zamítnout, protože dávají komplexnější představu o vztazích a vlivech. Na strmost tří úseků po 6000 hodinách provozu souboru všech prvků dojírny mělo vliv více skupin dojírny. Na první dva úseky (6000—6500 hodin, 7000—7500 hodin) měly průkazně vliv skupiny 25 — periferní jednotka, 24 — snímač toku mléka, 23 — ventil T (hlavně na druhý úsek) a 22 — průtokoměr mléka (rovněž hlavně na druhý strmý úsek). Nevýrazný vliv na tyto dva úseky měly i skupiny 18 — ventil U, 19 — ventil V, 20 — ventil R (obr. 4). Uvedené skupiny tvoří hlavní část automatiky dojírny určené k řízení vlastního procesu dojení každé dojnice, resp. dojícího stání dojírny. Jejich společný účinek, včetně skupiny 17 — pulsátor, na výsledný průběh (strmost) kumulativních četností vyjadřuje obr. 4b. Srovná-li se tento průběh s průběhem na obr. 1, je patrné, že jejich vliv je významný, i když rozhodující podíl vlivu na strmost těchto dvou úseků zůstává skupině 31 — dojící přístroj (obr. 3a). Ani jedna z těchto skupin (tj. ani 31 ani 17 — 25) není příčinou strmosti třetího úseku (8000 až 9000 hodin). Jak již bylo uvedeno, je tato strmost způsobena skupinou 33 — rozvod podtlaku a dezinfekce, jejíž charakteristiky nebyly samostatně nebo vyloučeně hodnoceny.

Porovnáme-li poměr vlivu skupiny 31 — dojící přístroj a skupin 17 až 25 — automatika řízení procesu dojení, můžeme předpokládat vyšší zastoupení vlivu skupin 17 až 25 jakožto konstrukčně a vývojově nových proti dlouhodobě propracované skupině 31. Svědčí to o poměrně zdařilé koncepci a konstrukci těchto automatizačních funkčních skupin dojírny DZKD-15. Tuto skutečnost potvrzuje větší plynulost monotonního růstu kumulativních četností skupin 17 až 25 proti skupině 31. Nelze však jednostranně tvrdit, že můžeme být s těmito skupinami automatiky zcela spokojeni. Jejich úroveň spolehlivosti se přece jen liší, a to dost podstatně, což dokazují počty poruch jednotlivých skupin. Vzhledem k důležitosti těchto jednotlivých skupin pro řízení procesu dojení je nutné se zabývat zdokonalením — inovací zejména elektromagnetického pulsátoru (17), průtokoměru mléka (22), ventilu T (23) a snímače toku mléka (24), jejichž celkový počet poruch činí 199, tj. 12,9 % z celkového počtu poruch. Současně je nutné poukázat na to, že se jedná o náročnější a nákladnější opravu výměnou celé skupiny, na rozdíl od oprav jednotlivých prvků, např. skupiny 31 — dojící přístroj. Ze srovnání pracnosti oprav skupiny 31 a všech skupin automaticky plyne, že při podstatně větším počtu poruch dojícího přístroje (543 > 326) je celková doba oprav těchto poruch podstatně menší (49,49 < 80,24 hodin) než u skupin automatiky (17 až 25, 32, 35, 41, 43). Skupina 25 — periferní jednotka má rovněž vysoký počet poruch — celkem 61. Je nutné říci, že se jedná převážně o poruchy kontrolních žárovek, a proto není nutné jim věnovat zvláštní pozornost. Vzájemný vliv a podíl jednotlivých skupin 17 až 25 lze odvodit z průběhu kumulativních četností, uvedených na obr. 4c — 4e. Srovnání průběhu kumulativních četností na obr. 1 až 5 dává představu o podílu a významu všech automatizačních regulačních, řídicích i bezpečnostních prvků dojírny, protože varianta na obr. 5 představuje prostou dojící techniku, resp. dojírnu bez automatizačních prvků. Ze srovnání vyplývá význam a podíl automatizačních prvků na charakteristiky spolehlivosti. Tyto prvky nemají vliv na tvar křivky (čáry), která je v obou případech obdobná, ale způsobují vertikální posunutí zhruba ze



4. Charakteristiky spolehlivosti pro soubor — Characteristics of reliability for the set of components

- a — všechny prvky dojírny kromě prvků skupin 18.xx až 20.xx
- b — všechny prvky dojírny kromě prvků skupin 17.xx až 25.xx
- c — prvky katalogového čísla 18.xx až 25.xx
- d — prvky katalogových čísel 17.xx a 21.xx až 25.xx
- e — prvky katalogových čísel 17.xx až 24.xx

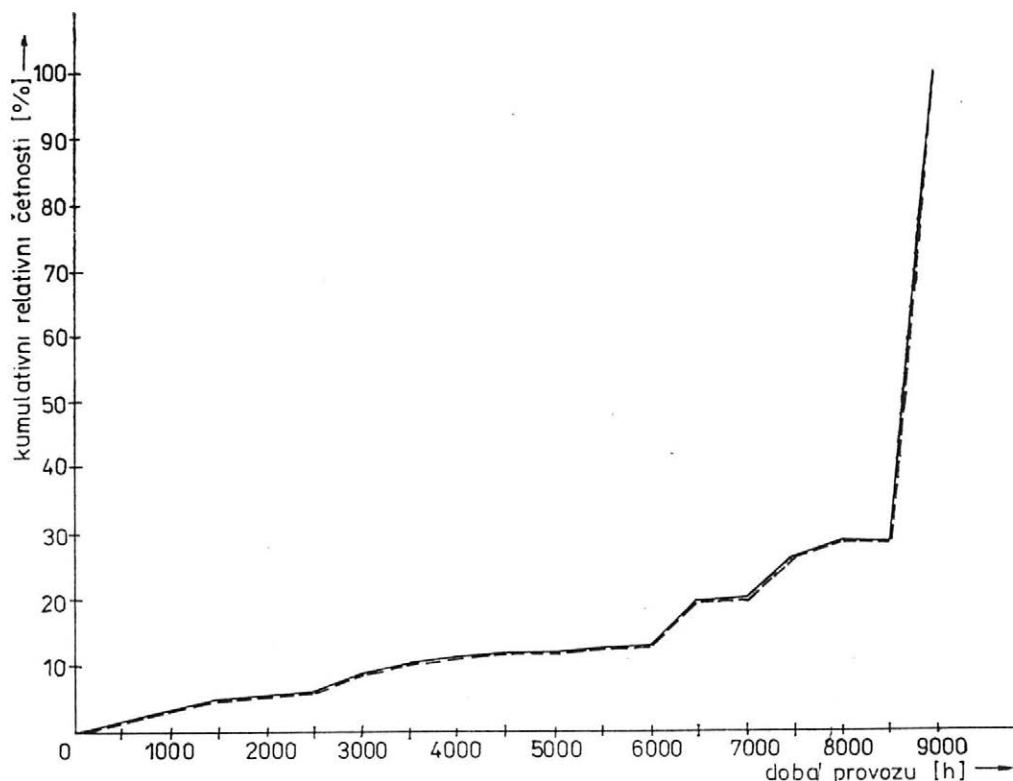
14 % na 29 % kumulativní četnosti v době 6000 hodin. Automatizační prvky tedy přibližně dvojnásobně zvyšují četnost obnovy funkce dojírny.

## DISKUSE

Přesto, že automatizační prvky — jako konstrukčně a vývojově nové — lze hodnotit poměrně kladně, je nutné zlepšovat jejich spolehlivost. Poruchovost těchto skupin je velmi často způsobována stejnými prvky a jejich oprava se většinou provádí výměnou celé skupiny. Je proto nutná jejich inovace ve smyslu spolehlivosti, tj. inovace takovou konstrukcí, která zúží rozdíl životnosti jednotlivých prvků skupiny na minimum. Uvedené tvrzení lze potvrdit analýzou příčiny poruch těchto skupin:

u skupiny 25 — periferní jednotka jsou poruchové zejména telefonní žárovky, méně poruch se vyskytuje u prvku 25.02 — deska;

u skupiny 24 — snímač toku mléka je poruchový především prvek 24.06 — jazýčkový kontakt;



5. Charakteristiky spolehlivosti pro všechny prvky dojírny kromě skupin 16.xx až 30.xx, 32.xx, 35.xx, 41.xx, 43.xx — Characteristics of reliability for all components of milking parlour with the exception of the components of groups 16.xx to 30.xx, 32.xx, 35.xx, 41.xx, 43.xx

u skupiny 23 — mléčný ventil T je poruchový téměř výhradně prvek 23.03 — membrána;

u skupiny 22 — průtokoměr mléka je často poruchový prvek 22.02 — plovák a prvky 22.05, 22.06 — snímač výšky hladiny;

u skupiny 35 — řídicí panel má poruchy prvek 35.14 — spínací jednotka;

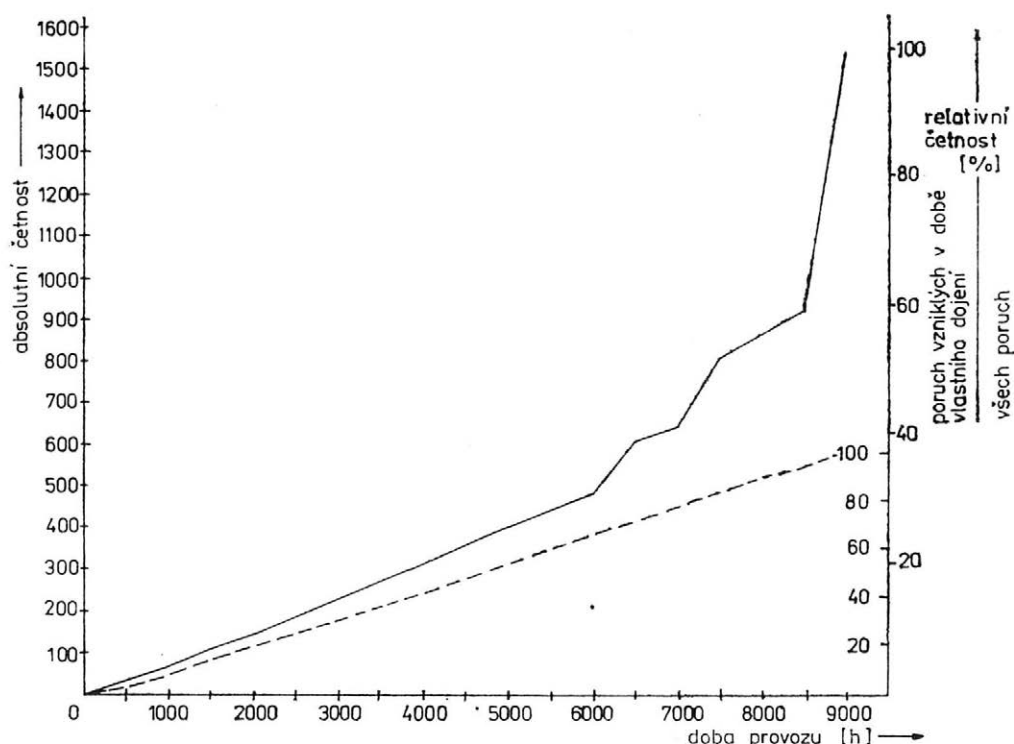
u skupiny 38 — zařízení pro omývání dojníc se poruchy vyskytují převážně u prvku 38.26 — hadicový pistolový rozprašovač;

u skupiny 39 — čerpadlo mléka je poruchový prvek 39.10 — klapka;

u skupiny 09 — dávkovač jádra se poruchy vyskytují téměř výhradně u koncového spínače 09.52, který je v dojárně (resp. v dávkovači) pouze jediný, ale za dobu sledování se u něho porucha opakovala šestnáctkrát.

U některých vyjmenovaných prvků nebude zvlášť náročné odstranit poruchovost, u některých to však bude poněkud složitější. V zájmu zachování, resp. zlepšení vysokého standardu dojírny by měl výrobce tyto prvky a skupiny řešit např. v rámci dříve uvedené inovace výrobku.

Z pohledu provozovatele je velmi důležitý okamžik, ve kterém se porucha projeví. Nejméně příznivé jsou poruchy vzniklé v době vlastního dojení; ve sledované dojárně bylo jejich zastoupení neúměrně vysoké



6. Kumulativní četnost poruch dojírny DZKD-15 — Cumulative failure frequency in the DZKD-15 milking parlour

———— všechny poruchy

- - - poruchy, které vznikly v době vlastního dojení

a představovalo 37,74 %. Tyto poruchy přímo ovlivňují operativní výkonnost dojírny ( $W_{02}$ ) a negativně působí na užitkovost a zdravotní stav dojnic. Nepříznivě působí i poruchy vzniklé při čištění a dezinfekci dojírny před dojením, kterých bylo ve sledované dojírně 6,1 %. Tyto poruchy posunují dobu dojení v denním harmonogramu prací, čímž se porušuje stereotyp návyku zvířat a dochází k organizačním změnám u ostatních operací, a zároveň snižují výkonnost dojírny v produktivním čase ( $W_{04}$ ). Významná část poruch (39,43 %) byla zjištěna a odstraněna při týdenní údržbě, a to hlavně proto, že v rámci této údržby byla nově utěsněna soustava mléčného a dezinfekčního potrubí dojírny, což reprezentuje 580 poruch. Tyto opravy mají být předmětem generální opravy. Velmi nízké, téměř zanedbatelné je zastoupení poruch zjištěných a odstraněných při servisní prohlídce (1,62 %). Tento poměr zastoupení okamžiku zjištění poruch je velmi neuspokojivý a odpovídá současnému stavu organizace servisní služby a známých použitelných metod diagnostického zjišťování stavu dojící techniky. Z uvedených skutečností vyplývá důležitost servisní služby, která by měla mít k dispozici servisní a diagnostické metody, na jejichž základě by bylo možné zjišťovat okamžitý stav a rozhodovat o preventivních opravách. Tím by se snížil počet poruch vzniklých před dojením a v době vlastního dojení.

Rozbor relativního zastoupení okamžiku vzniku poruch podle uvedených hodnot dává opět statickou analýzu. Časovou analýzu umožňuje

obr. 6, ve kterém jsou v časové řadě doby provozu uvedeny jednak všechny poruchy, jednak poruchy vzniklé v době vlastního dojení. Z obr. 6 je patrné, že situace je ještě nepříznivější, než vyplynulo ze statické analýzy, a to zejména do 6000 hodin provozu. V této době byla převážná část poruch zjištěna a odstraněna v době vlastního dojení. Po 6000 hodinách provozu se tento stav poněkud mění, zejména poruchami v intervalu 6000 až 6500 hodin, 7000 až 7500 hodin a 8500 až 9000 hodin. Jejich příčiny byly analyzovány již dříve a víme, že byly způsobeny kumulovanými poruchami identických prvků. Kumulované poruchy nevznikají pouze u prvků dojitího přístroje, ale dokonce u významných funkčních skupin dojírny, např. u jednotkového elektromagnetického pulsátoru (skupina 17). Zde je nutné zdůraznit, že při současném zjišťování poruch se u těchto oprav kumulovaných identických prvků může zvýšit spotřeba náhradních dílů. Děje se tak proto, že k opravě se přistupuje v době, kdy jeden nebo několik prvků vykáže poruchu, event. závadu. Opravář většinou nemá k dispozici diagnostickou metodu, kterou by ověřil okamžitý stav a eventuální možnost dalšího provozu zbývajících prvků. Proto většinou opravuje všechny identické prvky. Tento způsob opravy, který v jistém smyslu obsahuje subjektivní prevenci poruch, je možné připustit tehdy, nejsou-li k dispozici objektivní servisní diagnostické metody posouzení okamžitého stavu jednotlivých prvků a funkčních skupin dojírny, na jejichž základě by bylo možné realizovat objektivně zdůvodněnou prevenci poruch dojírny.

Spolehlivost, resp. poruchovost dojírny také nutně ovlivňuje výkonost dojírny. Tuto vazbu vyjadřuje součinitel provozní pohotovosti, a to bez vyjádření významu okamžiku vzniku poruchy. Okamžik vzniku poruchy je nesporně důležitý z různých důvodů. Z pohledu výkonosti ovlivňují poruchy vzniklé v době vlastního dojení operativní výkonost ( $W_{02}$ ) a veškeré poruchy pak celkovou výkonost. U sledované dojírny byly za dobu provozu 8849 hodin, tj. 881 kalendářních dnů, registrovány celkem 1542 poruchy, které byly opraveny za 176,64 hodiny. V době vlastního dojení vznikly 582 poruchy, které byly opraveny za dobu 130,86 hodiny. Podle výsledků exploatačních měření dojírny (G r o d a a N á p l a v a, 1978) je možné dosáhnout při dojení operativní výkonosti 75,9 až 111,6 dojnice za hodinu a celkové výkonosti 37,2 až 40,1 dojnice za hodinu.

Při těchto výkonnostech je možné v operativním čase bezporuchové činnosti dojírny podojit o 9932,27 až 14 603,98 dojnice navíc. Obdobně v celkovém čase bezporuchového dojení bylo možné podojit o 6571 až 7083 dojnic víc. Jistě jsou to hodnoty, se kterými je nutné počítat při stále rostoucí úrovni automatického řízení procesu dojení.

Na závěr je třeba upozornit na to, že i při řízení procesu dojírny v reálném čase jsou informace o spolehlivosti dojírny a o příčinách poruch nutné. Uvedenou metodou hodnocení spolehlivosti dojírny lze průběžně získávat informace v libovolném čase provozu. V dojírnách vybavených mikroprocesorem bude vytvořena možnost pro strojní zpracování i vyhodnocení příčin změn spolehlivosti, a to buď přímo mikroprocesorem, nebo vyšším počítačem, jehož terminálem bude řídicí počítač dojírny. Výsledky vyhodnocení charakteristik spolehlivosti nebude muset tiskárna počítače graficky znázorňovat, jak to bylo provedeno v tomto příspěvku na obr. 1 až 5, aby metoda mohla být popsána. V programu

počítače, event. mikroprocesoru, bude možné zadat hodnotu strmosti hodnoceného úseku, od kterého bude počítač určovat příčiny změny spolehlivosti. Tyto příčiny bude určovat na základě srovnávání jednotlivých hodnocených souborů, tj. postupným vylučováním. Obsluha dojírny bude tedy do paměti mikroprocesoru vkládat pouze kód poškozeného prvku (např. formou katalogového čísla), datum a okamžik, kdy byla porucha zjištěna. Vlastní výpočet a logické rozhodování o příčinách změn charakteristik spolehlivosti dojírny provede mikroprocesor nebo vyšší počítač v libovolné době provozu. Výhodou těchto výpočtů je, že se mohou dělat v době, kdy mikroprocesor není zaměřen na procesní řízení v reálném čase, tj. v době mimo dojení. Analýzy spolehlivosti pomocí mikroprocesoru nenahrazují procesní řízení, ale jsou významné pro zjišťování a průběžné vyhodnocování stavu strojního zařízení, včetně příčin jeho změn. Jsou to informace nutné pro kvalitní zajištění pečovatelského systému, pro kvalifikované rozhodování o nutnosti inovace prvků, skupin i dojírny jako celku.

## ZÁVĚR

V oblasti spolehlivosti dojírny DZKD-15 byly analyzovány vzájemné vztahy poruchovosti. Byly rovněž zhodnoceny nepříznivé vlivy vysokého počtu poruch vzniklých zejména v době vlastního dojení. Z hlediska perspektivních potřeb je nutné tento stav jednoznačně řešit v zájmu omezení výskytu těchto poruch na minimum. Problém pochopitelně nemůže řešit provozovatel dojírny, ale výrobce, k. p. Agrozet Pelhřimov, zejména v těch případech, ve kterých lze inovací prvků a skupin zlepšit charakteristiky spolehlivosti prvků a skupin, a tím odvozeně celé dojírny. Je proto nutné výrobcí doporučit, aby se zabýval inovací spolehlivosti, především těchto skupin a prvků:

| skupina                                                                                                                     | prvek                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 31 — dojíací přístroj                                                                                                       | 31.08 — hlavice ventilu<br>31.11 — hadice<br>31.02 — struková guma |
| (u strukové gummy je nutné řešit komplexně spolehlivost, mechanické vlastnosti a biologickou kontaminaci vnitřního povrchu) |                                                                    |
| 24 — snímač toku mléka                                                                                                      | 24.06 — jazýčkový kontakt                                          |
| 23 — ventil T                                                                                                               | 23.03 — membrána                                                   |
| 22 — průtokoměr mléka                                                                                                       | 22.02 — plovák<br>22.05/6/ — snímač hladiny mléka                  |
| 17 — elektromagnetický pulsátor jako celek                                                                                  |                                                                    |
| 38 — zařízení pro omývání dojníc                                                                                            | 38.26 — hadicový pisto-<br>lový rozprašovač                        |
| 39 — čerpadlo mléka                                                                                                         | 39.10 — klapka                                                     |
| 09 — dávkovač jádra                                                                                                         | 09.52 — koncový spínač                                             |

Cílem inovace spolehlivosti těchto prvků by mělo být sjednocení délky doby technického života prvků dané skupiny a v některých případech (např. 09.52 ap.) také prodloužení životnosti. Současně by se mělo při konstrukci prvků a skupin pamatovat na přístupnost a dobu montáže či demontáže při poruše.

Významné místo bude rovněž připadat organizaci zajišťující servis dojíren, tj. OZS STS, neboť právě servis musí významně snížit procento výskytu poruch v době vlastního dojení. OZS STS je třeba doporučit, aby vybudovala kvalifikovaný, organizačně a technicky připravený systém servisní péče o dojírny DZKD-15, resp. jejich inovovaná provedení.

K tomuto úkolu je nutné:

- při servisní prohlídce posoudit technický stav prvků, skupin a celku s cílem ověřit okamžitý stav opotřebení, posoudit možnost použití méně opotřebovaných prvků do další prohlídky a poškozené prvky nahradit prvky novými, event. opravenými,

- zajistit řádnou kvalitu servisních prohlídek; pro tento úkol je nutné vybavit servisní službu potřebnými servisními přístroji podle specifikace servisních metodik a postupů,

- zajistit servisní prohlídky v době klidu dojírny, tj. mezi dojeními, aby se omezil počet poruch vzniklých v době vlastního dojení a počet poruch vzniklých z organizačně provozních důvodů,

- zajistit přípravu odborníků jak pro vlastní servisní službu, tak také pro provozovatele do funkcí obsluhy a údržby dojírny.

Vědeckovýzkumné základně zůstává úkol vypracovat objektivní metody pro servisní službu, včetně návrhu a ověření servisních přístrojů. Úkolů je pochopitelně víc, ale tyto je nutné pro nejbližší perspektivu považovat za prioritní.

## Literatura

GRODA, B.: Provozní spolehlivost dojíren DZKD-15. [Závěrečná zpráva VÚ ZT-0-3/14c.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1975.

GRODA, B. — HRONOVÁ, A.: Spolehlivost dojírny DZKD-15. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 8, s. 461-480.

GRODA, B. — NÁPLAVA, V.: Vyhodnocení dojírny DZKD-15. In: Sbor. VŠZ v Brně, Ř. D, č. 1-4, 1978, s. 91-112.

Došlo dne 10. 12. 1984

ГРОДА, Б. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Оценка надежности доильной площадки DZKD-15. Земед. Techn., 31, 1985 (7) : 427-439.

В статье обсуждается повреждаемость элементов доильной площадки DZKD-15 во время ее эксплуатации. Для этой оценки отдельные элементы группировались в соответствующих комплексах функциональных групп доильной площадки. Обработывались совокупности выбранных важных функциональных групп доильной площадки. Были созданы и оценены комплексы, откуда исключались отдельные группы элементов или же одни элементы. Из анализа таким образом созданных комплексов вытекает доля и значение повреждаемости важных групп и элементов доильной площадки DZKD-15. Обработывалась надежность основных функциональных групп и функциональных групп автоматизации управления доильной площадкой. Из анализа выведены области нововведения элементов и функциональных групп доильной площадки, а также задачи системы ухода РСХС МТС для доильной площадки DZKD-15.

показатели надежности; анализ повреждаемости; частота дефектов; частота обновления

GRODA, B. (University of Agriculture, Brno): *Evaluation of the Reliability of DZKD-15 Milking Parlour*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 427-439.

Evaluation of the failure rate of the components of the DZKD-15 milking parlour during the time of operation is dealt with. For this evaluation the components are grouped into suitable sets of functional groups of milking parlour. Sets of the selected important functional groups of milking parlour are evaluated. Apart from this, such sets are formed and evaluated, out of which the groups of components or individual components are appropriately eliminated. The proportion and significance of the failure rate of important functional groups and components of the DZKD-15 milking parlour ensue from an analysis of these sets. The reliability of the basic functional groups and of the functional groups of automatic management system of milking parlour is evaluated. From this analysis, spheres of innovation of the components and functional groups of milking parlour and targets of the upkeep system of the Machine and Tractor Stations for the DZKD-15 milking parlour are derived.

reliability indicators; failure rate analysis; frequency of failures; frequency of repairs

GRODA, B. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Bewertung der Funktionsverlässlichkeit der Melkanlage DZKD-15*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (7) : 427-439.

Der Beitrag befaßt sich mit der Bewertung der Störanfälligkeit von Bauteilen der Melkanlage DZKD-15 im Verlauf ihrer Einsatzdauer. Für diese Bewertung werden die einzelnen Elemente in geeignete Sätze von Funktionsgruppen der Melkanlage zusammengestellt. Außerdem werden Gruppen gebildet und bewertet, bei denen einzelne Baugruppen oder einzelne Elemente zweckmäßig eliminiert werden. Aus Analysen der auf diese Weise zusammengestellten Gruppen ergibt sich die Rate und die Wichtigkeit der Störanfälligkeit einzelner wichtiger Funktionsgruppen und Elemente der Melkanlage DZKD-15. Ferner wird die Verlässlichkeit der Grundbaugruppen und der funktionellen Gruppen der Automatisierung der Betriebssteuerung dieser Melkanlage beurteilt. Aus diesen Analysen werden Bereiche der Innovation der Melkanlagenelemente und -baugruppen sowie Aufgaben des Wartungssystems der OZS STS (Landtechnikreparaturwerkstätten der MTS) für die Melkanlagen DZKD-15 abgeleitet.

Verlässlichkeitskennziffern; Analyse der Störanfälligkeit; Störungsrate; Erneuerungsrate

---

*Adresa autora:*

Doc. ing. Bořivoj Groda, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 613 00 Brno

---

## Výběr z nových přírůstků

### Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

#### z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

WENDL, G.

E 27.987/116

**Methodischer Beitrag zur Ermittlung der Reparaturkosten und zur Gesamtkostenkalkulation landwirtschaftlicher Maschinen — dargestellt am Beispiel von Melkanlagen.** Diss. d. Fak. für Landwirtschaft und Gartenbau der Techn. Universität München.

München, Inst. für Landtechnik der Techn. Universität 1983. 248 s., obr., tab. Forschungsbericht Agrartechnik 88. (Zemědělské stroje a mléčná zařízení — opravy — náklady — výpočet — metody — výzkum — NSR — disertace)

OBERLÄNDER, P.

D 75.778

**Elektrotechnische Anlagen in der Landwirtschaft.**

Berlin, Verlag Technik 1984. 296 s., obr., tab. (Elektrotechnická zařízení — zemědělství — příručka)

C 15.353/1983/160

**Ausleger — Drehkrananlage Elektrofix — LT.** Hersteller und Anmelder: Fa. KIWA Maschinenfabrik GmbH, Bad Waldsee.

Wieselburg, Bundesanstalt f. Landtechnik 1983. 9 s. Prüfbericht 160/83. (Jeřáby otočné — vykládací — ELEKTROFIX — LT — zkoušení — Rakousko — zprávy)

MENNEER, R. R.

E 19.689/846

**Lighting of horticultural packing houses.**

Alnwick, MAFF 1984. 6 s., 4 tab. Leaflet 846. (Balírny zahradnických výrobků — osvětlení)

**Kornverder.**

D 69.307/303

Fabrikant: Ravnsborg Maskinforretning ApS, Munkebovej 37, Blenstrup. Anmelder: Bo Wieck-Hansen, 9500 Hobro.

Bygholm, SjøF 1983. 5 s. Meddelelse 303. (Obrabeče zrnin — ruční — zkoušení — Dánsko — zprávy)

# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

## HUŠTĚNÍ ZEMĚDĚLSKÝCH NÍZKOTLAKÝCH PNEUMATIK

V odborných zemědělských kruzích je známo, že jednou z hlavních překážek dalšího růstu zemědělské produkce na polních i pícninářských plochách je zhutňování půdy, ke kterému dochází vlivem používání stále výkonnějších strojů s vyšší hmotností. V současné době se půda v určitých lokalitách dokonce tak utužila, že její úrodnost klesá. Literatura poskytuje v tomto směru mnoho informací a problematiku zhutňování zkoumají ve všech zemědělsky vyspělých zemích.

Jedním z řešení tohoto problému je zavádění nízkotlakých pneumatik. Nízkotlaké pneumatiky mají velkou plochu styku s podložkou a zatěžují půdu malým měrným tlakem. Za předpokladu, že stěna pneumatiky je dokonale ohebná, je totiž průměrný tlak ve stopě přibližně roven vnitřnímu přetlaku.

Příkladem nízkotlakých pneumatik jsou Terra pláště americké firmy Goodyear či pneumatiky typu Twin švédské firmy Trelleborg. Jedná se o pláště se širokým profilem v příčném řezu, a tedy s velkým obsahem vzduchu.

V našem zemědělství jsou již nízkotlaké pneumatiky typu Terra používány na nejrůznějších dovážených strojích, např. na aplikátorech tekutých hnojiv a na různých typech horských sekaček. Podobné nízkotlaké pláště jsou v současnosti vyvíjeny již také českým výzkumem. V připravované rozměrové řadě je jako první rozměr 31 X 15,50 — 15. Jedná se o bezvzdušovou, nízkoprofilovou pneumatiku o vnějším průměru 792 mm a o šířce 368 mm, montovanou na ráfek o průměru 15 palců.

U těchto nízkotlakých pneumatik je třeba dbát na dodržování předepsaného huštění, neboť — jak ukazují katalogové tabulky závislosti zatížení na huštění — podhuštěná pneumatika je vlastně přetížená.

Závislost zatížení na huštění každé pneumatiky je určována radiální deformací, která za daných exploatačních podmínek (rychlost pohybu, způsob provozu apod.) zaručuje určitou životnost stěny pryžokordové kostry pneumatiky. Pro dané zatížení, s přihlédnutím k trvalé i maximální pracovní rychlosti a ostatním pracovním podmínkám, lze tedy určit správnou hodnotu huštění. Tím je dána velikost radiální deformace, která je, jak již bylo uvedeno, při exploataci pneumatiky nejdůležitější hodnotou. Podhušťování totiž způsobuje, že se v provozu rozrušují některé části pneumatiky, například kostra v oblasti nad patkou, a pneumatika je předčasně vyřazena kvůli zničené patce nebo pro prolámání a separaci jednotlivých vložek. Také životnost běhounu s dezénovým vzorkem je podhuštěním značně ovlivněna, neboť větší posuvy figur dezénu ve stopě odvalující se pneumatiky způsobují zvýšené a hlavně nerovnoměrné opotřebení.

Předepsaný tlak huštění je třeba průběžně a trvale kontrolovat především z těchto důvodů:

1. V průběhu normálního provozu může docházet k nepatrnému úniku tlakového média. V případě bezdušové a zvláště velkoobjemové pneumatiky existuje difúze vzduchu vnitřní těsnicí pryží do textilní kostry. V bočnici některých plášťů jsou odvzdušňovací otvory, které brání tomu, aby se zvyšoval tlak vzduchu vniklého do kostry, a tím předcházeli poškození vlivem možných separací kostrových vložek. Takové ztráty vzduchu, ač velmi malé, musí být pravidelně nahrazovány dohušťováním.

2. Změny venkovní teploty ovlivňují i velikost přetlaku. Je pochopitelné, že při poklesu venkovní teploty přetlak v pneumatice klesá a naopak. Toto kolísání vlivem změn atmosférické teploty nelze zaměňovat se zvýšením přetlaku způsobeného ohřevem pneumatiky a vzduchu v ní obsaženého při jízdě. Tab. I názorně ukazuje vliv změn okolní teploty na přetlak pro případ, že teplota vzduchu v pneumatice je stejná (tzv. „studená pneumatika“, tj. stav před jízdou).

3. Ztráty vzduchu pochopitelně pramení také z poškození pláště, duše, ventilu či ráfku.

Věnujme nyní pozornost změnám vnitřního přetlaku, k nimž dochází v pneumatice, která je sice v klidu, ale mění se vnější teplota vzduchu. Je třeba předeslat, že napětí kostry pneumatiky je přímo úměrné vnitřnímu přetlaku, ale změny délky kordů v důsledku změn huštění jsou téměř zanedbatelné. Proto lze objem pneumatiky považovat za konstantní a změny tlaku za izochorické. Chování vzduchu pak vyjadřuje stavová rovnice

$$pv = RT$$

kde:  $p$  — absolutní tlak (přetlak huštění + atmosférický tlak  $10^5$  Pa) (Pa)  
 $v$  — objem vzduchu v pneumatice ( $m^3$ )  
 $R$  — univerzální plynová konstanta  
 $T$  — absolutní teplota ( $t^\circ C + 273,15$ ) ( $^\circ K$ )

$$p_1 v_1 = RT_1 \quad (1)$$

$$p_2 v_2 = RT_2 \quad (2)$$

Má-li plyn — v tomto případě vzduch — v počátečním stavu (1) tlak  $p_1$ , objem  $v_1$  a teplotu  $T_1$ , platí první ze dvou rovnic. Tlak plynu  $p_2$  v konečném stavu (2), v němž je dosaženo teploty  $T_2$  a objem zůstává nezměněn ( $v_1 = v_2 = \text{konst}$ ), vypočteme rovněž ze stavové rovnice

$$p_2 v_2 = p_2 v_1 = RT_2 \quad (3)$$

a úpravou rovnic docházíme k výrazu

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \quad (4)$$

nebo v jiné formě

$$\frac{p}{T} = \text{konst} \quad (5)$$

což znamená, že při stálém objemu je tlak přímo úměrný Kelvinově teplotě (Gay-Lussacův zákon).

Z této rovnice vychází také tab. I, která pro předepsané huštění ukazuje změny přetlaku v závislosti na teplotě.

Tabulka změn přetlaku v pneumatice v závislosti na teplotě vzduchu

| Teplota<br>(°C) | Huštění (kPa) |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |            |
|-----------------|---------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------|
|                 | 35            | 70 | 105 | 140 | 175 | 210 | 245 | 280 | 315 | 350 | 385 | 420 | 500 | 600 | 700 | 800        |
| -20             | 19            | 49 | 80  | 111 | 142 | 172 | 203 | 234 | 265 | 295 | 326 | 357 | 427 | 515 | 603 | 961        |
| -15             | 21            | 52 | 84  | 115 | 146 | 178 | 209 | 240 | 272 | 303 | 335 | 366 | 438 | 527 | 617 | 706        |
| -10             | 23            | 55 | 87  | 119 | 151 | 183 | 215 | 247 | 279 | 311 | 343 | 375 | 448 | 539 | 631 | 722        |
| - 5             | 26            | 58 | 91  | 123 | 156 | 188 | 221 | 254 | 286 | 319 | 351 | 384 | 458 | 551 | 644 | 738        |
| 0               | 28            | 61 | 94  | 128 | 161 | 194 | 227 | 260 | 293 | 327 | 360 | 393 | 469 | 564 | 658 | <b>753</b> |
| + 5             | 30            | 64 | 98  | 132 | 165 | 199 | 322 | 267 | 301 | 334 | 368 | 402 | 479 | 576 | 672 | 769        |
| +10             | 33            | 67 | 101 | 136 | 170 | 205 | 239 | 273 | 308 | 342 | 377 | 411 | 490 | 588 | 686 | 784        |
| +15             | 35            | 70 | 105 | 140 | 175 | 210 | 245 | 280 | 315 | 350 | 385 | 420 | 500 | 600 | 700 | 800        |
| +20             | 37            | 73 | 109 | 144 | 180 | 215 | 251 | 287 | 322 | 358 | 393 | 429 | 510 | 612 | 714 | 816        |
| +25             | 40            | 76 | 112 | 148 | 185 | 221 | 257 | 293 | 329 | 366 | 402 | 438 | 521 | 624 | 728 | 831        |
| +30             | 42            | 79 | 116 | 152 | 189 | 226 | 263 | 300 | 337 | 373 | 410 | 447 | 531 | 636 | 742 | 847        |
| +35             | 44            | 82 | 119 | 157 | 194 | 232 | 269 | 306 | 344 | 381 | 419 | 456 | 542 | 649 | 756 | 862        |
| +40             | 47            | 85 | 123 | 161 | 199 | 237 | 275 | 313 | 351 | 389 | 427 | 465 | 552 | 661 | 769 | 878        |
| +45             | 49            | 88 | 126 | 165 | 204 | 242 | 281 | 320 | 358 | 397 | 435 | 474 | 562 | 673 | 783 | 894        |
| +50             | 51            | 91 | 130 | 169 | 208 | 248 | 287 | 326 | 365 | 405 | 444 | 483 | 573 | 685 | 797 | 909        |

- tabulka udává tlak huštění pro „studené“ pneumatiky — před jízdou
- nominální tlak huštění je při teplotě okolního vzduchu 15 °C
- při vyřízení podle údajů výrobce nesmí být pneumatika provozována při nižším než předepsaném huštění, exploatace při okolní teplotě pod 15 °C vyžaduje tedy zvýšení tlaku huštění na nominální

Zkoumáním hodnot v tab. I docházíme k zajímavému zjištění, že například při nejnižším udávaném tlaku huštění Terra pláště 5  $\psi$  (34,47 kPa) klesne při změně venkovní teploty z  $+10^{\circ}\text{C}$  na  $-5^{\circ}\text{C}$  (což je za jasného podzimního počasí od odpoledne do rána možné i v našich podmínkách) vnitřní přetlak z 33 kPa na 26 kPa, tj. na 79 % původní hodnoty.

Při předepsaném huštění osobní pneumatiky 210 kPa dojde za stejných podmínek k poklesu na 92 % a u nákladní pneumatiky huštěné na 800 kPa se vlivem takového ochlazení původní přetlak zmenší jen na 94 %. Z tohoto srovnání vyplývá vysoká citlivost pneumatik, zvláště nízkotlakých, na dodržování správného huštění.

Několik směrnic a rad k huštění nízkotlakých pneumatik:

a) Aby bylo možné zjistit, uniká-li z pneumatiky vzduch, je třeba kontrolovat vnitřní přetlak při takové teplotě okolí, při jaké byla pneumatika huštěna. Katalogové hodnoty huštění „studené pneumatiky“ jsou firmami vyrábějícími nízkotlaké pneumatiky určovány většinou za těchto podmínek: teplota vzduchu  $15,6^{\circ}\text{C}$  ( $60^{\circ}\text{F}$ ) a nadmořská výška 335 m (1100 feet). Pouze tak je možné určit případný únik vzduchu ze systému ráfek — ventil — pneumatika. Tento požadavek má své opodstatnění zvláště u nízkotlakých pneumatik.

b) Jako přibližný odhad může posloužit údaj o tom, že změna okolní teploty o  $5^{\circ}\text{C}$  způsobí změnu přetlaku u nízkotlakých pneumatik v oblasti huštění do 300 kPa o 2,5 až 4,0 %, ale u nejnižších tlaků, např. 35 kPa, dosahuje změna až 10 %. Výsledek každodenní kontroly huštění často závisí také na tom, jak dlouho je pneumatika v klidu (po prodloužené odpolední směně apod.). Jde především o to, zda se již vyrovnala teplota vzduchu v pneumatice s teplotou okolí. Je pokusně zjištěno, že k vyrovnání teplot, neboli k vychladnutí pneumatiky, dochází po odstavení stroje až za několik hodin. Proto, chceme-li správně nahustit, musí předtím být pneumatika několik hodin v klidu.

c) V oblastech s okolní teplotou vyšší než  $15^{\circ}\text{C}$  musí být předepsané huštění zvýšeno podle hodnot uvedených v tab. I. V oblastech, ve kterých zůstává teplota vzduchu trvale pod  $15^{\circ}\text{C}$ , musí být dodrženo huštění uvedené v tab. I pro hodnotu teploty  $15^{\circ}\text{C}$ . Při zatížení pneumatiky podle katalogu nesmí být pneumatika nikdy exploatována při huštění nižším, než jaké je uvedeno v katalogu. Je-li pneumatika huštěna na tento tlak, např. při teplotě  $15^{\circ}\text{C}$ , a klesne-li v dalším období teplota vzduchu, je pneumatika podhuštěná, deformace je větší, provoz se podobá jízdě při přetížení a plášť se ničí.

Pokud jsme si jisti tím, že pneumatika byla ve „studeném“ stavu před jízdou správně nahuštěna, a zjistíme, že tlak za provozu vzrostl o více než 35 %, pak je pneumatika v nepříznivém teplotním režimu — je nadměrně namáhána. To však nesmí být důvod pro to, aby se vzduch z pneumatiky odpouštěl. Vzestup tlaku huštění vznikající za provozu nesmí být nikdy snižován tím, že se vzduch upouští.

e) Pokud nepřetržitý provoz nedovoluje kontrolu a nastavení tlaku na vychladlé pneumatice, je třeba získat „opravný“ faktor pokusně. Tento faktor se zjišťuje tak, že se u většího množství „studených“ plášťů nastaví předepsané huštění. Potom se u nich zjišťuje tlak nejméně po dvou hodinách stálého provozu. Aritmetický průměr rozdílů tlaků pneu-

matik je třeba připočítat k předepsanému tlaku. Tím se získá vhodná hodnota huštění pro režim trvalého provozu.

Při trvalém provozu stoupá v pneumatikách tlak nad doporučenou hodnotu, ale toto zvýšení není škodlivé a nevede k závadám. Za určitou dobu provozu nastane rovnováha mezi vývojem tepla a jeho ztrátou ochlazením a přírůstek tlaku se stabilizuje. Snižování tlaku za těchto podmínek tím, že se z „teplé“ pneumatiky odpouští vzduch, vede k nebezpečným stavům podhuštění. Také případný následný noční provoz, během něhož se vzduch ochladí, může vést k exploataci za podhuštění. Zvětšuje se deformace, a tím se zvyšuje vývoj tepla, čímž opět narůstá tlak huštění a bludný kruh je v určitých případech uzavřen. Následkem je vznik separací nebo radiálních trhlin, defekty textilní výztuže a zničení pláště.

Patříčná pozornost huštění a zatížení nízkotlakých pneumatik a kontrola provozní rychlosti, zvláště v extrémně horkých obdobích, je nejlepším a zároveň nejméně nákladným opatřením, má-li se dosáhnout maximální životnosti pláště. Doporučuje se denní kontrola huštění (ale to je v provozu ideální stav). Je možné připustit kontrolu jedenkrát za týden, ovšem kromě období, kdy se podstatně mění venkovní teplota, nebo v případech, kdy máme podezření na netěsnost a únik vzduchu.

Uvádíme dva ilustrující příklady:

1. okolní teplota vzduchu  $+35^{\circ}\text{C}$ ,  
předepsaný tlak huštění 140 kPa,  
naměřený tlak ve „studené“ pneumatice 166 kPa,  
tlak může být upraven na 157 kPa (podle tab. I);
2. teplota vzduchu  $-15^{\circ}\text{C}$ ,  
doporučené huštění pneumatiky 140 kPa,  
naměřený tlak ve „studené“ pneumatice 115 kPa,  
tlak je třeba upravit dohuštěním na 140 kPa.

Na závěr je třeba zdůraznit, že jakékoliv montážní práce se systémem ráfek — pneumatika jsou přípustné pouze se zcela vypuštěnou pneumatikou, tj. s pneumatikou prostou vnitřního přetlaku. To se pochybitelně týká především pneumatik namontovaných na vícedílných ráfcích. Po vypuštění vzduchu se doporučuje zkontrolovat průchodnost ventilu vsunutím drátu o vhodném průměru, neboť ventil bývá mnohdy ucpan nečistotami.

*Ing. Josef K l a b a l, CSc.  
Výzkumný ústav gumárenské a plastikářské technologie  
Gottwaldov*

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 8 časopisu

## **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA**

mají být uveřejněny články:

- B. S t u d e n í k : Koeficienty vybavenia poľnohospodárskych podnikov mechanizačnými prostriedkami pre rôzne výrobné podmienky
- E. S t r o u h a l : Vliv sklizňové a dopravní techniky na spotřebu paliva a na utužování půdy
- A. A n d e r t : Univerzální zařízení pro ochranu rostlin
- V. D a n ě k : Využití traktoru s ohledem na hospodárnost jeho provozu
- J. S e m e t k o : Technika krátkodobého merania veličín na traktoroch a ich súpravách

Dne 29. března 1985 zemřel po dlouhotrvající těžké nemoci ve věku 62 let doc. Karel Koskuba, CSc., dlouholetý neúnavný spolutvůrce a propagátor výstavby plně mechanizovaného socialistického zemědělství.

Svou odbornou dráhu zemědělského mechanizátora zahájil v roce 1952 nástupem do nově budovaného Výzkumného ústavu pro mechanizaci a elektrifikaci v zemědělství (VŮMEZ) v Praze. Zde postupně prošel funkcemi výzkumného pracovníka, vedoucího skupiny sklízňových strojů pro obiloviny a píce, vedoucího oddělení zemědělské mechaniky. V souvislosti s delimitací odborné činnosti mezi ústavy přešel v roce 1961 z tehdejšího již Výzkumného ústavu zemědělské techniky (VŮZT) do Ústavu pro vědeckou soustavu hospodaření, kde vykonával déle než rok funkci vedoucího Krajské zemědělské stanice v Praze. Zaváděl velkovýrobní postupy do zemědělské praxe, zejména při sklizení obilovin, posklízňovém ošetření zrna a při sklizni píce. Od roku 1962 pracoval s. Koskuba na katedře zemědělské techniky VŠZ Praha, PEF České Budějovice, nejprve jako odborný asistent, později (od roku 1967) jako docent. Vyučoval předmět „Mechanizace zemědělské výroby“ u studijního směru provoz a ekonomika zemědělství. V roce 1968 přešel jako poradce na OZS Kutná Hora. Ve stejné době byl spoluřešitelem nové čs. samojízdné sklízecí mlátičky SM-500 s průchodností hmoty  $10 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ , vyvíjené v tehdejší Agrostroji Prostějov. Zhoršující se zdravotní stav jej přiměl odejít do invalidního důchodu. Ani za této situace však nepřestal s tvůrčí prací pro rozvoj zemědělské velkovýroby. S neobvyklým nadšením a průbojností pokračoval jako odborný konzultant a v jednotlivých zemědělských podnicích prosazoval komplexní mechanizaci. V druhé polovině sedmdesátých let si jako jeden z mála plně uvědomil dosah elektronizace pro další rozvoj zemědělské techniky a možnosti jejího uplatnění v oblasti řízení zemědělského podniku. Na základě zahraničních poznatků a zkušeností navrhl netradiční řešení této problematiky pro několik JZD (Kačina, Potěhy, Strachotín). Svou odbornou dráhu završil spoluprací s VŮZT při zavádění systému řízení zemědělské výroby v reálném čase v JZD Mír ve Velkých Bílovicích. Některé navržené záměry však již nemohl dokončit.

Odborná činnost s. Karla Koskuby je značně rozsáhlá. Průpravou k ní mu bylo středoškolské vzdělání a neukončené studium na ČVUT, přerušené v roce 1948 pověřením stranickými úkoly, stejně jako dělnické zaměstnání za druhé světové války a začátkem padesátých let. Ve druhé polovině padesátých let, po úspěšném aspirantském studiu, dosáhl vědecké hodnosti kandidát věd. Na VŠZ Praha se habilitoval jako docent. Jako vůdčí osobnost při řešení mechanizace sklízň obilovin a píce byl odpovědným pracovníkem mnoha úkolů z této oblasti, byl činný při zdokonalování a vývoji sklízecích mlátiček a dalších strojů. Podílel se na pracích na československé soustavě pro komplexní mechanizaci zemědělství, zejména v komisi pro obiloviny a v obdobné komisi v rámci Mezinárodní soustavy strojů pro zemědělství členských států RVHP. Bez významu nejsou ani jeho teoretické práce z oblasti základů zemědělské techniky a agrofyziky. Publikoval značný počet původních

práci jak v naší vědecké literatuře, tak v zahraničí. Jako uznání za práci se mu dostalo členství v Americké společnosti zemědělských inženýrů (ASAE). Byl činný v různých odborných komisích a v odboru zemědělské mechanizace dřívější ČSAZV.

Je vždy těžké, ztrácíme-li ze svých řad vynikajícího odborníka. Dáleko těžší však je vyrovnat se s takovou ztrátou v případě, že jde o člověka, který si za svůj životní cíl vytkl dosáhnout ve zvoleném oboru úspěchu nikoliv pro uspokojení osobní ctižádosti, ale proto, že věřil ve správnost nastoupené cesty a byl jí ochoten obětovat vše. Karel Koskuba byl vzácným příkladem takového vědeckého pracovníka. Byl neústupný v prosazování názorů, které považoval za správné, byl odhodlaný kdykoliv a na jakémkoliv fóru obhajovat nezbytnost jejich realizace. Dovedl svou víru a přesvědčení přenést na své spolupracovníky a byl připraven jim kdykoliv pomoci — slovem, odbornou literaturou, osobním příkladem. Na sklonku svého života, kdy bylo zjevné, že jeho fyzických sil postupně ubývá, rostla jeho touha uskutečnit s pomocí ostatních ještě něco z velkých plánů na další zlepšení socialistického zemědělství. Jeho vitalita, se kterou se několikrát dokázal vrátit od hranice života do činnorodé práce, byla obdivuhodná.

Odešel dobrý člověk, velký odborník, neúnavný bojovník za lepší zítřek. My, kteří jsme jej znali a měli možnost s ním dlouhá léta pracovat, nezapomeneme na příklad, kterým nám ukazoval, čeho lze dosáhnout, je-li člověk pevný ve svých zásadách. Jeho práce bude žít v jeho dílech dál.

Ing. Miroslav Š p e l i n a, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

## OBSAH

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Meleg J., Procházka B.: Sledovanie kvality práce mláfacieho a separačného systému s rozšírenou zónou separácie . . . . . | 385 |
| Blahovec J., Patočka K., Míča B.: Mechanické vlastnosti dužnin zeleniny . . . . .                                        | 393 |
| Friedman M.: Změna klíčivosti semen vojtěšky a šťovíku vlivem rázového zatížení . . . . .                                | 411 |
| Rychnovský O.: Vliv utužení půdy při sázení brambor na jejich výnos . . . . .                                            | 419 |
| Groda B.: Hodnocení spolehlivosti dojírny DZKD-15 . . . . .                                                              | 427 |
| Zemědělská technika v praxi                                                                                              |     |
| Klabal J.: Huštění zemědělských nízkotlakých pneumatik . . . . .                                                         | 411 |
| Nekrolog                                                                                                                 |     |
| Špelina M.: Za doc. Karlem Koskubou, CSc. . . . .                                                                        | 447 |

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Мелег Я., Прохазка Б.: Изучение качества работы молотильно-сепарационной системы с расширенной зоной сепарации . . . . . | 390 |
| Благовец Й., Патоčka К., Ми́ча Б.: Механические свойства мякоти овощей . . . . .                                         | 409 |
| Фри́дман М.: Изменение энергии прорастания семян люцерны и щавеля под действием ударной нагрузки . . . . .               | 417 |
| Ры́чновский О.: Влияние уплотнения почвы при посадке картофеля на его урожай . . . . .                                   | 425 |
| Грода Б.: Оценка надежности доильной площадки DZKD-15 . . . . .                                                          | 438 |

## CONTENTS

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Meleg J., Procházka B.: Observing the Quality of Work of the Thrashing-Separation System with Extended Separation Zone . . . . . | 391 |
| Blahovec J., Patočka K., Míča B.: The Mechanical Properties of Vegetable Pulp . . . . .                                          | 409 |
| Friedman M.: The Change of Germination in the Seeds of Lucerne and Curly Dock through Shock Load . . . . .                       | 417 |
| Rychnovský O.: The Effect of Soil Compressing during Planting of Potatoes on their Yield . . . . .                               | 425 |
| Groda B.: Evaluation of the Reliability of DZKD-15 Milking Parlour . . . . .                                                     | 439 |

## INHALT

|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Meleg J., Procházka B.: Untersuchung der Arbeitsqualität des Drescher-Separationssystems mit erweiterter Separationszone . . . . . | 391 |
| Blahovec J., Patočka K., Míča B.: Mechanische Eigenschaften des Gemüsefruchtfleisches . . . . .                                    | 409 |
| Friedman M.: Veränderungen der Keimfähigkeit von Luzerne- und Ampfersamen infolge von Stoßbelastung . . . . .                      | 417 |
| Rychnovský O.: Einfluß verdichteten Bodens beim Kartoffellegen auf deren Ertrag . . . . .                                          | 425 |
| Groda B.: Bewertung der Funktionsverlässlichkeit der Melkanlage DZKD-15 . . . . .                                                  | 439 |

Rukopisy odevzdány k tisku 27. 3. 1985 — Podepsáno k tisku 31. 5. 1985

---

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS-ÚED Praha, závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6; PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.