

VĚDECKÝ ČASOPIS



# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

7

ROČNÍK 37 LXIV  
PRAHA  
ČERVENEC 1991  
CS ISSN 0044 - 3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), prof. ing. Ján Jech, CSc., RNDr. ing. Jiří Blahovec, DrSc., ing. Vladimír Čech, CSc., ing. Jan Horáček, CSc., ing. Dušan Hutla, ing. Zdeněk Pastorek, CSc., doc. ing. František Ptáček, CSc., ing. Bohumil Studeník, CSc.

Vedoucí redaktorka: ing. Vladimíra Čermáková

## OBSAH

|                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Jílek J., Velda K.: Zhodnocení výsevních ústrojí Harmonie a Aeromat statickými zkouškami při výsevu cukrovky . . . . .  | 353 |
| Opáth R.: Časová a energetická analýza krmných linií pre hovädzí dobytok . . . . .                                      | 361 |
| Bajla J., Brozman D., Kubík L., Srnka L.: Vplyv kompletizácie bloku motora na geometrický tvar vložiek valcov . . . . . | 369 |
| Kurucová E., Ochodnický V., Mancovič M.: Elektrohydraulická regulácia trojbodového závesu a hnacieho agregátu . . . . . | 375 |
| Blahovec J.: Stlačování dužnatého plodu s tuhou slupkou mezi dvěma deskami - matematický model . . . . .                | 383 |
| Rířai M. N.: Presné ovládanie pracovnej hĺbky poľnohospodárskych strojov . . . . .                                      | 391 |
| Jech J., Ghanwi I., Sosnowski S.: Hodnotenie kvality výmlatu šošovice pri priamom zbere . . . . .                       | 397 |

## AKTUALITY

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Janál R., Hévr M.: Konduktometrická měření zemědělských materiálů . . . . . | 407 |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|

## TERMINOLOGIE

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Žák K.: Terminologie v oboru zemědělská technika: Čištění a třídění semen . . . . . | 413 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## CONTENS

|                                                                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Jílek J., Velda K.: An evaluation of the drilling mechanism Harmonie and Aeromat by means of static tests conducted during the drilling of sugar beet seeds . . . . . | 353 |
| Opáth R.: An analysis of time and energy consumption by feeding lines for cattle . . . . .                                                                            | 361 |

# ZHODNOCENÍ VÝSEVNÍCH ÚSTROJÍ HARMONIE A AEROMAT STATICKÝMI ZKOUŠKAMI PŘI VÝSEVU CUKROVKY

J. Jílek, K. Velda

JÍLEK, J. – VELDA, K. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Zhodnocení výsevních ústrojí HARMONIE a AEROMAT statickými zkouškami při výsevu cukrovky*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 353 – 359.

Byly provedeny statické zkoušky výsevních ústrojí HARMONIE a AEROMAT se čtyřmi druhy osiva cukrovky – obalované osivo kalibrované na rozměr 3,75 až 4,75 mm, obalované osivo kalibrované na rozměr 4,5 až 5,5 mm, geneticky jednoklíčkové inkrustované osivo, geneticky jednoklíčkové neupravené osivo. U kalibrovaného osiva obě výsevní ústrojí dosahují 98,7 až 99,5 % normálně vysetých semen. Výsevní ústrojí HARMONIE není vhodné pro výsev inkrustovaného nebo geneticky jednoklíčkového neupraveného osiva. Výsevní ústrojí AEROMAT s kotoučem R II dosahuje 95 % normálně vysetých semen inkrustovaného geneticky jednoklíčkového osiva a 85 % normálně vysetých semen neupraveného geneticky jednoklíčkového osiva.

přesný výsev; kotoučové výsevní ústrojí; statické zkoušky přesných secích strojů

V Československu se pro přesný výsev cukrovky používá mj. secích strojů s výsevním systémem AEROMAT firmy Becker a secích strojů s výsevním systémem HARMONIE z Agrozetu Roudnice n. Labem. Obě ústrojí jsou kotoučová. Výsevní ústrojí AEROMAT je kotoučové s gravitačním náběrem a ofukovací korekční tryskou. Výsevní ústrojí HARMONIE je kombinované s podtlakovým náběrem.

Cílem práce je porovnat výsevní ústrojí AEROMAT a HARMONIE při laboratorních statických zkouškách s výsevem obalovaného osiva cukrovky, neupraveného geneticky jednoklíčkového osiva a inkrustovaného geneticky jednoklíčkového osiva. Při statických zkouškách, na rozdíl od mobilních zkoušek, je výsevní ústrojí v klidu. K simulaci relativního pohybu stroje po půdě se používá adhezivní pás pohybující se pod výsevním ústrojím. Inkustované geneticky jednoklíčkové osivo má v porovnání s neupraveným geneticky jednoklíčkovým osivem poněkud menší rozměry z důvodu obroušení při inkustování (moření).

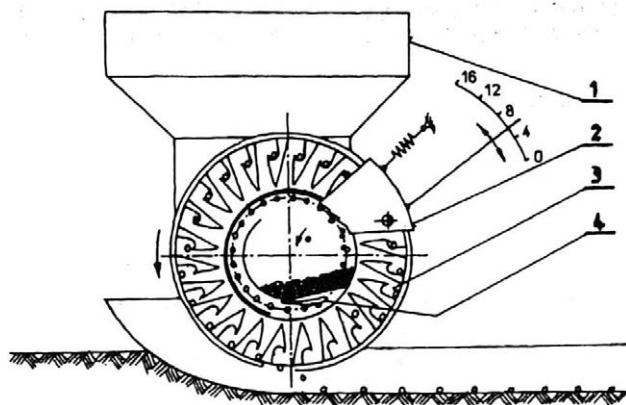
## MATERIÁL A METODA

Kombinované výsevní ústrojí s podtlakovým náběrem HARMONIE je zobrazeno na obr. 1. Osivo postupuje ze zásobníku (1) k čelní stěně výsevního kotouče (3) a podtlakem se přisaje k jeho otvorům. Ve vrchní části je umístěn nastavitelný korekční stírač (2), jehož úkolem je oddělit přebytečná semena. Stírač (4) umístěný v dolní části stírá semena z otvorů do tvarovaných kanálků výsevního kotouče. Výsevní kotouč má průměr 300 mm a 24 kanálků (Příloha, 1988). Nabírací otvory jsou rozmístěny na průměru 150 mm. Jejich průměr je 2,5 mm. Výrobce doporučuje nabírací podtlak 4 až 10 kPa.

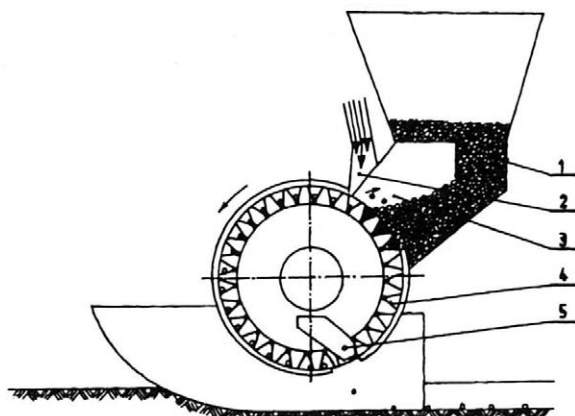
U kotoučového výsevního systému s gravitačním náběrem AEROMAT semena ze zásobníku (1) (obr. 2) naplňují kuželovité jamky výsevního kotouče (4). Kotouč unáší semena k ofukovací trysce (2). Zde proud vzduchu přidržuje jedno semeno k otvoru na dně kuželovité jamky a ostatní semena vyfoukne zpět do předkomory (3) nabíracího prostoru. Výsevní ústrojí je vybaveno vyhazovačem (5), který uvolní semena, jež mohou být pevně usazena na dně kuželovité jamky. Pro laboratorní statické zkoušky byly použity kotouče R I a R II, které výrobce doporučuje pro výsev cukrovky. Kotouč R II má menší kuželovité jamky. Výsevní kotouče mají průměr 250 mm a 32 kuželovitých otvorů na obvodě.

Statické zkoušky byly provedeny na zkušebním zařízení (obr. 3). Výsevní kotouč je poháněn elektromotorem přes stupňovou převodovku. Přetlak nebo podtlak vzduchu potřebný k činnosti výsevního ústrojí vytváří ventilátor. Pohyb secího stroje po pozemku se simuluje adhezivním pásem s konstantní rychlostí 1,55 m.s<sup>-1</sup>. Vrstva mazacího tuku, která je nanášena na pás v šířce asi 70 mm, zachycuje vysévaná semena. Délka pásu je 7,0 m. V důsledku rozběhu a doběhu je možné využít asi 6 m. Vzdálenost mezi výsevními kotoučem a vrstvou mazacího tuku odpovídá vzdálenosti mezi kotoučem a dnem výsevní brázdičky vytvoře-

1. Schéma výsevního ústrojí HARMONIE (1 - zásobník, 2 - korekční stírač, 3 - výsevní kotouč, 4 - stírač) - A diagram of the drilling mechanism HARMONIE (1 - seed container, 2 - correction wiper, 3 - drilling disc, 4 - wiper)



2. Schéma výsevního ústrojí AEROMAT (1 - zásobník, 2 - ofukovací tryska, 3 - předkomora, 4 - výsevní kotouč, 5 - vyhazovač) - A diagram of the drilling mechanism AEROMAT (1 - seed container, 2 - blowing nozzle, 3 - ante-chamber, 4 - drilling disc, 5 - ejector)



né secí botkou. Vzdálenost semen ve vrstvě mazacího tuku se odměřuje měřítkem, přestože Walczyk (1987) již použil elektronického měření vzdáleností semen. Ke sběru semen se používá odsávací zařízení umístěné v ohybu pásu.

Ve zkouškách jsme použili čtyři druhy osiva cukrovky:

- obalované osivo kalibrované na rozměr 3,75 až 4,75 mm,
- obalované osivo kalibrované na rozměr 4,5 až 5,5 mm,
- geneticky jednoklíčkové osivo upravené inkrustováním,
- geneticky jednoklíčkové osivo neupravené.

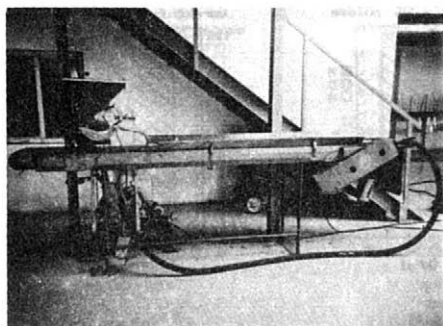
Podtlak vzduchu nabíracího kotouče výsevního ústrojí HARMONIE jsme nastavovali stupňovitě na hodnoty 1,0; 4,1; 7,2 kPa. Teoretické rozteče  $x_i$  byly otáčkami výsevního kotouče nastaveny na hodnoty 182; 162; 142 mm. Volili jsme tři polohy páky korekčního stírače - 8., 10. a 12. polohu. S ústrojím HARMONIE bylo tedy provedeno 108 zkoušek (4 druhy osiva, 3 hodnoty podtlaku, 3 teoretické rozteče, 3 polohy páky korekčního stírače).

Přetlak vzduchu ofukovací trysky u výsevního ústrojí AEROMAT jsme nastavovali stupňovitě na hodnoty 1,0; 2,5; 4,1; 5,7; 7,2; 8,8 kPa. Teoretické rozteče  $x_i$  byly otáčkami výsevního kotouče nastaveny na hodnoty 173; 138; 116; 100 mm. S výsevním kotoučem R I bylo provedeno 96 zkoušek (4 druhy osiva, 6 hodnot přetlaků, 4 teoretické rozteče).

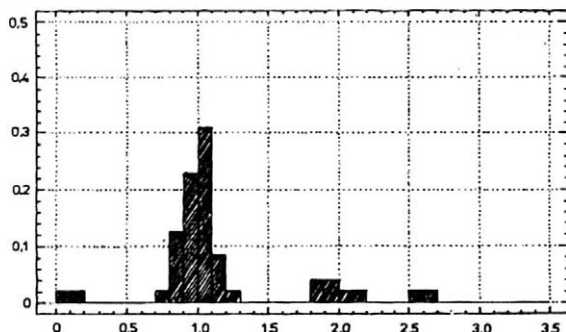
U výsevního kotouče R II jsme obalované osivo kalibrované na rozměr 4,5 až 5,5 mm nepoužili kvůli kuželovitým otvorům menších rozměrů a rozměrnému osivu; proto jsme s výsevním kotoučem R II provedli 72 zkoušek (3 druhy osiva, 6 hodnot přetlaků, 4 teoretické rozteče).

## VÝSLEDKY

Zpracování výsledků každé zkoušky bylo provedeno podle mezinárodní normy ISO 7256/1 (1984) (H e y n s , 1989). Naměřené hodnoty  $x$  jsou zařazeny do intervalu o šířce



3. Zkušební zařízení pro statické zkoušky – Testing equipment for static tests



4. Histogram rozdělení roztečí semen výsevního ústrojí AEROMAT s kotoučem R II za použití geneticky jednoklíčkového neupraveného osiva (teoretická rozteč nastavena na  $x_t = 116$  mm, přetlak ofukovací trysky seřízen na hodnotu 4,1 kPa) – A histogram of the distribution of seed distances achieved with the drilling mechanism AEROMAT equipped with the R II disc using genetically monogerm untreated seeds (theoretical distance between seeds set to  $x_t = 116$  mm, blowing nozzle overpressure set to 4.1 kPa)

$0,1 x_t$  ( $0; 0,1 x_t$ ), ( $0,1 x_t; 0,2 x_t$ ), ( $0,2 x_t; 0,3 x_t$ ), ... . Každý interval je charakterizován středem  $x_i$  a poměrovým středem  $X_i = x_i (x_t)^{-1}$ . Počet hodnot v  $i$ -tém intervalu je označen  $n_i$ . Pro každou zkoušku je možné sestavit histogram podle obr. 4, kde  $F_i = n_i(N)^{-1}$ . Počet naměřených hodnot je označen  $N = \sum n_i$ .

Hodnoty  $n_i$  jsou sdruženy do veličin  $n_1, n_2, n_3, n_4, n_5$  podle vztahů

$$\begin{aligned} n_1' &= \sum n_i \text{ pro } X_i \in (0; 0,5>, \\ n_2' &= \sum n_i \text{ pro } X_i \in (0,5; 1,5>, \\ n_3' &= \sum n_i \text{ pro } X_i \in (1,5; 2,5>, \\ n_4' &= \sum n_i \text{ pro } X_i \in (2,5; 3,5>, \\ n_5' &= \sum n_i \text{ pro } X_i \in (3,5; 133). \end{aligned}$$

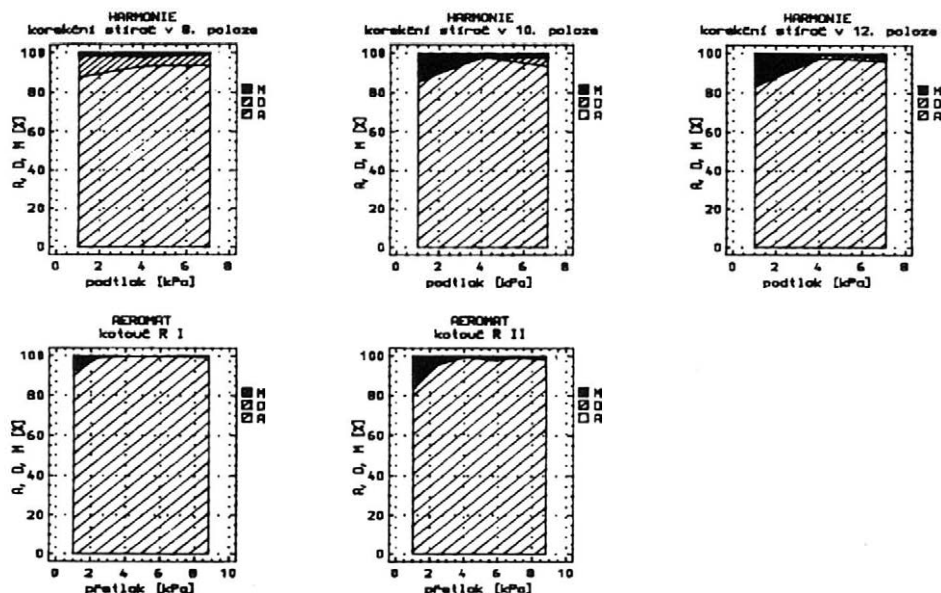
Platí  $N = \sum n_i$

Pro počty různě vysetých semen platí:

- počet vícenásobně vysetých semen  $n_2 = n_1'$ ,
- počet normálně vysetých semen  $n_1 = N - 2n_2'$ ,
- počet vynechávek  $n_0 = n_3' + 2n_4' + 3n_5'$ ,
- počet intervalů  $N' = n_2' + 2n_3' + 3n_4' + 4n_5'$ ,
- průměrná poměrová vzdálenost normálně vysetých semen

$$X = \frac{\sum n_i X_i}{n_2'} \text{ pro } X_i \in (0,5; 1,5> .$$

Potom podíl normálně vysetých semen  $A$ , vícenásobně vysetých semen  $D$  a vynechávek  $M$  činí



5. Podíly normálně vysetých semen A, vícenásobně vysetých semen D a vnechávek M při výsevu obalovaného osiva kalibrováno na rozměr 3,75 až 4,75 mm – Percentages of correctly drilled seeds (A), multiple seeds (D), and not deposited seeds (M) recorded during the drilling of coated sugar beet seeds graded to the size category from 3.75 to 4.75 mm

$$A = \frac{n_1}{N} 100 \%, \quad [1]$$

$$D = \frac{n_2}{N} 100 \%, \quad [2]$$

$$M = \frac{n_0}{N} 100 \%. \quad [3]$$

Z vyjádření  $n_1, n_2, n_0, N$  současně vyplývá

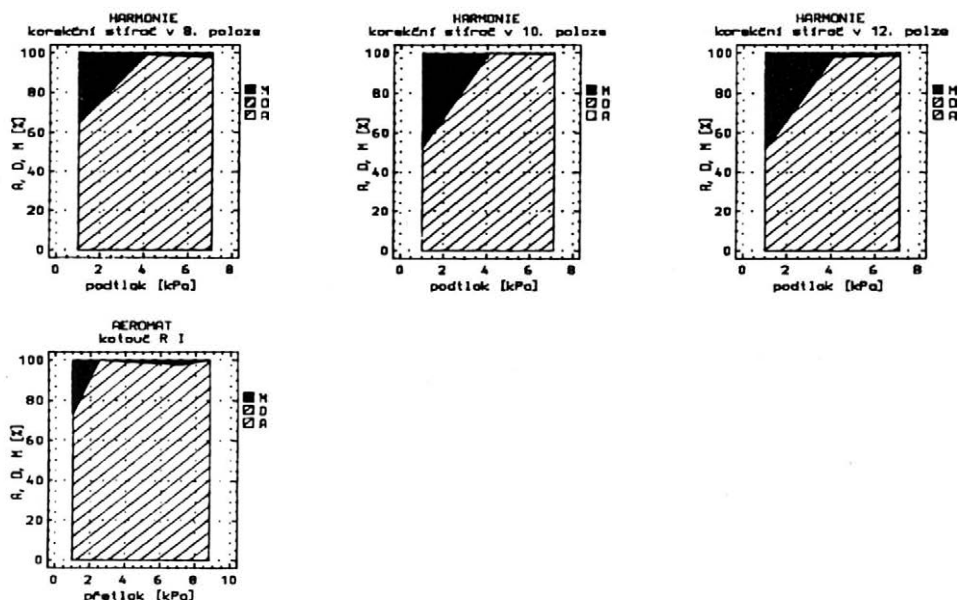
$$A + D + M = 100 \%. \quad [4]$$

Pro směrodatnou odchylku  $\sigma$  platí

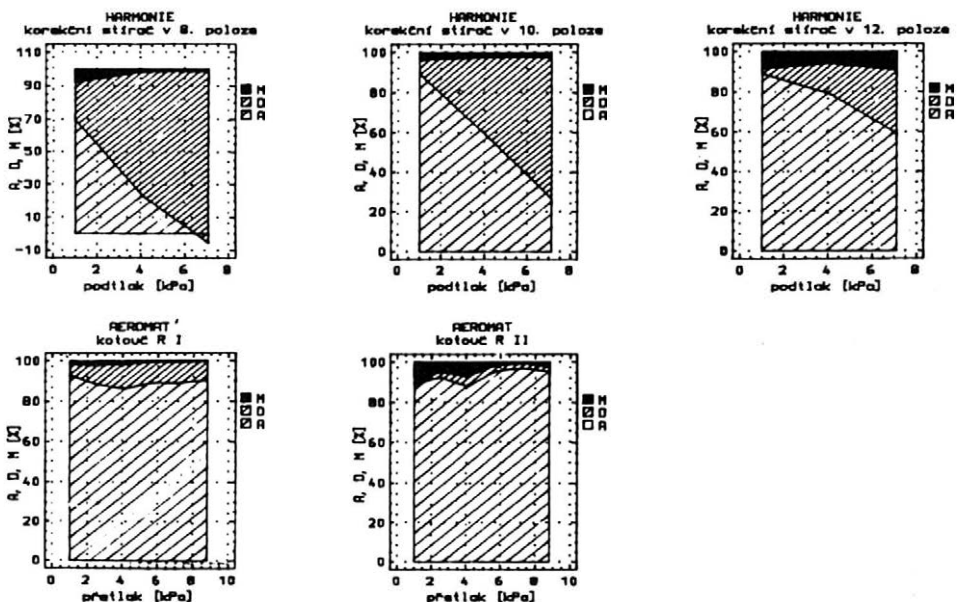
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum n_i X_i}{n_2} - \bar{X}^2} \quad \text{pro } X_i \in (0,5; 1,5)$$

## DISKUSE

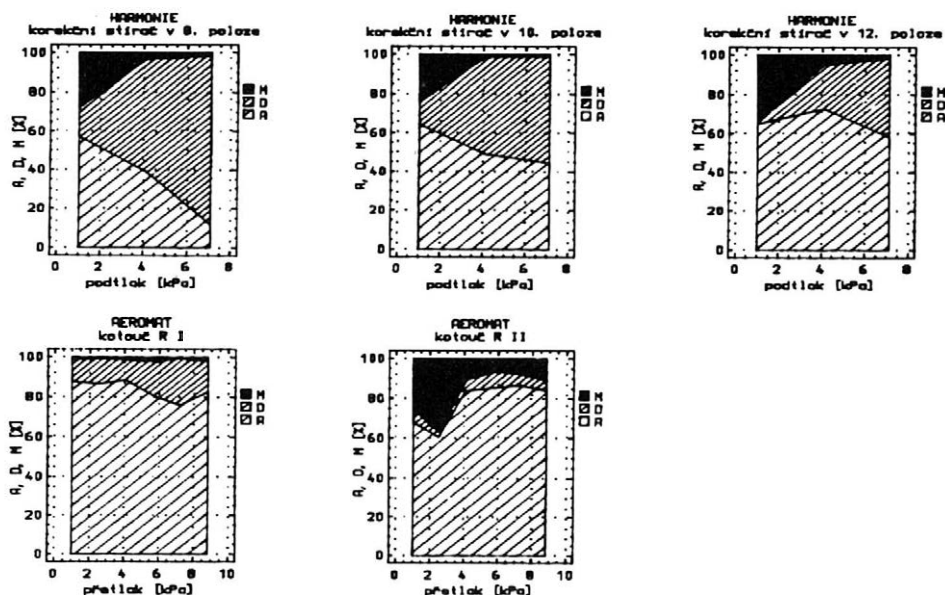
Hodnoty  $A, D, M$  pro obalované osivo kalibrované na rozměr 3,75 až 4,75 mm jsou znázorněny na obr. 5, pro obalované osivo kalibrované na rozměr 4,5 až 5,5 mm na obr. 6, pro geneticky jednoklíčkové osivo upravené inkrustováním na obr. 7 a pro geneticky jednoklíčkové neupravené osivo na obr. 8. Horní polovina každého obrázku znázorňuje výsledky zkoušek výsevního ústrojí HARMONIE pro tři polohy korekčního stírače – 8, 10 a 12, dolní polovina výsledky zkoušek výsevního ústrojí AEROMAT s kotoučem R I a R II. U výsevního ústrojí HARMONIE je na vodorovné ose vyneseno podtlak vzduchu na nabíracím kotouči, u výsevního ústrojí AEROMAT je na vodorovné ose vyneseno statický přetlak vzduchu přiváděného k ofukovací trysce. Každá hodnota  $A, D, M$  pro každou hodnotu podtlaku nebo přetlaku vzduchu je aritmetickým průměrem ze tří (HARMONIE) nebo čtyř (AEROMAT) zkoušek odpovídajících různým teoretickým roztečím  $x_i$ .



6. Podíly normálně vysetých semen A, vícenásobně vysetých semen D a vynechávek M při výsevu obalovaného osiva kalibrovaného na rozměr 4,5 až 5,5 mm – Percentages of correctly drilled seeds (A), multiple seeds (D), and not deposited seeds (M) recorded during the drilling of coated seeds graded to the size category from 4.5 to 5.5 mm



7. Podíly normálně vysetých semen A, vícenásobně vysetých semen D a vynechávek M při výsevu geneticky jednodílkového inkrustovaného osiva – Percentages of correctly drilled seeds (A), multiple seeds (D), and not deposited seeds (M) recorded during the drilling of genetically monogerm encrusted seeds



8. Podíly normálně vysetých semen A, vícenásobně vysetých semen D a vynechávek M při výsevu geneticky jednoklíčkového neupraveného osiva – Percentages of correctly drilled seeds (A), multiple seeds (D), and not deposited seeds (M) recorded during the drilling of genetically monogerm untreated seeds

Výsevní ústrojí HARMONIE má schopnost dosáhnout při správném nastavení korekčního stírače 97,0 % normálně vysetých semen obalovaného osiva kalibrovaného na rozměr 3,75 až 4,75 mm. U téhož osiva výsevní ústrojí AEROMAT s kotoučem R I dosahuje 99,5 % normálně vysetých semen a s kotoučem R II 98,7 % normálně vysetých semen.

U obalovaného osiva kalibrovaného na rozměr 4,5 až 5,5 mm výsevní ústrojí HARMONIE dosahuje 99,5 % normálně vysetých semen, zatímco výsevní ústrojí AEROMAT s kotoučem R I zajistí 99,1 % normálně vysetých semen. Kotouč R II není pro toto osivo použitelný.

Výsevní ústrojí HARMONIE není vhodné pro výsev geneticky jednoklíčkového osiva (neupraveného i upraveného inkustováním) vzhledem k velkému zastoupení vícenásobně vysetých semen. Výsevní ústrojí AEROMAT s kotoučem R II dosahuje 95 % normálně vysetých semen geneticky jednoklíčkového inkustovaného osiva a 85 % normálně vysetých semen geneticky jednoklíčkového neupraveného osiva.

Nevýhodou mezinárodní normy ISO 7256/1 (1984) je skutečnost, že zastoupení normálně vysetých semen  $A$  může nabývat záporných hodnot (obr. 7). Jde o případ s velkým výskytem vícenásobně vysetých semen, přesněji při velkém výskytu shluků s více než dvěma následnými roztečemi s  $X$ ; menším než 0,5, jak je patrné ze vztahu (1).

## Literatura

- HEYNS, A. J.: Techniques for the evaluation of precision planters. In: Agricultural Engineering. 3. Rotterdam. Balkema 1989, s. 1689 – 1695.  
 PRIHODA, Z.: Secí stroj pro přesný výsev semen řepy a kukuřice. Zeměd. Techn., 34, 1988, s. 705 – 713.  
 WALCZYK, J.: Analýza pracy zespołów wysiewających i redlic sieńników do siewu punktowego. [Habilitation práce.] Krakov 1987. 164 s. Uniwersita Krakow.  
 ISO 7256/1. Sowing equipment – Test methods – Part 1: Single seeds drills (precision drills). 1984.

Dělo dne 13. 2. 1991

JÍLEK, J. – VELDA, K. (University of Agriculture, Praha): *An evaluation of the drilling mechanisms HARMONIE and AEROMAT by means of static tests conducted during the drilling of sugar beet seeds.* Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 353 – 359.

Static tests were conducted with the drilling mechanisms HARMONIE and AEROMAT with four types of sugar beet seeds – coated seeds graded according to size to a category from 3.75 to 4.75 mm, coated seeds graded to a category from 4.5 to 5.5 mm, encrusted genetically monogerm seeds, untreated genetically monogerm seeds. In case of calibrated seeds, the percentages of correctly drilled seeds were with both drilling mechanisms from 98.7 % to 99.5 %. The drilling mechanism HARMONIE is not suitable for the drilling of encrusted or untreated genetically monogerm seeds. With the drilling mechanism AEROMAT equipped with a R II disc, the percentage of correctly drilled encrusted genetically monogerm seeds equalled to 95 % and that of correctly drilled untreated genetically monogerm seeds to 85 %.

exact seed drilling; disc drilling mechanism; static tests of exact drilling mechanisms

---

*Adresa autorů:*

Ing. Josef J í l e k, CSc., prof. ing. Karel V e l d a, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

## **AgroBalt '92**

Erstmalig findet mit der AgroBalt '92 vom 7.-10. April 1992 eine Internationale Fachausstellung für die Agrar-, Lebensmittel- und Verpackungswirtschaft in den baltischen Staaten statt. Veranstaltet wird die Messe vom Institut für Nationale Fleisch- und Ernährungswirtschaft in Heidelberg in Zusammenarbeit mit dem Litexpo-Center Vilnius. Veranstaltungsort ist die litauische Hauptstadt Vilnius.

Im Rahmen der AgroBalt 92, die vom litauischen Staatssekretar Georg Gallus aus dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eröffnet wird, wird im Rahmenprogramm auch ein Ost-West-Forum durchgeführt, bei dem sich die Politiker über die Möglichkeiten und Perspektiven einer engen Zusammenarbeit verständigen wollen.

# ČASOVÁ A ENERGETICKÁ ANALÝZA KŔMNYCH LINIEK PRE HOVÁDZÍ DOBYTOK

R. Opáth

OPÁTH, R. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Časová a energetická analýza kŕmnych liniek pre hovädzí dobytok*. Zeméd. Techn., 37, 1991 (7): 361 – 368.

Práca sa zaoberá určením spotreby energie a potrebou času na kŕmenie dojníc. Merania boli robené v bežných prevádzkových podmienkach na veľkokapacitných farmách. Sledované boli linky s mobilnými základacími vozmi, linky s použitím žľabových a tiež nadžľabových dopravníkov. Meraniami bolo zisťované množstvo založeného krmiva, potreba času na vykonanie jednotlivých pracovných operácií pri kŕmení, spotreba nafty a spotreba elektrickej energie. Na základe vyhodnotenia výsledkov týchto meraní sa v práci uvádza zistená výkonnosť základacích zariadení, potreba ľudskej práce a potreba času a energie na založenie jednotky hmotnosti krmiva zvieratám.

linka strojom; čas práce stroja; potreba ľudskej práce; výkonnosť stroja; spotreba energie; výkon

Systémový prístup k riešeniu otázok komplexnej mechanizácie a automatizácie procesu kŕmenia umožňuje určiť optimálnu variantu efektívneho zloženia a využitia linky strojov. Problematiku mechanizácie kŕmenia je potrebné riešiť s ohľadom na vzájomné pôsobenie biologických, technologických a technických faktorov výroby. K o n a k o v a k o l. (1989) doporučujú mobilné základacie zariadenia pre hovädzí dobytok používať nielen na priame zakladanie krmív do válova, ale aj na dávkovanie krmiva do násypky stacionárnych kŕmnych zariadení.

Za najdôležitejšie exploatačné ukazovatele sú podľa autorov B e l j a n č i k o v a k o l. (1989) považované v prípade zariadení živočíšnej výroby ukazovatele technicko-ekonomické, ako sú výkonnosť, prevádzkové náklady a spotreba nafty, ďalej ukazovatele všeobecnotechnické, ako je životnosť strojov, a konečne špeciálne exploatačné ukazovatele, akou je napríklad schopnosť splnať zootechnické požiadavky.

L o b o t k a (1989) sa zaoberal spotrebou energie mobilných a stacionárnych liniek kŕmenia pre dojnice. Podľa autora stacionárna linka so žľabovým dopravníkom spotrebovávala  $7,94 \text{ kJ.kg}^{-1}$  založeného krmiva a linka s nadžľabovým dopravníkom  $11,24 \text{ kJ.kg}^{-1}$  krmiva. Pri mobilnej technike autor uvádza ako najnižšiu mernú spotrebu nafty na založené krmivo  $0,097 \text{ kg.t}^{-1}$  u súpravy základacieho voza WP – 3,5 s traktorom Z – 5211, u základacieho voza MV – 1-060 s traktorom Z – 6245 bola spotreba  $0,115 \text{ kg.t}^{-1}$  a u toho istého voza s traktorom Z – 8011  $0,160 \text{ kg.t}^{-1}$  založeného krmiva.

Spotrebou energie strojov technologických liniek pre kŕmenie dojníc sa zaoberal aj M i h i n a (1984). Autor zistil, že nakladač UNHZ – 750 s traktorom Z – 5611 spotreboval pri vyberaní siláže energiu  $11,67 \text{ MJ.t}^{-1}$  a vyberač VSH – 180 s traktorom Z – 6945 spotreboval  $10,78 \text{ MJ.t}^{-1}$ . Prípravovňa s rozvrstvociacim dopravníkom a závitovým prihrňáčom spotrebovávala podľa autora  $3,55 \text{ MJ.t}^{-1}$  krmiva. V práci sú ďalej uvádzané nasledovné spotreby energie. Kŕmny voz WP – 3,5 s traktorom Z – 5748 spotreboval  $11,21 \text{ MJ.t}^{-1}$ . Kŕmny voz MIDAN – 8 s traktorom Z – 8011 spotreboval  $12,42 \text{ MJ.t}^{-1}$ . Pri plnení žľabového pásového dopravníka ŽPD – 100 vozom MIDAN – 8 bola spotreba voza MIDAN – 8 až  $23,03 \text{ MJ.t}^{-1}$ , pričom ŽPD – 100 mal spotrebu  $2,02 \text{ MJ.t}^{-1}$ . Merná spotreba energie u kombinovanej linky je teda podľa autora podstatne vyššia. Nadžľabový dopravník DOZN – 100 spotrebovával  $3,42 \text{ MJ.t}^{-1}$  založeného krmiva.

Cieľom práce bolo vzhľadom na nutnosť racionalizácie energetických vstupov do výroby uskutočniť merania a analýzu spotreby energie kŕmnych liniek pre hovädzí dobytok v bežných prevádzkových podmienkach. Súčasne sme merali a vyhodnotili aj potrebu času práce týchto liniek. Spotreba nafty bola meraná prietokomerom paliva Js-6-8500.06, výrobok n.p. Adast Adamov, a činný elektrický výkon bol meraný registračným prístrojom WATTREG-20.

## MATERIÁL A METÓDA

Boli sledované dve kŕmne linky s mobilnými základacími vozmi, jedna linka s nadžľabovými a jedna so žľabovými dopravníkmi.

Pri riešení sme postupovali nasledovne:

- a) charakteristika kŕmnej linky;
- b) určenie hmotnosti zakladanej kŕmnej dávky;
- c) meranie časov práce jednotlivých strojov a celých liniek;
- d) meranie spotreby energie jednotlivých strojov kŕmnej linky;
- e) vyhodnotenie výsledkov meraní:

- výkonnosť stroja v čase pracovného nasadenia

$$Q_{o7} = \frac{m}{t_{o7}} \text{ [kg.s}^{-1}\text{]},$$

kde:  $m$  - hmotnosť spracovaného materiálu [kg],

$t_{o7}$  - čas pracovného nasadenia stroja [s];

- potreba ľudskej práce na zmanipulovanie a založenie 1 kg krmiva

$$P_{c1} = \frac{P_c}{m} \text{ [s.kg}^{-1}\text{]},$$

kde:  $P_c$  - potreba ľudskej práce [s];

- potreba priebežného času na zmanipulovanie a založenie krmiva

$$t_{p1} = \frac{t_p}{m} \text{ [s.kg}^{-1}\text{]},$$

kde:  $t_p$  - priebežný čas práce linky, tj. čas od začiatku práce prvého stroja až do konca práce posledného stroja v linke [s];

- spotreba elektrickej energie

$$A = P \cdot t \text{ [Ws]}$$

kde:  $P$  - priemerná hodnota nameraného činného výkonu [W],

$t$  - čas práce [s],

pričom 1 Ws = 1 J.

Pri výpočte spotrebovanej energie zo spotrebovanej nafty bolo uvažované s hustotou nafty  $\rho_n = 835 \text{ kg.m}^{-3}$  a energetickým ekvivalentom 1 kg nafty = 42,5 MJ.

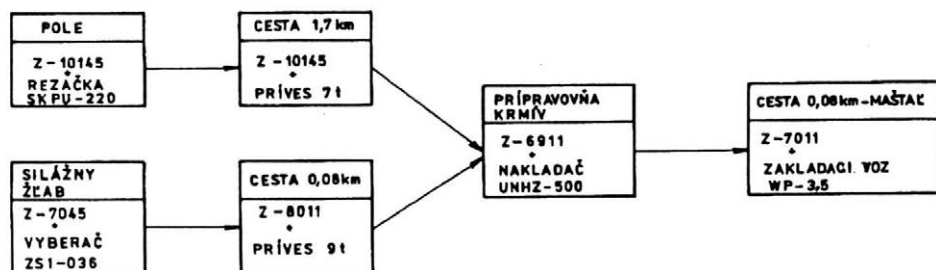
## VÝSLEDKY

Mobilná linka strojov pre kŕmenie č. 1 zakladala krmivo pre 470 dojnic. Táto linka je charakterizovaná priestorovou štruktúrou strojov a pracovísk na obr. 1. Linku obsluhovali štyria pracovníci.

Dennú dávku objemového krmiva tvorilo 12,8 kg siláže a 43,8 kg zelenej lucerny pre jedno zviera. Celkom kŕmna linka zakladala denne 26 576,0 kg krmiva.

Vyhodnotením nameraných časov práce bolo zistené, že výkonnosť základacieho voza WP-3,5 bola  $1,4 \text{ kg.s}^{-1}$ , potreba ľudskej práce na zmanipulovanie a založenie krmiva bola  $3,09 \text{ s.kg}^{-1}$  a potreba priebežného času, to znamená času od začiatku práce prvého stroja linky pro skončenie práce posledného stroja bola  $1,57 \text{ s.kg}^{-1}$  založeného krmiva.

Vyhodnotením meraní spotreby energie boli získané výsledky uvedené v tab. I. Vyplyva z nich, že spotreba energie uvedenej kŕmnej linky na založenie krmiva bola  $75,04 \text{ MJ.t}^{-1}$ .



1. Priestorová štruktúra strojov a pracovísk mobilnej kŕmnej linky č. 1 - Spatial structure of the machines and working sites included in the mobile feeding line No. 1

I. Spotreba nafty a energie - mobilná linka č. 1 - Diesel oil and energy consumption, mobile line No. 1

| Strojové zariadenie  | Zmanipulovaný materiál<br>[t] | Spotreba |        |          | Spotreba nafty na tonu založeného krmiva<br>[l/t] | Spotreba energie                    |                                       |
|----------------------|-------------------------------|----------|--------|----------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|                      |                               | [l]      | [kg]   | [MJ]     |                                                   | na tonu založeného krmiva<br>[MJ/t] | na 1 dojniciu za rok<br>[MJ/ks a rok] |
| Z-7045, VSH ZS 1-036 | 6,00                          | 5,878    | 4,908  | 208,60   | 0,9796                                            | 34,76                               | 161,998                               |
| Z-8011 a príves 9 t  | 6,00                          | 0,755    | 0,630  | 26,78    | 0,1258                                            | 4,46                                | 20,797                                |
| Z-101 45, SKPU-220   | 20,58                         | 15,407   | 12,864 | 546,72   | 0,7486                                            | 26,60                               | 424,580                               |
| Z-101 45, príves 7 t | 20,58                         | 21,562   | 18,004 | 765,17   | 1,0477                                            | 37,20                               | 594,228                               |
| Z-6911, UNHZ 500     | 26,58                         | 6,520    | 5,444  | 231,40   | 0,2463                                            | 8,70                                | 179,704                               |
| Z-7011, WP-3,5       | 26,58                         | 6,080    | 5,077  | 215,77   | 0,2287                                            | 8,12                                | 167,566                               |
| Celá linka           | 26,58                         | 56,202   | 46,929 | 1 994,48 | 2,1140                                            | 75,04                               | 1 548,907                             |

Mobilná linka strojov pre kŕmenie č. 2 zakladala krmivo pre 670 dojníc. Linka je charakterizovaná priestorovou štruktúrou strojov a pracovísk (obr.2). Kŕmenie na farme zabezpečujú štyria pracovníci.

Denná kŕmna dávka objemového krmiva bola tvorená 40,0 kg siláže, 6,0 kg slamy, 4,0 kg kukuričného kôrovia a 8,0 kg repných skrojkov. Spolu kŕmna linka zakladala denne 38 865,0 kg krmiva.

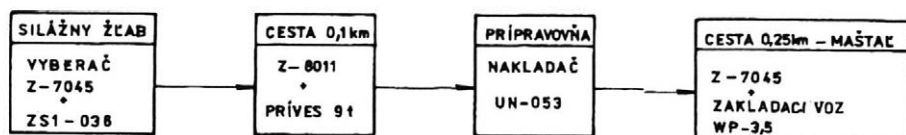
Vyhodnotením nameraných časov práce bolo zistené, že výkonnosť zakladacieho voza WP - 3,5 bola  $2,4 \text{ kg.s}^{-1}$ , potreba ľudskej práce bola  $1,17 \text{ s.kg}^{-1}$  založeného krmiva a potreba priebežného času  $0,5 \text{ s.kg}^{-1}$ .

Výsledky meraní spotreby energie sú uvedené v tab. II. Vyplýva z nich, že spotreba energie uvedenej kŕmnej linky na založenie krmiva bola  $22,77 \text{ MJ.t}^{-1}$ .

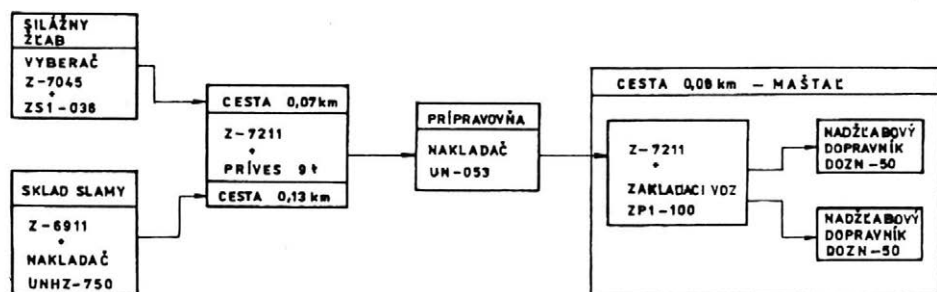
Linka strojov pre kŕmenie dojníc č. 3 s nadŕľabovými dopravníkmi zakladala krmivo pre 80 dojníc v pôrodnici. Linka je charakterizovaná priestorovou štruktúrou strojov a pracovísk (obr. 3). Zakladací voz ZP 1 - 100 po privezení krmiva do maštale plní násypku nadŕľabového dopravníka. Kŕmenie zabezpečujú štyria pracovníci.

Denná kŕmna dávka objemového krmiva bola zložená zo 42,6 kg siláže, 3,0 kg slamy a 5,4 kg repných skrojkov. Celkom kŕmna linka denne zakladala 4082,0 kg krmiva.

Po vyhodnotení nameraných časov práce sme získali nasledovné výsledky. Výkonnosť zakladacieho voza ZP 1 - 100 bola  $0,7 \text{ kg.s}^{-1}$ , spotreba ľudskej práce na založenie krmiva bola  $8,75 \text{ s.kg}^{-1}$  a potreba priebežného času bola  $2,96 \text{ s.kg}^{-1}$  založeného krmiva.



2. Priestorová štruktúra strojov a pracovísk mobilnej kŕmnej linky č. 2 - Spatial structure of the machines and working sites included in the mobile feeding line No. 2



3. Priestorová štruktúra strojov a pracovísk kŕmnej linky č. 3 s nadžlabovým dopravníkom - Spatial structure of the machines and working sites included in the feeding line No. 3 equipped with an above-the-trough conveyor belt

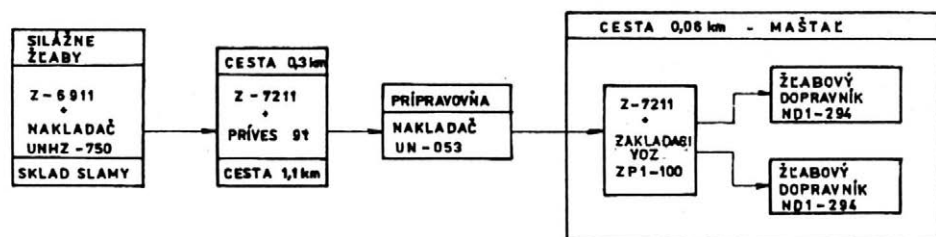
## II. Spotreba nafty a energie mobilnej linky kŕmenia č. 2 - Diesel oil and energy consumption, mobile line No. 2

| Strojové zariadenie | Zmanipulovaný materiál<br>[t] | Spotreba |        |         | Spotreba nafty na tonu založeného krmiva<br>[l/t] | Spotreba energie                    |                                       |
|---------------------|-------------------------------|----------|--------|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
|                     |                               | [l]      | [kg]   | [MJ]    |                                                   | na tonu založeného krmiva<br>[MJ/t] | na 1 dojniciu za rok<br>[MJ/ks a rok] |
| Z-7045, VSH ZS1-036 | 26,80                         | 6,023    | 5,029  | 213,733 | 0,2247                                            | 7,98                                | 116,442                               |
| Z-8011, príves 9 t  | 26,80                         | 0,904    | 0,755  | 32,088  | 0,0337                                            | 1,19                                | 17,482                                |
| UN-053              | 38,86                         | 9,004    | 7,518  | 319,515 | 0,2317                                            | 8,22                                | 174,072                               |
| Z-7045, WP-3,5      | 38,86                         | 9,008    | 7,522  | 319,685 | 0,2318                                            | 8,23                                | 174,157                               |
| Celá linka          | 38,86                         | 24 939   | 20,824 | 885,021 | 0,6418                                            | 22,77                               | 482,159                               |

Vyhodnotením meraní spotreby energie boli získané výsledky uvedené v tab. III. Vyplyva z nich, že spotreba energie kŕmnej linky na založenie krmiva bola 83,64 MJ.t<sup>-1</sup>.

Linka strojov pre kŕmenie dojníc č. 4 so žľabovými dopravníkmi zakladala krmivo pro 226 dojníc v pôrodnici. Kŕmna linka je charakterizovaná priestorovou štruktúrou strojov a pracovísk (obr. 4). Linku obsluhovali piati pracovníci. Zakladací voz v tejto linke dopravoval krmivo z prípravovne do maštale a tam plnil zásobník žľabového dopravníka.

Denná kŕmna dávka objemového krmiva bola zložená z 30,4 kg kukuričnej siláže, 12,0 kg siláže z repných skrojok a 2,0 kg slamy. Celkom kŕmna linka zakladala denne 10 034,5 kg krmiva.



4. Priestorová štruktúra strojov a pracovísk kŕmnej linky č. 4 so žlabovými dopravníkmi – Spatial structure of the machines and working sites included in the feeding line No. 4 equipped with trough conveyor belts

III. Spotreba energie linky kŕmenia s nadžľabovým dopravníkom č. 3 – Energy consumption by a feeding line with an above-the-trough conveyor belt No. 3

| Strojové zariadenie  | Zmanipulovaný materiál<br>[t] | Spotreba |       |         | Spotreba nafty na tonu založeného krmiva<br>[l/t] | Spotreba energie                    |                                      |
|----------------------|-------------------------------|----------|-------|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                      |                               | [l]      | [kg]  | [MJ]    |                                                   | na tonu založeného krmiva<br>[MJ/t] | na 1 dojnicu za rok<br>[MJ/ks a rok] |
| Z-7045, VSH ZS 1-036 | 3,410                         | 3,367    | 2,811 | 119,468 | 0,987                                             | 35,035                              | 545,073                              |
| Z-7211, príves 9 t   | 3,650                         | 1,112    | 0,935 | 39,738  | 0,305                                             | 10,887                              | 181,305                              |
| Z-6911, UNHZ-750     | 0,240                         | 0,528    | 0,441 | 18,743  | 2,200                                             | 78,096                              | 85,515                               |
| UN-053               | 4,082                         | 1,597    | 1,333 | 56,653  | 0,391                                             | 13,879                              | 258,479                              |
| Z-7211, ZP-1-100     | 4,082                         | 2,751    | 2,297 | 97,623  | 0,674                                             | 23,915                              | 445,405                              |
| DOZN-50 č. 1         | 1,617                         | -        | -     | 3,006   | -                                                 | 1,859                               | 13,7148                              |
| DOZN-50 č. 2         | 2,430                         | -        | -     | 3,268   | -                                                 | 1,345                               | 14,910                               |
| Celá linka           | 4,047                         | 9,355    | 7,717 | 338,499 | 2,292                                             | 83,642                              | 1 544,402                            |

IV. Spotreba energie linky kŕmenia so žľabovým dopravníkom č. 4 – Energy consumption by a feeding line with a trough conveyor belt No.4

| Strojové zariadenie | Zmanipulovaný materiál<br>[t] | Spotreba |        |         | Spotreba nafty na tonu založeného krmiva<br>[l/t] | Spotreba energie                    |                                      |
|---------------------|-------------------------------|----------|--------|---------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                               | [l]      | [kg]   | [MJ]    |                                                   | na tonu založeného krmiva<br>[MJ/t] | na 1 dojnicu za rok<br>[MJ/ks a rok] |
| Z-6911 + UNHZ-750   | 10,0345                       | 2,560    | 2,138  | 90,865  | 0,255                                             | 9,055                               | 146,757                              |
| Z-7211 + príves 9 t | 10,0345                       | 6,565    | 5,482  | 232,985 | 0,654                                             | 23,218                              | 376,281                              |
| UN-053              | 10,0345                       | 4,240    | 3,540  | 150,450 | 0,423                                             | 14,993                              | 242,983                              |
| Z-7211, ZP-1-100    | 10,0345                       | 4,767    | 3,980  | 169,150 | 0,475                                             | 16,857                              | 273,185                              |
| ND 1-294 č. 1       | 5,0556                        | -        | -      | 9,114   | -                                                 | 1,803                               | 14,720                               |
| ND 1-294 č. 2       | 4,9630                        | -        | -      | 9,050   | -                                                 | 1,823                               | 14,616                               |
| Celá linka          | 10,0345                       | 18,132   | 15,140 | 661,614 | 1,807                                             | 65,934                              | 1 068,536                            |

Bolo zistené, že výkonnosť základacieho voza ZP – 100 bola  $1,25 \text{ kg.s}^{-1}$ , potreba ľudskej práce na založenie krmiva bola  $3,85 \text{ s.kg}^{-1}$  a potreba priebežného času bola  $1,69 \text{ s.kg}^{-1}$  založeného krmiva.

Vyhodnotením meraní spotreby energie boli získané výsledky uvedené v tab. IV. Vyplýva z nich, že spotreba energie kŕmnej linky na založenie objemového krmiva bola  $65,93 \text{ MJ.t}^{-1}$ .

## ZÁVER

Z výsledkov práce je zrejmé, že potreba času a spotreba energie na kŕmenie dojníc je ovplyvnená hlavne zložením kŕmnej dávky, dopravnými vzdialenosťami, koncentráciou zvierat a zložením linky pre kŕmenie dojníc.

Vyššia celková merná spotreba energie liniek s nadžľabovými a žľabovými dopravníkmi bola spôsobená menším počtom kŕmených zvierat v porovnaní s mobilnými linkami a tiež použitím základacích vozov na plnenie žľabových, resp. nadžľabových dopravníkov.

Ak pre vzájomné porovnanie sledované kŕmne linky rozdelíme na časť zabezpečujúcu prísun krmiva do prípravovne, na časť zabezpečujúcu prípravu krmiva a konečne na časť pre dopravu z prípravovne a založenie krmiva do válova, dostaneme nasledovné výsledky uvedené v tab. V.

Mobilná linka č. 1 veľkú časť spotrebovanej energie, až 77,6 %, spotrebovala na prísun krmiva do prípravovne, 11,6 % energie sa spotrebovalo na prípravu a 10,8 % na samotné založenie krmiva do válova.

Mobilná linka č. 2 spotrebovala 27,8 % energie na prísun krmiva do prípravovne, 36,1 % energie na jeho miešanie a 36,1 % na založenie do válova.

Linka strojov pre kŕmenie dojníc č. 3 s nadžľabovými dopravníkmi spotrebovala na prísun krmiva do prípravovne 52,5 % energie, na prípravu 16,8 % a na založenie do válova 30,7 % energie z jej celkovej spotreby.

Linka strojov č. 4 so žľabovým dopravníkom spotrebovala na prísun krmiva do miešarne 48,9 % energie; 22,8 % energie spotrebovala na prípravu a 30,7 % energie sa spotrebovalo pri zakladaní krmiva do válova.

Na dopravu krmiva z prípravovne do maštale a samotné založenie krmiva do válova základací voz linky strojov č. 1 spotreboval  $8,12 \text{ MJ.t}^{-1}$  a základací voz linky č. 2  $8,23 \text{ MJ.t}^{-1}$ .

Na tú istú pracovnú operáciu sa v linke č. 3 spotrebovalo  $25,45 \text{ MJ.t}^{-1}$ , pričom  $23,92 \text{ MJ.t}^{-1}$  spotreboval základací voz a  $1,55 \text{ MJ.t}^{-1}$  spotrebovali nadžľabové dopravníky, čo je iba 6,1 % z celkovo spotrebovanej energie na túto operáciu.

Na dopravu krmiva z prípravovne do maštale a jeho založenie do válova v linke č. 4 sa spotrebovalo  $18,67 \text{ MJ.t}^{-1}$ , pričom  $16,87 \text{ MJ.t}^{-1}$  spotreboval základací voz na dopravu a plnenie násypky žľabových dopravníkov a  $1,81 \text{ MJ.t}^{-1}$  spotrebovali žľabové dopravníky, čo je iba 9,7 % z celkovo spotrebovanej energie na túto časť kŕmneho procesu.

Z výsledkov práce vyplýva, že merná spotreba energie je výrazne ovplyvnená konkrétnymi podmienkami práce technologických liniek kŕmenia dojníc.

V mobilných linkách č. 1 a 2 mal základací voz WP – 3,5 spotrebu  $0,191 \text{ kg.t}^{-1}$ , resp.  $0,193 \text{ kg.t}^{-1}$  v spojení s traktorom Z – 7011, resp. Z – 7045. Tieto výsledky sú o niečo vyššie, ale korešponujú s výsledkami, ktoré uvádza L o b o t k a (1989).

V prípade, že sa základací voz v konkrétnej kŕmnej linke použije na dávkovanie krmiva do násypky stacionárneho kŕmneho zariadenia, podstatne sa zvyšuje merná spotreba energie nielen základacieho voza, ale aj celej kŕmnej linky (viď výsledky energetickej spotreby kŕmnej linky č. 3 a 4). Tento záver potvrdzujú aj výsledky, ktoré získal M i h i n a (1984). U sledovaných žľabových dopravníkov ND 1 – 294 bola nameraná spotreba energie  $1,8 \text{ MJ.t}^{-1}$  nižšia, ako uvádza tento autor u dopravníkov ŽPD – 100, kde zistil spotrebu  $2,02 \text{ MJ.t}^{-1}$  založeného krmiva. Podobne nižšia merná spotreba energie bola v porovnaní s údajmi tohto autora zistená pri použití nadžľabových dopravníkov. M i h i n a (1984) uvádza u DOZN – 100  $3,42 \text{ MJ.t}^{-1}$ , v našej práci sme u dopravníkov DOZN – 50 zistili  $1,859 \text{ MJ.t}^{-1}$ , resp.  $1,345 \text{ MJ.t}^{-1}$  založeného krmiva.

V. Spotreba energie sledovaných kŕmnych liniek pri jednotlivých fázach kŕmneho procesu - Energy consumption by the feeding lines under examination in particular feeding phases

| Mechanizačný prostriedok |                                     | Fáza kŕmenia                         |                               |                  |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|------------------|
|                          |                                     | Zber krmiva a doprava do prípravovne | príprava krmiva v prípravovne | založenie krmiva |
|                          |                                     | [MJ]                                 | [MJ]                          | [MJ]             |
| Mobilná linka č. 1       | Z-7045, VSH ZS1-036                 | 208,60                               | -                             | -                |
|                          | Z-8011 príves 9 t                   | 26,78                                | -                             | -                |
|                          | zberacia rezačka Z-101 45, SKPU-220 | 546,72                               | -                             | -                |
|                          | Z-101 45, príves 7 t                | 765,17                               | -                             | -                |
|                          | Z-6911, UNHZ 500                    | -                                    | 231,40                        | -                |
|                          | Z-7011, WP-3,5                      | -                                    | -                             | 215,77           |
| celkom                   |                                     | 1 547,27                             | 231,40                        | 215,77           |
| Mobilná linka č. 2       | Z-7045, VSH ZS 1-036                | 213,733                              | -                             | -                |
|                          | Z-8011, príves 9 t                  | 32,088                               | -                             | -                |
|                          | UN-053                              | -                                    | 319,515                       | 319,685          |
|                          | Z-7045, VUP-3,5                     | -                                    | -                             | -                |
| celkom                   |                                     | 245,821                              | 319,515                       | 319,685          |
| Stacionárna linka č.3    | Z-7045, VSH ZS 1-036                | 119,468                              | -                             | -                |
|                          | Z-7211, príves 9 t                  | 39,738                               | -                             | -                |
|                          | Z-6911, UNHZ-750                    | 18,743                               | -                             | -                |
|                          | UN-053                              | -                                    | 56,653                        | -                |
|                          | Z-7211, ZP-1-100                    | -                                    | -                             | 97,623           |
|                          | DOZN-50 č. 1                        | -                                    | -                             | 3,006            |
|                          | DOZN-50 č. 2                        | -                                    | -                             | 3,268            |
| celkom                   |                                     | 177,949                              | 56,653                        | 103,897          |
| Stacionárna linka č.4    | Z-6911, UNHZ-750                    | 90,865                               | -                             | -                |
|                          | Z-7211, príves 9 t                  | 323,985                              | -                             | -                |
|                          | UN-053                              | -                                    | 150,450                       | -                |
|                          | Z-7211, ZP-1-100                    | -                                    | -                             | 169,150          |
|                          | ND-1-294 č. 1                       | -                                    | -                             | 9,114            |
|                          | ND-1-294 č. 2                       | -                                    | -                             | 9,050            |
| celkom                   |                                     | 323,850                              | 150,450                       | 187,314          |

## Literatúra

- BELJANČIKOV, N. N. a kol.: Mechanizácia technologičeských procesov. Moskva, Agropromizdat 1989. 400 s.  
 KONAKOV, A. P. a kol.: Mechanizacija razdači kormov. Moskva, Agropromizdat 1989. 174 s.  
 LOBOTKA, J.: Energetické hodnotenie kŕmnych technologičeských liniek v chove HD. Mechaniz. Zeměd., 1989, č. 9, s. 415 – 417.  
 MIHINA, Š.: Energetická náročnosť strojov a zariadení používaných na farmách pre hovädzí dobytok. Zeměd. Techn., 30, 1984, s. 675 – 682.

Došlo dňa 17. I. 1991

OPÁTH, R. (University of Agriculture, Nitra): *An analysis of time and energy consumption by feeding lines for cattle.* Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 361 – 368.

The paper is devoted to the determination of energy consumption and time consumption during the feeding of dairy cattle. The measurements were conducted in common production conditions at large-capacity dairy cattle farms. Mechanical feeding lines with mobile feeding trucks, lines with trough conveyor belts, and lines

including above-the-trough conveyor belts were compared and examined. The amounts of deposited feeds, the time consumed during particular feed distribution operations, diesel oil consumption, and electric current consumption were recorded in the measurements. The lines are characterized on the basis of an evaluation of the results obtained in terms of the capacity of feed distribution mechanisms and in terms of labour, time, and energy consumption per mass unit of feeds distributed to dairy cattle housed at dairy farms.

machine line; time of machine service; labour expenses; machine capacity; energy consumption; output

---

*Adresa autora:*

Ing. Rudolf O p á t h , CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Gaguova 17, 949 76 Nitra

---

# VPLYV KOMPLETIZÁCIE BLOKU MOTORA NA GEOMETRICKÝ TVAR VLOŽIEK VALCOV

J. Bajla, D. Brozman, L. Kubík, J. Srnka

BAJLA, J. – BROZMAN, D. – KUBÍK, L. – SRNKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska Nitra): *Vplyv kompletizácie bloku motora na geometrický tvar vložiek valcov. Zem. Techn., 37 1991 (7): 369 – 374.*

Pri kompletizácii motora traktora dochádza k zmenám geometrického tvaru vložiek valcov. V článku sú uvádzané merania posunutia vložiek valcov a ich deformácií na upravenom bloku motora. Porovnané sú štyri varianty konštrukčných úprav a doporučený najvhodnejší variant. Okrem toho bolo zistené, že na upravenom bloku sú značné deformácie vložiek valcov vplyvom utiahnutia hlavy valcov. Tejto problematike bude potrebné v budúcnosti venovať pozornosť.

motor traktora; geometrický tvar vložiek valcov; deformácia; holografická interferometria

Na základe zistených deformácií otvorov vložiek i vložiek valcov bloku motora vyvíjaného traktora Zetor (informácie z merania boli uvedené v príspevku „Meranie deformácií bloku motora ťažkého radu Zetor metódou holografickej interferometrie“) boli uskutočnené experimentálne merania na upravenom bloku motora Zetor s cieľom preveriť upravené závitové spojenie z hľadiska zníženia deformácií.

Tak ako v spomínanom príspevku pri úvodných meraniach, i teraz sme použili metódu holografickej interferometrie. Úloha bola relatívne jednoduchšia v tom, že sme poznali maximálne extrémne deformácie a predpokladali sme ich zníženie vplyvom konštrukčných úprav.

## MATERIÁL A METÓDY

Na meranie sme použili He-Ne laser typu LA – 1001 s výkonom ~ 100 mW na vlnovej dĺžke 632,8 nm. Pre záznam holografických interferogramov boli použité holografické platne Agfa Gevaert 10E75.

Záznam hologramov, tvoriacich podklad pre vyhodnotenie posunutí, bol realizovaný technikou dvoch expozícií (obr. 1).

Základným postupom pre vyhodnotenie takto získaného interferenčného obrazu bola tzv. metóda relatívnych čiar, popísaná v príspevku „Merania deformácií bloku motora ťažkého radu Zetor metódou holografickej interferometrie“.

Orientácia vektorov posunutia bola určená prídavným elementom v experimente, čo umožnilo priradiť znamienka zmenám interferenčného rádu. Pre zvýšenie presnosti stanovenia výsledného vektora posunutia sme odvodili metódu spracovania výsledkov, ktorú pôvodne navrhli Dhir-Sikora (V e s t, 1982).

Metóda má základ v realizácii obecné j smerov pozorovaní cez hologram, teda základnú rovnicu

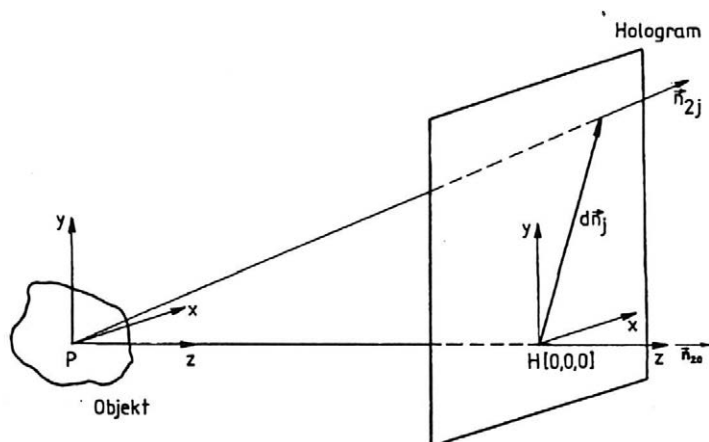
$$\begin{aligned} dN\lambda &= (\vec{i} \cdot d\vec{n}_x + \vec{j} \cdot d\vec{n}_y + \vec{k} \cdot d\vec{n}_z) (\vec{i} \Delta x + \vec{j} \Delta y + \vec{k} \Delta z), \\ dN\lambda &= \Delta x \cdot d n_x + \Delta y \cdot d n_y + \Delta z \cdot d n_z \end{aligned} \quad (1)$$

môžeme napísať vzhľadom na nami riešený prípad (obr. 1) ako sústavu rovníc

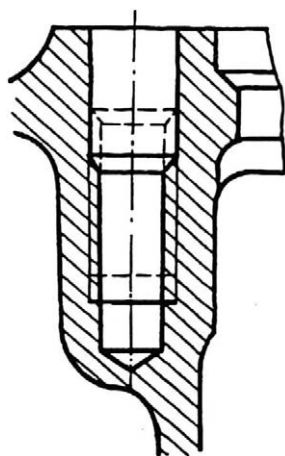
$$\begin{aligned} dN_1\lambda &= \Delta x \cdot d n_{x1} + \Delta y \cdot d n_{y1} + \Delta z \cdot d n_{z1}, \\ dN_2\lambda &= \Delta x \cdot d n_{x2} + \Delta y \cdot d n_{y2} + \Delta z \cdot d n_{z2}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$dN_j\lambda = \Delta x \cdot d n_{xj} + \Delta y \cdot d n_{yj} + \Delta z \cdot d n_{zj},$$

1. Geometrické pomery pre odvodenie vzťahu k vyhodnoteniu holografického interferogramu – Geometric characteristics for the inferring of the relationship for the evaluation of holographic interferograms



2. Zobrazenie úpravy hĺbky závitu v bloku motora – A representation of the adaptation of the thread depth in the engine block



kde:  $d\vec{n}_j = \vec{n}_{xj} + \vec{n}_{x0}$ ;

$$n_{xj} = \frac{x_j - x_p}{\sqrt{(x_j - x_p)^2 + (y_j - y_p)^2 + (z_j - z_p)^2}}$$

$j$  – index pozorovacieho bodu na holograme,  
 $p$  – index pozorovaného bodu na objekte.

Je zrejmé, že pri viac ako troch zmenách smeru pozorovania dostávame tzv. preurčený systém rovníc. V maticovom zápise systém rovníc (2) môžeme zapísať

$$A \cdot \vec{x} = \vec{b}$$

$$\text{kde stĺpcový vektor } \vec{b} = \begin{bmatrix} dN_1 \\ dN_2 \\ \vdots \\ dN_j \end{bmatrix}$$

$$\text{matica } A = \begin{bmatrix} dn_{x1} & dn_{y1} & dn_{z1} \\ dn_{x2} & dn_{y2} & dn_{z2} \\ \dots & \dots & \dots \\ dn_{xj} & dn_{yj} & dn_{zj} \end{bmatrix}$$

a stĺpcový vektor  $\vec{x}$  tvoria zložky hľadaného vektora posunutia  $\Delta\vec{r}$ .

Preurčený systém rovníc má v maticovom zápise viac riadkov ako stĺpcov. V dôsledku chýb merania nie je obecné splnená Frobeniova podmienka (Rektorys, 1968). Vzhľadom k náhodnosti chýb merania sa obvykle hľadá také  $\vec{x}$ , ktoré minimalizuje skalárny súčin

$$(A \cdot \vec{x} - \vec{b}) (A \cdot \vec{x} - \vec{b}) = F(x)$$

teda súčet štvorcov reziduí (chýb merania). Na základe metódy najmenších štvorcov je riešenie systému

$$A^T \cdot A \cdot \vec{x} = A^T \cdot \vec{b} \quad (3)$$

také, že minimalizuje funkciu  $F(x)$ .

Z rovnice (3) dostávame po prepise

$$M \cdot \vec{x} = \vec{c},$$

ktorej riešením je

$$\vec{x} = M^{-1} \cdot \vec{c}. \quad (4)$$

Týmto postupom dostávame napr. pre zložku  $\vec{r}$ ,  $\Delta x$  rovnicu

$$\Delta x = a_{11} \sum dn_{xj} \cdot dN_{jd} + a_{21} \sum dn_{yj} \cdot dN_{jd} + a_{31} \sum dn_{zj} \cdot dN_{jd},$$

kde  $a_{ij}$  sú prvky inverznej matice v sústave (4). Analogicky získame všetky zložky vektora posunutia  $\Delta\vec{r}$ .

Na základe návrhu úprav a konzultácií s konštruktérmi motora boli dohodnuté štyri varianty konštrukčného usporiadania skrutkového spoja, u ktorých sa očakával maximálny vplyv na zníženie deformácií vložiek valcov pri minimálnom ovplyvnení rozmerov odliatku bloku. Vzhľadom na organizačno-technologické obmedzenia sa úpravy realizovali na jednom bloku, pričom merania boli rozvrhnuté na jednotlivé varianty následovne:

- valec č. 2 - neupravený závit v bloku motora a upravené kotevné skrutky (M14 4 g),
- valec č. 2 - neupravený závit v bloku motora a neupravené kotevné skrutky (M14 Sn2),
- valec č. 5 - upravená hl'бка závitov v bloku motora a upravené kotevné skrutky (M14 4 g),
- valec č. 5 - upravená hl'бка závitov v bloku motora a neupravené kotevné skrutky (M14 Sn2).

Úprava hl'бки závitov spočívala v posunutí závitov od dosadacej roviny hlavy motora pod rovinu opory dosadacej plochy vložky valcov v bloku motora (obr. 2, úpravy sú vyznačené čiarkovane).

Kotevné skrutky boli utáňované na výrobcom predpísaný moment  $70 \div 80 \text{ Nm}$ .

Pre jednoznačné označenie bodov, v ktorých bolo vyhodnocovanie uskutočnené a možnosť porovnania jednotlivých vložiek podľa variantov, sme zvolili 12 bodov rovnomerne rozložených na obvode vložky valca.

## VÝSLEDKY

Vyhodnotené výsledky pre jednotlivé varianty sú uvedené v tab. I až IV.

Z nameraných hodnôt posunutí a deformácií vložiek valcov vyplýva, že účinok utiahnutia kotevných skrutiek sa prejavuje najmä v celkovom posunutí vložiek. Dokumentuje to i ukážka rekonštruovaného hologramu na obr. 3. Predpokladáme, že rôzny smer posunutia vložiek je spôsobený poradiť utáňovania kotevných skrutiek do bloku motora, čo výrobca nepredpisuje. Deformácie vložiek valcov sú vzhľadom na celkové posunutie a chyby merania málo významné. Môžeme preto konštatovať, že konštrukčnými úpravami sa znížili deformácie vložiek valcov vo vyšetrovanej rovine.

Pričinu technických problémov je potrebné hľadať v súvislosti s kompletizáciou bloku motora s hlavou valcov ako celku, pretože posunutie vložiek valcov sa spoľahlivo vykompenzuje v sústave kľukový hriadeľ - ojnica - piestny čap - piest.

I. Veľkosti posunutia vo vyhodnocovaných bodoch na vložke č. 2 pri konštrukčnom variante 1 - Shift values at evaluated points on the liner 2 in case of the design variant 1

| Bod                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $\Delta r \rightarrow$ | 53,7 | 53,1 | 52,3 | 52,7 | 52,7 | 56,5 |
| Bod                    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| $\Delta r \rightarrow$ | 55,5 | 57,1 | 60,7 | 56,5 | 54,3 | 53,7 |

Posunutie vložky ako celku  $p = 53,8 \mu\text{m} \pm 4,3 \mu\text{m}$ ;  
maximálna zmena priemeru vložky  $\Delta d = 9,9 \mu\text{m} \pm 2,7 \mu\text{m}$ .

II. Veľkosti posunutia vo vyhodnocovaných bodoch na vložke č. 2 pri konštrukčnom variante 2 - Shift values at evaluated points on the liner 2 in case of the design variant 2

| Bod                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $\Delta r \rightarrow$ | 51,6 | 48,4 | 46,6 | 48,4 | 48,4 | 48,4 |
| Bod                    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| $\Delta r \rightarrow$ | 48,1 | 51,2 | 49,9 | 49,8 | 48,7 | 50,6 |

III. Veľkosti posunutia vo vyhodnocovaných bodoch na vložke č. 5 pri konštrukčnom variante 3 - Shift values at evaluated points on the liner 5 in case of the design variant 3

| Bod                    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $\Delta r \rightarrow$ | 14,8 | 13,2 | -    | 13,9 | 12,4 | 12,4 |
| Bod                    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| $\Delta r \rightarrow$ | 14,2 | 12,7 | 11,9 | 12,2 | 13,4 | 13,4 |

Posunutie vložky ako celku  $p = 12,6 \mu\text{m} \pm 3,5 \mu\text{m}$ ;  
maximálna zmena priemeru vložky  $\Delta d = 3,6 \mu\text{m} \pm 2,4 \mu\text{m}$ ;  
bod č. 3 nevyhodnocený (tieň skrutky).

IV. Veľkosti posunutia vo vyhodnocovaných bodoch na vložke č. 5 pri konštrukčnom variante 4 - Shift values at evaluated points on the liner 5 in case of the design variant 4

| Bod                    | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $\Delta r \rightarrow$ | 6,2 | 5,6 | -   | 3,7 | 4,8 | 5,3 |
| Bod                    | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  |
| $\Delta r \rightarrow$ | 5,8 | 7,0 | 5,9 | 6,2 | 7,0 | 6,3 |

Posunutie vložky ako celku  $p = 4,9 \mu\text{m} \pm 2,9 \mu\text{m}$ ;  
maximálna zmena priemeru vložky  $\Delta d = (2,53 \pm 2,3) \mu\text{m}$ .

V. Veľkosti posunutia v rovine dosadacej plochy po dotiahnutí hlavy – Shift values in the plane of the bearing surface following cylinder head tightening

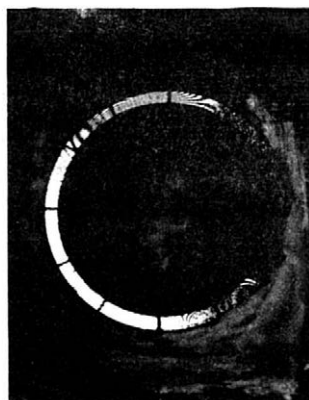
| Bod                    |          | 0,5 | 3,5  | 6    | 7,5  | 8,5  | 10   | 11   | 12   |
|------------------------|----------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| $\Delta r \rightarrow$ | vnútorný | 0   | 15,8 | 14,5 | 15,8 | 19,3 | 18,3 | 23,2 | 23,2 |
|                        | vonkajší | 0   | 16,6 | 13,4 | 15,8 | 19,3 | 34,8 | 19,3 | 27,9 |

Okrem uvedených alternatívnych meraní sme uskutočnili i meranie s dotiahnutou hlavou valcov – u vložky č. 5, variant neupravené skrutky. Výsledky sú uvedené v tab. II a VI.

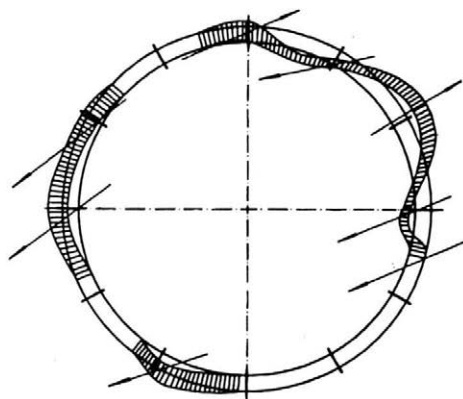
Ako ukazuje obr. 5 a následne vyhodnotené deformačné pole vložky valcov po montáži hlavy valcov k bloku momentom 185 Nm, dochádza k veľmi zložitým deformačným javom na povrchu vložky valcov. Na obr. 5 je znázornené viditeľné deformačné pole



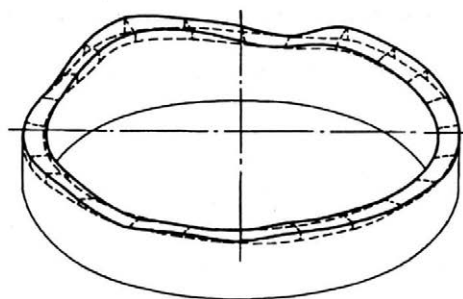
3. Rekonštruovaný holografický interferogram predstavujúci deformáciu bloku motora i vložky v okolí jedného z valcov pri zaskrutkovaní všetkých skrutiek na predpísaný moment 75 Nm – A reconstructed holographic interferogram representing block and liner deformations in the proximity of one of the cylinders when all screws are tightened to the required moment of 75 Nm



4. Rekonštruovaný holografický interferogram predstavujúci viditeľnú časť vložky valcov (cez odfrézovaný otvor v hlave) po utiahnutí hlavy valcov na predpísaný moment 185 Nm – A reconstructed holographic interferogram representing the visible part of the cylinder liner (through an opening milled in the cylinder head) following the tightening of the cylinder head to the required moment of 185 Nm



5. Deformácia viditeľnej časti vložky valcov v rovine dosadacej plochy hlavy valcov po jej utiahnutí na predpísaný moment – The deformation of the visible part of a cylinder liner in the plane of the bearing surface of the cylinder head following its tightening to the required moment



6. Priestorové zobrazenie deformácie vložky valcov po utiahnutí hlavy valcov ku bloku motora – Spatial representation of liner deformation following the tightening of the cylinder head to the engine block

vložky valcov s vyhodnotenými deformáciami v rovine dosadacej plochy bloku motora. Na obr. 6 sú znázornené posunutia vo všetkých troch osiach v technickej dimetrii.

Nepravidelná deformácia viditeľnej časti vložky valca má zrejme náhodný charakter (zo zamerania experimentu i popisu metód je zrejme nemožnosť reprodukovateľnosti experimentu), pričom veľkosť deformácií v radiálnom smere niekoľkonásobne presahuje veľkosť deformácií pri alternatívach bez utiahnutia hlavy. Tieto deformácie boli zrejme spôsobené stlačením vydutia bloku motora v dôsledku utiahnutia hlavy. Toto vydutie bolo značne veľké (cca  $\mu 100$  m), čím došlo k nepravidelnej deformácii vložky aj v axiálnom smere.

VI. Veľkosti posunutia v smere kolmom na rovinu dosadacej plochy po dotiahnutí hlavy. Hodnoty sú uvedené pre vnútorný, stredný a vonkajší okraj viditeľnej časti vložky - Shift values measured in the direction perpendicular to the plane of the bearing surface following cylinder head tightening. Values for the internal, middle, and external edges of the visible liner part are presented

| Bod        |          | 0,5 | 1   | 1,5 | 2   | 2,5  | 3   | 3,5  | 4   |
|------------|----------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| $\Delta r$ | vonkajší | 0   | 3,5 | 2,2 | 2,2 | 2,2  | 2,2 | 0    | 0,6 |
|            | stredný  | 0   | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 2,0  | 2,0 | 0,5  | 0,5 |
|            | vnútorný | 0   | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7  | 0,7 | 0,7  | 0,7 |
| Bod        |          | 8,5 | 9   | 9,5 | 10  | 10,5 | 11  | 11,5 | 12  |
| $\Delta r$ | vonkajší | 0,5 | 2,5 | 0,5 | 2,2 | 3,2  | 5,1 | 3,2  | 1,3 |
|            | stredný  | 0,5 | 1,3 | 0,5 | 3,2 | 3,2  | 5,4 | 3,0  | 0,8 |
|            | vnútorný | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 3,2 | 3,2  | 3,2 | 2,8  | 0,2 |

## ZÁVER

Z uvedených výsledkov vyplýva, že použité metódy a postup sú vhodné pre aplikácie vyšetřovania deformačných polí na reálnych súčiastkach.

Výsledky meraní nám umožňujú konštatovať, že posunutie závitú otvoru kotevnej skrutky pod rovinu opory dosadacej plochy vložky valcov má podstatný vplyv na zníženie deformačných vložiek valcov. Zmena uloženia závitú skrutkového spoja nemá predpokladaný účinok na deformácie vložiek valcov.

Z alternatívnych možností sa ukazuje ako najvhodnejšia úprava závitových otvorov s použitím upravených skrutiek (s voľným uložením – vzhľadom na montážne problémy).

Bude potrebné venovať pozornosť tým zmenám, ktoré nastanú po montáži hlavy valcov k bloku motora.

## Literatura

- BAJLA, J. et al.: Rozvoj experimentálnych metód a prostriedkov pre ZVVP. [Výskumná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1988.  
 BALAŠ, J. – SZABÓ, V.: Holografická interferometria v experimentálnej mechanike. Bratislava, Veda 1986.  
 BROZMAN, D.: Meranie deformácií bloku motora laserovou interferometriou. Zeměd. Techn., 35, 1989, č. 8, s. 467 - 470.  
 KEPRT, J.: Vyhodnocování deformací v holografické interferometrii. Jemná mechanika a optika, 25, 1979, č. 5, s. 137 - 142.  
 REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Praha, SNTL 1968.  
 VEST, CH.: Holographic Interferometry. Ruský překlad. Moskva, Mír 1982.

Došlo dňa 9. 7. 1990

BAJLA, J. – BROZMAN, D. – KUBÍK, L. – SRNKA, J. (University of Agriculture, Nitra): *The influence of engine block assembling on the geometric shape of cylinder liners*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 369 – 374.

When assembling and completing the tractor engine, changes in the geometric shape of cylinder liners can occur. The authors present data obtained in measurements of liner shifts and liner deformations in an adapted engine block. Four variants of design adjustments are compared and the most suitable variant is recommended. The results obtained also show that considerable liner deformations occurred in the adjusted block due to cylinder head tightening. This problem must be paid more attention in future.

tractor engine; geometric shape of liners; deformation; holographic interferometry

## Adresa autorů:

Doc. ing. Jozef Bajla, CSc., RNDr. Dušan Brozman, RNDr. Ľubomír Kubík, ing. Juraj Srnka, Vysoká škola poľnohospodárska, Gaguova 17, 949 76 Nitra

# ZDRUŽENÁ ELEKTROHYDRAULICKÁ REGULÁCIA TROJBODOVÉHO ZÁVESU A HNACIEHO AGREGÁTU

E. Kurucová, V. Ochodnický, M. Mancovič

KURUCOVÁ, E. – OCHODNICKÝ, V. – MANCOVIČ, M. (Závody ťažkého strojárstva, Výskumno-vývojový ústav, a. s. Martin): *Združená elektrohydraulická regulácia trojbodového závesu a hnacieho agregátu*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 375 – 382.

Predložená práca sa zaoberá združenou elektrohydraulickou reguláciou trojbodového závesu a hnacieho agregátu poľnohospodárskeho traktora. Získané výsledky z exploatácie súpravy, poľnohospodársky traktor – pluh v orbe, nasvedčujú tomu, že sa podarilo nájsť riešenie majúce pozitívny vplyv na ekológiu a ekonomiu prevádzky. Uvedené poznatky, získané z troch funkčných vzorov poľnohospodárskych traktorov ťažkej rady UR IIC a UR IV by mali byť podnetom k zvýšenej pozornosti venovanej vývoju komplexnej regulácie transmisného a hydraulického systému poľnohospodárskeho traktora.

poľnohospodársky traktor; hnací agregát; trojbodový záves; združená regulácia

Príspevok popisuje riešenie regulácie trojbodového závesu a hnacieho agregátu poľnohospodárskeho traktora. Práce na elektrohydraulickom systéme regulácie trojbodového závesu boli vo VVÚ ZTS Martin zahájené už v polovici osemdesiatych rokov. Riešenie bolo principiálne motivované systémom fy. Bosch. Paralelne získané pozitívne výsledky riešenia riadenia dávky paliva vstrekovacieho čerpadla prostredníctvom elektrického signálu boli nakoniec motiváciou pre návrh originálnej regulácie trojbodového závesu a spaľovacieho motora, ktorá bola označená ako regulácia združená. Ovládanie vstrekovacieho čerpadla elektrickým signálom bolo popísané v literatúre (Ochodnický et. al. 1990).

## MATERIÁL A METÓDA

Cieľom práce bolo navrhnuť, vyvinúť a realizovať previazanie elektronickej regulácie spaľovacieho motora a elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu. K tomuto účelu sme vytipovali jeden kus poľnohospodárskeho traktora (ďalej PT) UR IIC Z 162 45 a dva kusy PT UR IV Z 123 45. Pre reguláciu trojbodového závesu (ďalej TBZ) sme si stanovili niekoľko základných podmienok:

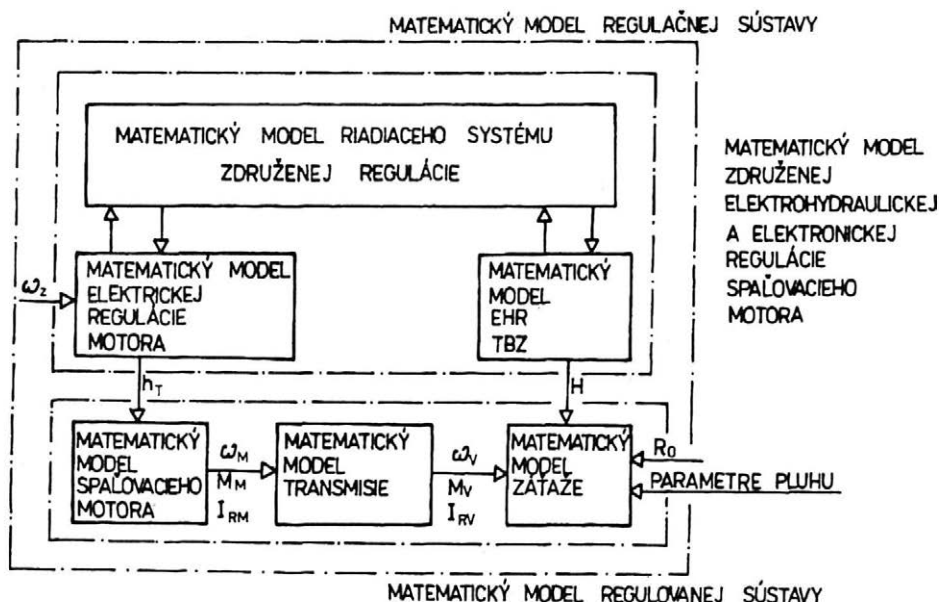
- elektrohydraulická regulácia (ďalej EHR) TBZ musí zabezpečiť dve základné a jednu kombinovanú reguláciu TBZ, t.j. polohovú, silovú a zmiešanú;
- z hľadiska strojárenského musí zjednodušovať technológiu výroby PT;
- EHR TBZ musí byť vytvorená na báze tuzemských prvkov;
- EHR TBZ musí dodržiavať parametre kolísania hĺbky orby na hodnoty nižšie, ako je požadované, t.j.  $\pm 2,5\%$  pri plytkej orbe (pôvodne  $\pm 5\%$ ) a  $\pm 5\%$  pri hlbkej orbe (pôvodne  $10\%$ ).

Princíp EHR TBZ fy Bosch je dostatočne známy. Podrobnejší popis je v literatúre napríklad Mancovič, Petranský (1990). Pozostáva z elektrohydraulického akčného člena (ďalej EHAČ), snímača polohy TBZ, čapového snímača sily a bloku elektroniky s ovládacími prvkami. Táto zostava sa stáva štandardnou výbavou u väčšiny PT súčasných popredných výrobcov.

## VÝSLEDKY

Samotné riešenie elektronickej regulácie trojbodového závesu vo VVÚ ZTS Martin podnietilo niekoľko závažných faktov:

- dokonalé zvládnutie princípu základného stavebného prvku proporcionálnej techniky – proporcionálneho elektromagnetu;



1. Schéma matematického modelu regulačnej sústavy – A diagram of a mathematical model of the control system

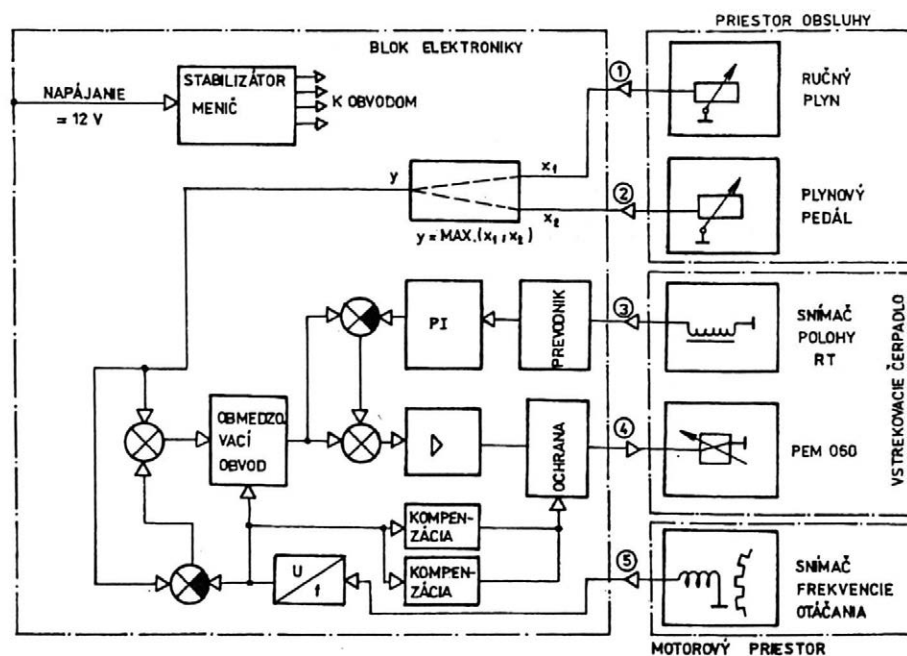
- dokonalé technické zvládnutie elektrického dávkovania množstva paliva spaľovacieho motora so vstrekovacím čerpadlom, ktorého regulačná tyč koná priamočiarý pohyb;
- pri meraní úplných charakteristík spaľovacích motorov typovej rady ZETOR bola zistená priama závislosť medzi zdvihom regulačnej tyče a záťažou motora;
- podrobné oboznámenie sa s elektrohydraulickými reguláciami, ktoré sú v súčasnosti používané na poľnohospodárskych traktoroch; poznanie, že najslabším článkom, z hľadiska životnosti, je čapový snímač sily, ktorý sa zabudováva do dolných ťahadiel TBZ v prípade, že tento prvok regulácia obsahuje;
- overenie účelového matematického modelu spaľovacieho motora a elektronickej regulácie (Kurucová; 1987, Semetko, 1986);
- dlhoročná spolupráca s Vysokou školou poľnohospodárskou v Nitre (katedrou energetiky), (Petránský, 1990).

Tieto poznatky boli získané na základe prác riešených vo VVÚ ZTS Martin v priebehu uplynulých desiatich rokov.

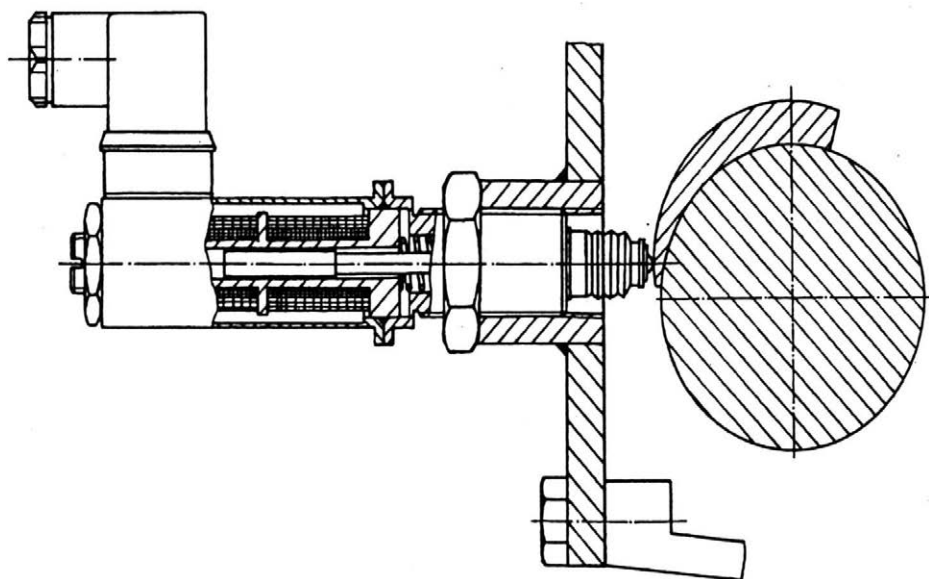
Realizácia združenej EHR TBZ bola potom expresným zhrnutím a aplikáciou uvedených poznatkov do funkčného vzoru v priebehu jedného roka.

Pre úspešné zvládnutie riešenia združenej EHR TBZ bola potrebná analýza transmisného systému PT vrátane hnacieho agregátu, na základe ktorej bol vytvorený účelový matematický model regulovanej sústavy (obr. 1), slúžiaci k overeniu funkčných aj dynamických vlastností navrhovaného regulačného systému. Matematické modely elektronickej regulácie spaľovacieho motora, elektrohydraulickej regulácie TBZ a riadiaceho systému združenej regulácie tvoria matematický model združenej regulácie. Tvorba a overenie matematického modelu celej regulačnej sústavy budú popísané v niektorom z ďalších našich príspevkov.

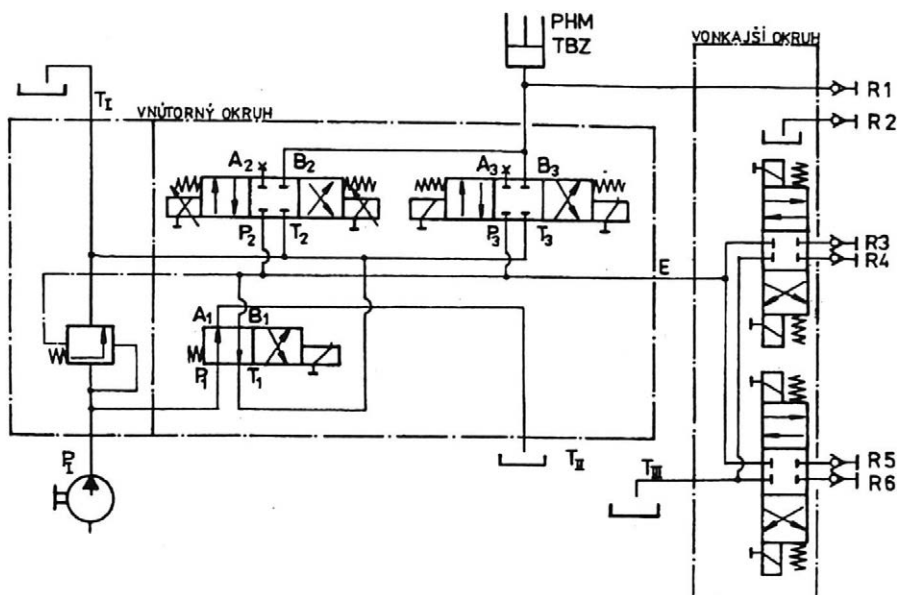
Združená EHR TBZ pozostáva z regulácii spaľovacieho motora a z regulácii trojbodového závesu.



2. Bloková schéma regulácie spaľovacieho motora – A block diagram of combustion engine control



3. Indukčný snímač polohy trojbodového závesu – Induktive transducer indicating the position of the three-points hitch



4. Hydraulická schéma systému – Hydraulic diagram of the system

Ovládanie spaľovacieho motora, resp. vstrekovacieho čerpadla elektromagnetickým polohovacím členom obsahuje:

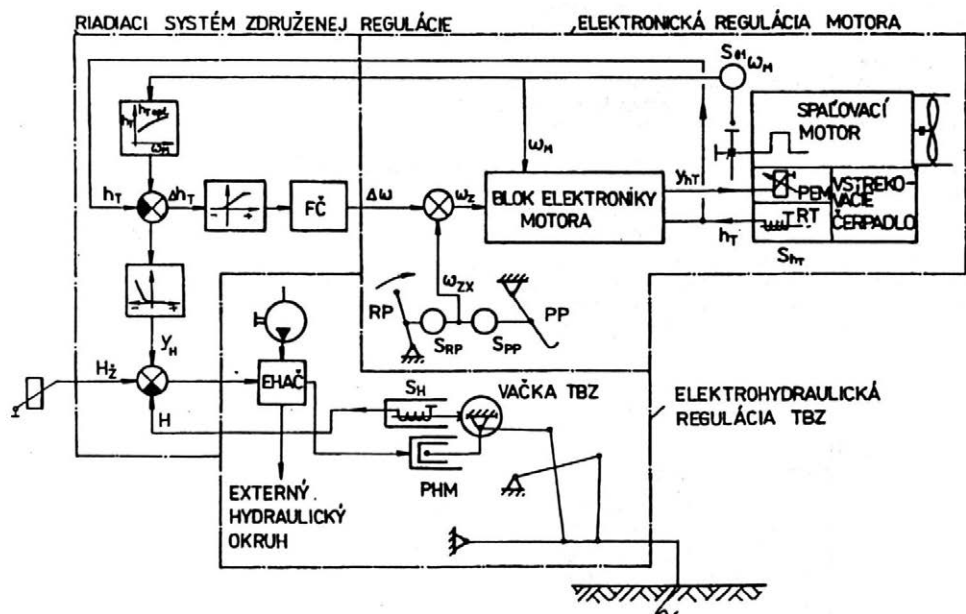
- proporcionálny elektromagnet PEM 060,
- snímač polohy regulačnej tyče,
- snímač otáčiek motora (spätná väzba),
- snímač žiadanej hodnoty otáčiek spaľovacieho motora (plynový pedál),
- blok elektroniky (na obr. 2 je bloková schéma regulačného systému).

Elektrohydraulická regulácia TBZ pozostáva z:

- elektrohydraulického akčného člena,
- indukčného snímača polohy pracovného náradia,
- ústredného regulačného člena regulácie TBZ (na báze analogových elektronických prvkov).

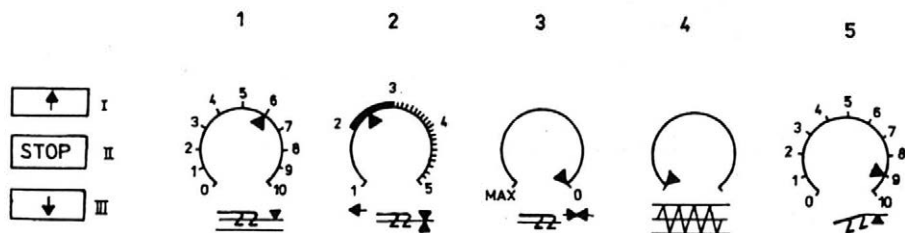
Indukčný snímač polohy pracovného náradia je zabudovaný v otočnom bode praveho ramena TBZ. Rotačný pohyb ramena sa transformuje na lineárny prostredníctvom vaky. Celkový pohľad na toto usporiadanie je na obr. 3. Celkový zdvih snímača je 11 mm, krytie IP 54. Z dôvodu unifikácie je tento snímač použitý v celom riešení trikrát. Okrem uvedeného sa nachádza v polohovacom člene vstrekovacieho čerpadla a v mieste plynového pedála ako zadávateľ požadovaných otáčiek ( $W_z$ ) spaľovacieho motora.

Elektrohydraulický akčný člen (EHAC) je vytvorený z elektrohydraulických rozvádzačov štandardného prevedenia. Delenie prietoku externého hydraulického okruhu do rýchlospojok je zabezpečené prostredníctvom elektrohydraulických rozvádzačov. Hydraulická schéma riešenia je na obr. 4. Bloková schéma združenej EHR TBZ je na obr. 5. Pohľad na ovládací panel funkčného vzorku združenej EHR TBZ aplikovanej na PT UR IIC Z 162 45 je na obr. 6.



5. Bloková schéma združenej regulácie – Block diagram of combined control

|                 |                                        |                 |                                            |
|-----------------|----------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| EHAČ            | elektrohydraulický akčný člen          | SRP             | snímač nastavenia ručného plynu            |
| FC              | funkčný člen                           | hoPT            | optimálna poloha zasunutia regulačnej tyče |
| PEM             | proporcionálny elektromagnet           | hT              | poloha zasunutia regulačnej tyče           |
| PHM             | priamotčný hydromotor                  | Z <sub>hT</sub> | regulačná veličina motora                  |
| PP              | pedál plynu                            | Y <sub>H</sub>  | regulačná veličina regulácie               |
| RP              | ručný plyn                             | ω <sub>M</sub>  | uhľová rýchlosť spalovacieho motora        |
| TBZ             | trojbodový záves                       | ω <sub>Z</sub>  | žiadaná hodnota uhľovej rýchlosti          |
| H               | poloha náradia voči rámu traktora      | ω <sub>ZX</sub> | žiadaná hodnota uhľovej rýchlosti          |
| HŽ              | žiadaná poloha náradia                 |                 | spalovacieho motora obsluhou               |
| SH              | indukčný snímač polohy náradia         |                 |                                            |
| SH <sub>T</sub> | indukčný snímač polohy regulačnej tyče |                 |                                            |
| SO <sub>1</sub> | indukčný snímač otáčiek motora         |                 |                                            |
| Spp             | snímač plynového pedálu                |                 |                                            |



6. Ovládací panel funkčného vzoru – Control panel of a functional model

#### Popis ovládacích prvkov na paneli

tlačítko I - príkaz na presun náradia do hornej krajnej polohy;  
 tlačítko II - zablokovanie regulácie TBZ, náradie zostáva v poslednej polohe pred stlačením tohto tlačítka;  
 tlačítko III - príkaz na presun náradia do nastavenej pracovnej polohy.

Ďalej je na paneli päť voličov s následnými funkciami:

volič 1 slúži k nastaveniu žiadanej pracovnej polohy;  
 volič 2 slúži k predvolbe polohovej a polohovo-rýchlostnej regulácie;  
 volič 3 slúži k predvolbe silovej regulácie;

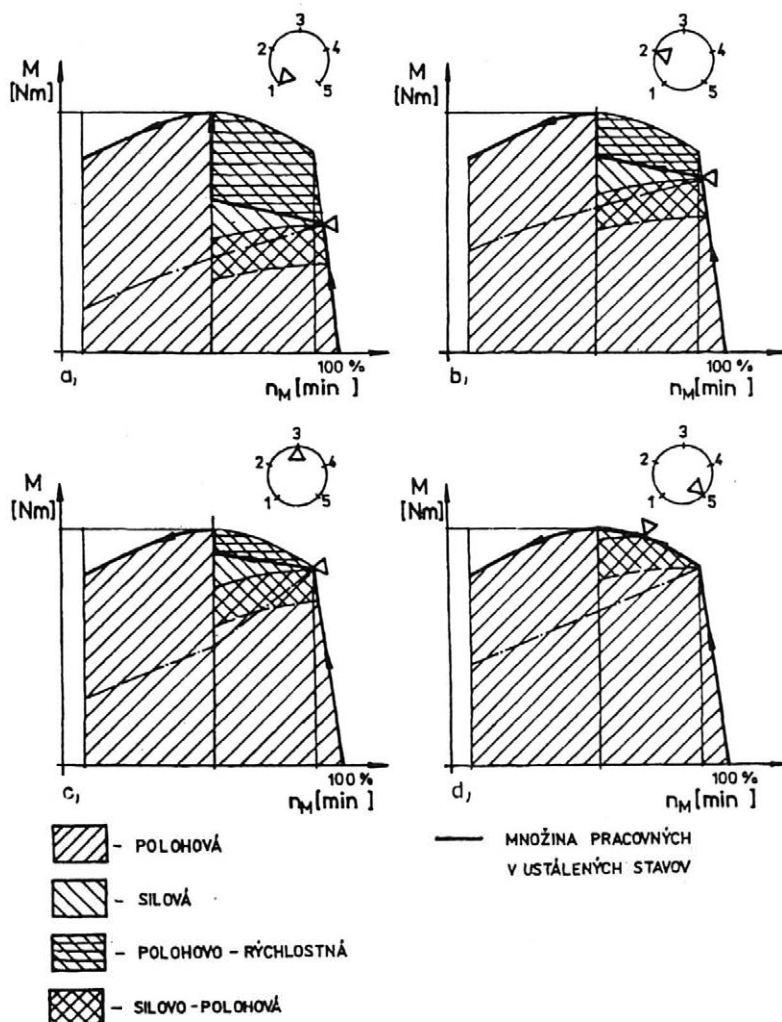
volič 4 slúži k nastaveniu citlivosti regulačnej sľučky;  
volič 5 slúži k nastaveniu hornej krajnej polohy náradia.

#### Možnosti predvolby regulácie

Združená EHR TBZ umožňuje nastavenie nasledujúcich druhov regulácie:

- polohová regulácia – udržiava konštantnú polohu náradia;
- silová regulácia – udržiava konštantný odoberaný moment motora  $\Delta n_M$ ;
- zmiešaná regulácia – zmiešava v ľubovoľnom nastavenom pomere reguláciu polohovú a silovú;
- polohovo-rýchlostná regulácia – zmenou predvolby žiadanej otáčiek motora sa mení teoretická rýchlosť pojazdu a zároveň sa mení aj poloha náradia v rámci 5% zmeny nominálnej hodnoty, mení sa rezný odpor pri riadenej zmene rýchlosti orebnej súpravy.

Hore uvedený popis ovládacích prvkov na paneli platí pre funkčný vzor združenej regulácie aplikovaný na PT UR II C Z 152 45. Pre ďalší funkčný vzor združenej EHR TBZ aplikovanej na PT UR IV Z 123 45 bol ovládací panel prepracovaný a zjednodušený. Voliče 1 a 2 (obr. 6) boli združené do jedného a volič 4 vyradený. Namiesto tlačítko I, II, III bol použitý prepínač.



7. Znázornenie činnosti združenej regulácie pomocou momentovej charakteristiky spaľovacieho motora  
– Representation of the function of combined control by means of moment characteristics of the combustion engine

## Činnosť regulácie (optimálne využitie traktora)

Potenciometrom 1 (obr. 6) sa nastaví žiadaná poloha náradia, ktorú je potrebné upraviť podľa skutočnej žiadanej hĺbky orby po prvých metroch vyoranej brázdy. Potenciometre 2 a 3 sa prestavia do pravej krajnej polohy. Pri vyorávaní prvej brázdy (plynový pedál naplno zošlápnutý) a po dosiahnutí menovitých otáčiek motora ( $2200 \text{ ot.min}^{-1}$ ) je potrebné postupne otáčať potenciometrom 2 smerom doľava tak dlho, až začnú klesať otáčky motora (posúvanie regulačnej krivky do oblasti optimálnych spotrieb paliva).

V hore popísanom okamihu sa potenciometer 2 nachádza (obr. 7):

- V oblasti 2 až 3 je navolený optimálny režim, polohovorychlostná regulácia, traktor je optimálne vyťažený. Je zvolené správne náradie i rýchlosť pojazdu pri požadovanej hĺbke orby (motor pracuje v oblasti minimálnych spotrieb, nedymí, je dodržovaná agrotechnika orby a v rozmedzí 20% zmeny rezného odporu sú riešené zmenou rýchlosti súpravy preklzy).
- V oblasti 3 až 4 je traktor naplno vyťažený, motor pracuje v tesnej blízkosti vonkajšej charakteristiky, je navolená polohová regulácia.
- V oblasti 4 až 5 je traktor naplno vyťažený, pracuje bez rezervy výkonu. Navolená je polohová regulácia. Je vhodné preradiť na nižšiu pojazdovú rýchlosť alebo vymeniť pluh s menším počtom radlíc.
- V oblasti 1 až 2 je traktor nedostatočne vyťažený, je vhodné zvýšiť pojazdovú rýchlosť súpravy, alebo použiť pluh s väčším počtom radlíc. Navolená je polohovo-rýchlostná regulácia.
- V prípade terénnych nerovností je výhodné primiešanie silovej regulácie ku regulácii polohovej. Potenciometer 2 v oblasti 3 až 4 a potenciometrom 3 primiešať silovú reguláciu – ľavá krajná poloha je 100 % silovej regulácie.

## ZÁVER

Združená regulácia trojbodového závesu je originálne riešenie. Systém neobsahuje čapový snímač sily. Signál potrebný pre silovú reguláciu je odoberaný z polohy regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla spaľovacieho motora. Bez zásadných zmien konštrukcie traktora dochádza ku dosiahnutiu kvalitatívne vyšších technických, ekonomických a ekologických parametrov PT. Pôvodný mechanicko-hydraulický rozvádzač nachádzajúci sa pod vekom zadného mosta bol nahradený elektrohydraulickým akčným členom. Zjednodušuje sa tak vybavenosť zadného mosta. S popísaným funkčným vzorom združenej regulácie boli osadené traktory – jeden Z 162 45 UR IIC a dva Z 123 45 UR IV. S traktormi boli vykonané exploatačné skúšky, výsledky ktorých budú zverejnené v niektorom z našich ďalších príspevkov. Práce na združenej regulácii avizujú:

- zjednodušenie technológie výroby traktorov,
- nižšiu dymivosť v dynamických zaťažovacích režimoch,
- nižšie hodnoty  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ ,
- elektronický systém ochraňuje traktor proti preťaženiu a neadekvátnemu zaobchádzaniu s vozidlom zo strany obsluhy,
- úsporu paliva 5 až 10 % – vďaka používanému mechanicko-hydraulickému systému regulácie TBZ,
- väčšiu výkonovú vyťažiteľnosť traktora pri nižšej spotrebe paliva,
- zlepšenie kvality orby,
- zvýšenie životnosti spaľovacieho motora z dôvodu zavedenia optimálnej regulácie motora,
- získanie priestoru v kabíne traktora.

## Literatúra

- KURUCOVÁ, E.: Nelineární matematický model přepřínávaného motoru jako prostředek pro návrh regulačního systému. In: Sbor. Ref. Vybrané problémy simulačních modelů, Hradec na Moravici 1. – 3.9.1987, s. 141 – 144.
- MANCOVIČ, M. – PETRANSKÝ, I.: Elektrohydraulické prvky regulácie trojbodového závěsu. *Hydraulika*, 54, 1990, s. 20 – 25.
- OCHODNICKÝ, V. et al.: Ovládanie vstrekovacieho čerpadla elektrickým signálom. *Zeměd. Techn.*, 36, 1990, č. 4, s. 203 – 208.
- PETRANSKÝ, I. et al.: Skúšky funkčného vzoru združenej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závěsu a elektronickej regulácie spaľovacieho motora zabudovanej do traktora Z 162 45. [Výzkumná zpráva.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska, 1990.
- SEMETKO, J.: Mobilné a energetické prostriedky 3. Bratislava, Príroda 1986.

Došlo dne 14. I. 1991

KURUCOVÁ, E. – OCHODNICKÝ, V. – MANCOVIČ, M. (Heavy Engineering Association, Research-Development Institute at Martin): *Electrohydraulic control of the three-points hitch and of the combustion engine*. *Zeměd. Techn.*, 37, 1991 (7): 375 – 382.

The paper deals with combined control of the three-points hitch and suspension of the combustion engine of an agricultural tractor. The results obtained during the testing of a rig consisting of an agricultural tractor and a plough during field ploughing indicate that a solution has been found which is favourable both from the ecological and the economical viewpoints. These results, obtained with three functional prototypes of agricultural tractors of the heavy series UR IIC and UR IV, should induce higher degrees of attention and endeavour devoted to the development of a complex regulation of the transmission shafting and the hydraulic system of agricultural tractors.

agricultural tractor; combustion engine; three-points hitch; combined regulation

---

Adresa autorov:

Ing. Eva Kurucová, prom. fyz. Vladimír Ochodnický, ing. Milan Mancovič, Závody ťažkého strojárstva, Výskumno-vývojový ústav a.s., Komenského 19, 036 21 Martin

---

# STLAČOVÁNÍ DUŽNATÉHO PLODU S TUHOU SLUPKOU MEZI DVĚMA DESKAMI – MATEMATICKÝ MODEL

J. Blahovec

BLAHOVEC, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Stlačování dužnatého plodu s tuhou slupkou mezi dvěma deskami – matematický model*. Zeměd. Techn., 37 (7): 383 – 389.

K matematickému popisu stlačování kulového plodu s měkkou dužninou a tuhou slupkou mezi dvěma deskami je použit model tvořený pružnou blánou, která je vyplněna kapalinou. Deformace modelu je založena na rovnováze tlaků v kapalině, které vznikají natahováním blány a jsou kompenzovány stlačováním kapaliny. Vypočtené hodnoty se poměrně dobře shodují s experimentálními výsledky získanými u višní, tj. plodů s velmi měkkou dužninou. Porovnání vypočtených hodnot s experimentálními výsledky získanými u třešní ukazuje, že i v případě těchto plodů, které se při stlačování mezi dvěma deskami řídí přibližně vztahy odvozenými Hertzem pro stlačování isotropního elastického tělesa, přispívá k výsledné tuhosti plodu významným, ne-li rozhodujícím způsobem slupka.

měkké plody; třešně; višně; matematický model; slupka; dužnina; stlačování mezi dvěma deskami; pružnost

Mezi zemědělskými produkty se často vyskytuje typ, který je charakteristický kulovým tvarem, měkkým středem a tenkou pevnější slupkou. Sem je možné zařadit bobule (např. rybíz, angrešt, vinnou révu), peckovice (třešň, višň, švestku, meruňku, broskev apod.), některé plodové zeleniny (např. rajčata), popř. i malvice a další. Produkty tohoto typu podléhají poměrně snadno mechanickému poškození, a to jak v průběhu sklizně, tak při posklizňovém zpracování. Mechanické poškození produktů je zdrojem finančních ztrát jak změnou jejich konzumní kvality, tak i znehodnocením produktů vůbec. Jednou z cest snižování ztrát mechanickým poškozením plodů je šlechtění odrůd, které jsou odolnější proti mechanickému poškození. Tento program však může být úspěšný pouze tehdy, je-li výběr odrůd odolných proti mechanickému poškození založen na hlubších znalostech procesů, které ve vyšetřovaných produktech probíhají při vnější silové zátěži a rozhodují o výsledné úrovni poškození.

V práci je uveden hrubý výpočet napěťových a tlakových poměrů v idealizovaném objektu, modelujícím uvedený typ produktu.

## FORMULACE ÚLOHY

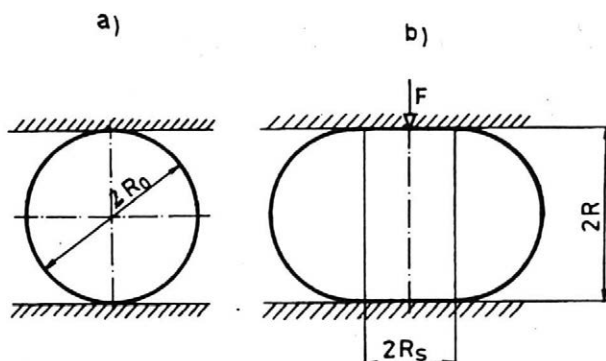
Pro řešení úlohy modelujeme kulový objekt přímo koulí o poloměru  $R_0$  (obr. 1), která je tvořena kapalinou s modulem objemové pružnosti  $K$  a velmi tenkou povrchovou blánou (tloušťka  $t < R_0$ ) s modelem pružnosti  $E_1$ . Stlačením modelového objektu dvěma deskami vznikne útvar znázorněný na obr. 1b, jehož objem lze vyjádřit vztahem

$$V = V_0 [(1 - \epsilon)^3 + \frac{3}{2} r_s^2 (1 - \epsilon) + \frac{3\pi}{4} r_s (1 - \epsilon)^2], \quad [1]$$

kde:  $V_0$  – původní objem koule,  
 $r_s = R_s/R_0$  – (poměrný poloměr dosedací plochy),  
 $\epsilon$  – poměrné stlačení koule,

jak je zobrazeno na obr. 1b.

1. Schéma deformace modelového objektu mezi dvěma deskami [a – počáteční stav: koule o poloměru  $R_0$ ; b – stav při poměrném stlačení  $\varepsilon = (R_0 - R)/R_0 = 1 - R/R_0$ ] – Diagrame of deformation of a model object between two plates [a – starting state: sphere with the radius  $R_0$ ; b – state during relative deformation  $\varepsilon = (R_0 - R)/R_0 = 1 - R/R_0$ ]



Vnější povrch stlačeného útvaru je možné obdobně vyjádřit ve tvaru

$$S = S_0 \left[ (1 - \varepsilon)^2 + \frac{1}{2} \varepsilon^2 + \frac{\pi}{2} r_s (1 - \varepsilon) \right], \quad [2]$$

kde:  $S_0$  – počáteční vnější povrch útvaru před jeho stlačováním.

Tlak uvnitř koule je dán jednak vlastní změnou objemu kapaliny v důsledku jejího stlačení podle vztahu

$$(\Delta p)_i = K \frac{V_0 - V}{V_0} \quad [3a]$$

jednak natažením blány na povrchu koule (Evans a Skalák, 1980):

$$(\Delta p)_o = \frac{2E_f}{R_0(1 - \varepsilon)} \cdot \frac{1 + r_s/(1 - \varepsilon)}{1 + 2r_s/(1 - \varepsilon)} \cdot \frac{S - S_0}{S_0} \quad [3b]$$

Ve stavu rovnováhy musí platit následující rovnost:

$$(\Delta p)_i = (\Delta p)_o \quad [4]$$

Řešením této rovnice po dosazení do vztahů (1) až (3) lze získat rovnovážnou hodnotu  $r_s$ , kterou budeme označovat  $r_{sk}$ . Tato úloha vede na řešení kubické rovnice; toto řešení zde neuvádíme, protože v našich výpočtech je tato úloha řešena numericky.

Sílu  $F$  potřebnou ke stlačení koule vyjádříme jako reakci na vnitřní přetlak na dosedací ploše:

$$F = \pi R_0^2 \cdot r_{sk}^2 \cdot (\Delta p)_i \quad [5]$$

Tento vztah po úpravách, při nichž se využije vztahy (3a) a (1) lze pak přepsat do konečného tvaru:

$$F_k = \pi R_0^2 \cdot r_{sk}^2 \cdot K \left[ 1 - (1 - \varepsilon)^3 - \frac{3}{2} r_{sk}^2 (1 - \varepsilon) - \frac{3\pi}{4} r_{sk} (1 - \varepsilon)^2 \right], \quad [6]$$

který je vyjádřením vztahu mezi silou  $F_k$  a poměrným stlačením (deformací) modelového objektu, to vše za uvedeného předpokladu, že povrchová blána je vyplněna kapalinou s Youngovým modulem rovným nule.

Youngův modul dužniny plodů, pro které v této práci hledáme vhodný model, se vyznačuje velmi nízkými, leč nenulovými hodnotami. V případě, že Youngův modul dužniny nabývá tak vysokých hodnot, že jsou srovnatelné s hodnotami Youngova modulu slupky, můžeme přítomnost slupky na povrchu plodu zanedbat a použít pro popis stlačování plodu jiného modelu, tj. stlačování isotropní elastické koule mezi dvěma deskami. Tento případ byl řešen Hertzem, viz např. Johnson (1985). Toto řešení můžeme vyjádřit následujícími vztahy:

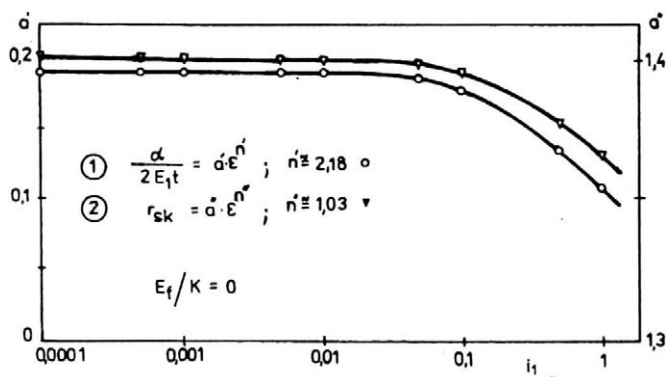
$$r_{sH} = \sqrt{\varepsilon} \quad [7a]$$

$$(\Delta p)_{sH} = \frac{4}{3\pi} E_f \cdot r_{sH}, \quad [7b]$$

kde:  $E_f$  – fiktivní modul pružnosti stlačované koule ( $E_f = E / (1 - \nu^2)$ , přičemž  $E$  je Youngův modul a  $\nu$  je Poissonův poměr),

$r_{sH}$  – poměrný poloměr kontaktní kružnice,

$(\Delta p)_{sH}$  – střední tlak na plochu kontaktu, tj. střední tlak na dosedací plochu.



2. Regresní parametry závislosti povrchového napětí  $\alpha$  (1) a poměrného poloměru kontaktní plochy  $r_{sk}$  (2) na poměrném stlačení  $\varepsilon$  pro různé hodnoty poměru  $i_1 = 2E_1t / (KR_0)$  – Regression parameters of dependences of surface tension  $\alpha$  (1) and relative radius of contact surface  $r_{sk}$  (2) on relative deformation  $\varepsilon$  for different values of the ratio  $i_1 = 2E_1t / (KR_0)$

Úplné teoretické řešení úlohy s elastickou dužninou a s elastickou slupkou je poměrně obtížné. Pro jeho odhad jsme proto zvolili interpolační postup. Poloměr kontaktní plošky mezi vyšetřovaným objektem a přitlačnou deskou je volen jako vážený průměr obou uvedených veličin  $r_{sk}$  a  $r_{sH}$ , přičemž vahou je střední tlak na dosedací plošku, vypočtený podle obou krajních teorií jevu, tj. podle rovnic (3a) a (7b):

$$r_{so} = [r_{sH}(\Delta p)_{sH} + r_{sk}(\Delta p)_i] / [(\Delta p)_{sH} + (\Delta p)_i]. \quad [8]$$

Přítlačná síla na plod  $F$  je pak dána superpozicí síly  $F_k$  ze vztahu (6) a z příspěvku Hertzova řešení pro pružnou kouli:

$$F = \pi R_0^2 r_{so}^2 K \left[ 1 - (1 - \varepsilon)^3 - \frac{3}{2} r_{so}^2 (1 - \varepsilon) - \frac{3\pi}{4} r_{so} (1 - \varepsilon)^2 + \frac{4}{3\pi} \frac{E_f}{K} r_{so} \right]. \quad [9]$$

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Většinu veličin vypočtených podle navrženého modelu, je možné dobře aproximovat mocninovou závislostí na poměrném stlačení. Platí to zejména pro případy, v nichž lze zanedbat Youngův modul vnitřní části modelové koule. Tento přístup je využit k prezentaci vypočtených hodnot povrchového napětí v povrchové bláně a poměrného poloměru kontaktní dosedací plochy  $r_{sk}$  (obr. 2). Ukazuje se, že exponenty regresních vztahů nabývají relativně stálé hodnoty  $n' \approx 2,18$  pro povrchové napětí a  $n'' \approx 1,03$  pro relativní poloměr kontaktní (dosedací) plochy. V širokém rozmezí hodnot  $i_1 = 2E_1t / (KR_0)$  jsou stále i násobné konstanty v regresních vztazích:  $a' \approx 0,1917$  pro povrchové napětí a  $a'' \approx 1,3997$  pro relativní poměr kontaktní plochy. Pouze pro hodnoty poměru  $i_1$  větší než 0,01 dochází k poklesu těchto hodnot.

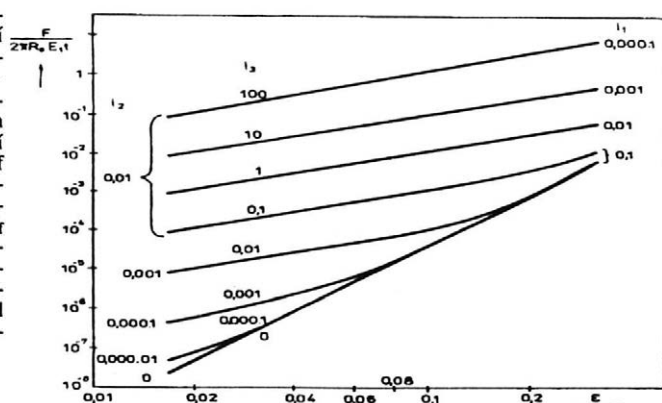
Podle regresního vztahu  $r_{sk}$  a  $\alpha$  v obr. 2 je relativní poloměr kontaktní plochy přibližně lineární funkcí poměrného stlačení  $\varepsilon$ , v čemž lze spatřovat hlavní rozdíl oproti kontaktu desky a pružné koule podle Hertzovy teorie (7a). Povrchové napětí v povrchové bláně modelového tělesa roste podle regresního vztahu mezi  $\alpha / (2E_1t)$  a  $\varepsilon$  v obr. 2 přibližně s druhou mocninou poměrného stlačení a je úměrné součinu  $E_1t$ .

Údaje o vypočtených vztazích mezi přítlačnou silou  $F$  a poměrným stlačením  $\varepsilon$  jsou uvedeny v obr. 3. Vynášen je poměr  $F / (2\pi R_0 E_1 t)$ , který závisí na objemovém modulu pružnosti pouze prostřednictvím velmi slabého vlivu na poloměr kontaktní plochy  $r_{sk}$  (obr. 2), jak to plyne z úpravy rovnice (6):

$$F_k / (2\pi R_0 E_1 t) = (r_{sk} + 1 - \varepsilon) / \left\{ [(r_{sk} + 1 - \varepsilon) / r_{sk}]^2 - 1 \right\}. \quad [10]$$

Závislost veličiny  $F_k / (2\pi R_0 E_1 t)$  je podle obr. 3 popsána poměrně dobře mocninovým vztahem s exponentem cca 4,25. Také elastická Hertzova řešení a řešení interpolovaná podle vztahů (7) až (9) jsou vynesena v obr. 3. Při prezentaci výsledků je výhodné používat místo parametrů  $i_1$  a  $i_2 = E_1/K$  pouze parametr  $i_3 = i_2/i_1$ , který při relativní nezávislosti obdržených výsledků na hodnotách  $K$  plně postačí k posouzení dosažených výsledků.

3. Hodnoty stlačující síly  $F$  v závislosti na poměrném stlačení  $\varepsilon$ ; [rozhodující veličinou pro vypočtené závislosti je poměr  $i_3 = E_f R_0 / (2 E_{ft})$ , hodnota objemového modulu pružnosti má na průběh vypočtených závislostí jen malý vliv] – The values of deformation force  $F$  in dependence on relative deformation  $\varepsilon$ ; [the ratio  $i_3 = E_f R_0 / (2 E_{ft})$  is a decisive characteristic of the calculated dependences, the value of the bulk modulus of elasticity has only small effects on the calculated dependences]



Hodnoty  $i_3$  větší než 1 charakterizují Hertzovskou oblast kontaktu; v této oblasti je možné závislosti mezi  $F$  a  $\varepsilon$  popsat mocninným vztahem s exponentem  $3/2$  (obr. 3). Pro hodnoty poměru  $i_3$  menší než cca  $10^{-5}$  jde o případ, který je dobře popsán jednoduchým modelem pružné blány vyplněné tekutinou podle vztahů (6) nebo (10). Mezi těmito dvěma oblastmi se nachází široká přechodová oblast, v níž závislost mezi  $F/(2\pi R_0 E_{ft})$  a  $\varepsilon$  obecně nemá mocninný charakter a blíží se v oblasti malých stlačení Hertzově popisu a v oblasti velkých stlačení popisu modelem s pružnou blánou, která je vyplněna tekutinou.

Důležitým parametrem, charakterizujícím stabilitu modelu, je kromě povrchového napětí v bláně (obr. 2) také velikost vnitřního přetlaku ve stlačované kouli. Vypočtené hodnoty vnitřního přetlaku v závislosti na poměrném stlačení koule pro případ  $i_2 = i_3 = 0$  a dvě různé hodnoty  $i_1$  jsou uvedeny na obr. 4. Tento obrázek ukazuje, že vliv parametru  $i_1$  na vypočtenou závislost je poměrně slabý, že však velikost vnitřního přetlaku ve stlačované kouli je přímo úměrná modulu pružnosti a tloušťce slupky a nepřímo úměrná rozměrům stlačované koule.

Použitý model umožňuje nalézt také netriviální vztah mezi vnitřním přetlakem a středním vnějším přitlakem  $p_{pov}$ , definovaným jako síla vztažená na maximální plochu příčného průřezu stlačované koule, jako to vyjadřuje následující vztah:

$$p_{po} = F / [\pi(R_f + R)^2] = F / [\pi R_0^2(r_{30} + 1 - \varepsilon)^2]. \quad [11]$$

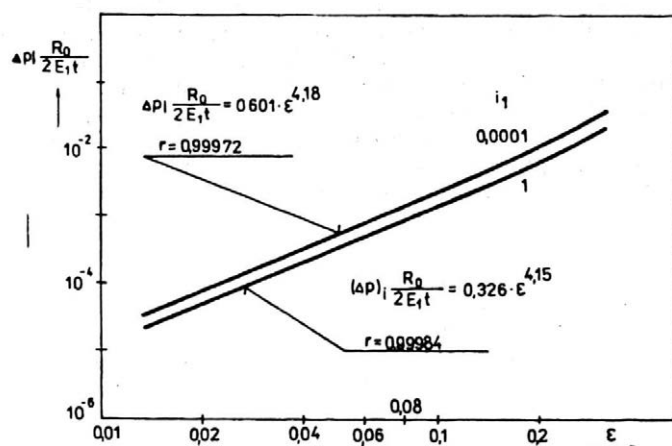
Vztah mezi oběma zmíněnými tlaky se dá velmi dobře vyjádřit jejich vzájemným poměrem (obr. 5). Zde jsou za vnitřní přetlak dosazovány hodnoty  $(\Delta p)_i$  ze vztahu (3a) v případě  $i_2 = 0$ , popř. hodnoty získané interpolací vztahů (3a) a (7b). V prvním případě je získána velmi strmá závislost poměru obou tlaků na poměrném stlačení. Tato závislost je velmi blízká svým průběhem kvadratické hyperbole. S rostoucí hodnotou parametru  $i_2$ , tzn. s růstem fiktivního modulu pružnosti  $E_f$ , hodnota poměru  $(\Delta p)_i / p_{pov}$  klesá a má nemonotónní charakter (obr. 5).

V závěru diskuse se zmíníme o pokusu experimentálně testovat získané teoretické hodnoty. Byly využity experimenty se stlačováním třešní a višní mezi dvěma deskami (J e s c h k e a kol., 1990). Experimenty ukázaly, že deformační křivky v oblastech stlačení do cca 20 % relativně dobře a reprodukovatelně jsou aproximovány vztahem

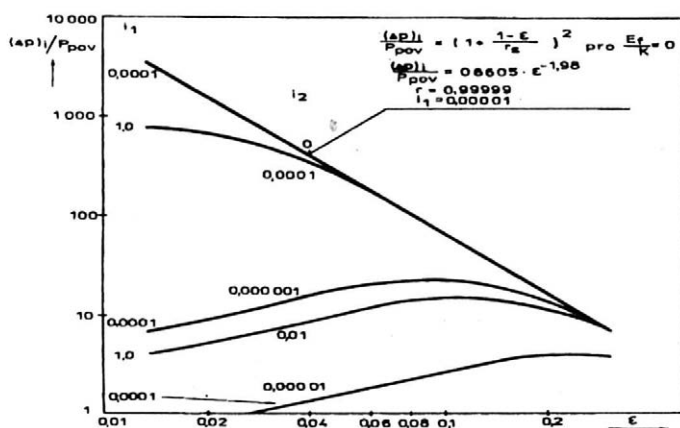
$$F = a_e \varepsilon^{n_e} \quad [12]$$

s parametry  $a_e$  a  $n_e$ . Některé hodnoty těchto parametrů jsou uvedeny v tab. I. Zároveň byl u testovaných odrůd penetrometricky vyšetřován fiktivní modul pružnosti dužniny  $E_{fe}$  a takto získané hodnoty jsou uvedeny také v tab. I. Veličiny  $a_e$ ,  $n_e$  a  $E_{fe}$  posloužily k testování výsledků výpočtů podle námi navrženého modelu. Použili jsme k tomu

4. Závislost vnitřního přetlaku v modelovém objektu v závislosti na poměrném stlačení ( $i_2 = E_t = 0$ ) - Dependence of the internal stress inside a model object on relative deformation ( $i_2 = E_t = 0$ )



5. Poměr vnitřního přetlaku a středního vnějšího přitlaku u stlačovaného modelového objektu v závislosti na poměrném stlačení pro různé hodnoty poměrů  $i_1$  a  $i_2$  - The ratio of the internal stress and mean external pressure in a model object subjected to deformation in dependence on relative deformation for different values of the ratios  $i_1$  and  $i_2$



následující postup: Pro zvolenou hodnotu  $i_1$  (paušálně byla použita hodnota 0,01) byl hledán poměr  $i_2$  tak, aby vypočtená závislost

$$F / (2\pi R_0 E_1 t) = a_t e^{n_t} \quad [13]$$

obsahovala exponent  $n_t$ , jehož hodnota je shodná s hodnotou parametru  $n_e$ . Celý problém byl řešen numericky; byly stanoveny hodnoty parametru  $a_t$  a pak již byla získána teoretická hodnota fiktivního modulu pružnosti dužniny  $E_R$  (s použitím rovnic (12) a (13) a definic parametrů  $i_1$  a  $i_2$ ) podle vztahu:

$$E_R = i_2 a_e / (\pi i_1 R_0^2 a_t). \quad [14]$$

Vypočtené hodnoty fiktivního modulu pružnosti dužniny  $E_R$  jsou porovnány s hodnotami experimentálními v tab. I prostřednictvím poměru  $i_4 = E_R / E_{te}$ . Tento postup má jisté principiální slabiny. Pomineme-li jistý rozptyl u naměřených experimentálních veličin (variační koeficienty nejméně 10%, ale také několik desítek procent), je významnou slabinou použitého postupu „nemocinný“ charakter závislosti mezi silou a poměrným stlačením pro případy s  $n_t$  v rozmezí 1,5 až 4,2 (obr. 3).

Podle tab. I je shoda  $E_R$  a  $E_{te}$  poměrně dobrá u plodů, u nichž byly naměřeny hodnoty exponentu  $n_e$  větší než 2; v těchto případech se hodnota poměru  $i_4$  pohybuje

kolem 1. Hodnota poměru  $i_4$  však roste, když hodnota exponentu  $n_e$  klesá a blíží se 3/2. Tento trend je možné chápat jako projev vnitřní nekonzistence interpolačního postupu, který selhává v oblasti hodnot  $n_e$ , v níž by interpolované řešení mělo přejít přímo v řešení Hertzovo, tedy v řešení pro izotropní elastickou kouli. Toto chování je možné vysvětlit pouze vysokým příspěvkem tuhosti slupky k výsledné tuhosti plodů, a to i v případech, kdy vztah mezi přítlakovou silou a poměrnou deformací plodů se řídí formálním vztahem odvozeným pro stlačování izotropního elastického tělesa. Podle hodnoty poměru  $i_4$  v tab. I přispívá slupka plodů třešní v těchto případech k výsledné tuhosti plodů třešní asi čtyřikrát více než samotná dužnina.

I. Srovnání vypočtených hodnot s hodnotami naměřenými u třešní (T) a višní (V) (Jeschke et al., 1990) - Comparison of the calculated values with the values recorded in cherries (T) and sour cherries (V) (Jeschke et al., 1990)

| Odrůda         | $\frac{R_o}{mm}$ | $\frac{a_e}{N}$ | $\frac{n_e}{1}$ | $\frac{E_{fe}}{MPa}$ | $\frac{a_l}{0,01}$ | $\frac{E_{fl}}{MPa}$ | $\frac{i_4}{1}$ | $\frac{i_2}{0,001}$ | T/V |
|----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-----|
| Burlat         | 10,1             | 275,3           | 1,95            | 0,157                | 1,16               | 0,543                | 3,46            | 0,073               | T   |
| Kaštánka       | 9,1              | 78,7            | 1,71            | 0,097                | 1,12               | 0,413                | 4,23            | 0,154               | T   |
| Karešova       | 10,0             | 125,3           | 1,69            | 0,119                | 1,14               | 0,575                | 4,84            | 0,166               | T   |
| Meckenheimer   | 10,5             | 117,6           | 1,75            | 0,130                | 1,10               | 0,411                | 3,16            | 0,133               | T   |
| Stella-compact | 10,9             | 189,8           | 1,69            | 0,241                | 1,14               | 0,740                | 3,07            | 0,166               | T   |
| Van            | 9,9              | 160,2           | 1,56            | 0,240                | 1,53               | 1,115                | 4,65            | 0,328               | T   |
| Granát         | 9,2              | 118,2           | 1,58            | 0,188                | 1,41               | 0,905                | 4,81            | 0,286               | T   |
| North Star     | 8,2              | 81,4            | 1,82            | 0,060                | 1,10               | 0,371                | 6,19            | 0,106               | V   |
| Napoleonova    | 9,3              | 140,6           | 1,67            | 0,168                | 1,16               | 0,796                | 4,74            | 0,180               | T   |
| Erdi Bötörmö   | 9,7              | 104,7           | 2,39            | 0,048                | 1,92               | 0,050                | 1,04            | 0,027               | V   |
| Schneiderova   | 10,8             | 199,0           | 1,72            | 0,189                | 1,12               | 0,718                | 3,80            | 0,148               | T   |
| Fanal          | 9,2              | 161,6           | 2,72            | 0,051                | 3,25               | 0,026                | 0,51            | 0,014               | V   |
| Záhoračka      | 8,8              | 134,0           | 2,47            | 0,052                | 2,17               | 0,058                | 1,11            | 0,023               | V   |
| Köröská        | 9,6              | 141,8           | 2,42            | 0,065                | 2,01               | 0,062                | 0,95            | 0,025               | V   |
| Morellenfeuer  | 8,1              | 63,9            | 1,94            | 0,045                | 1,16               | 0,201                | 4,47            | 0,075               | V   |

## ZÁVĚR

Stlačování velmi měkkých plodů s tuhou slupkou mezi dvěma deskami je velmi dobře popsáno modelem pružné blány tvořící „balón“ vyplněný tekutinou. Tento model je možné do jisté míry zobecnit i na případy plodů, jejichž dužnina je tužší. Ukazuje se však, že slupka plodů výrazným způsobem ovlivňuje tuhost plodů i v případech, kdy se tyto plody při stlačování mezi dvěma deskami chovají zdánlivě jako izotropní elastická tělesa.

## Literatura.

- EVANS, E. A. – SKALAK, R.: Mechanics and thermodynamics of biomembranes. Florida. CRC Press Inc., Boca Raton 1980; ruský překlad: Mechanika i termodynamika biologických membran, Moskva, Mir, 1982, s. 182 - 186.  
 JESCHKE, J. – HOUŠKA, M. – PATOČKA, K. – BLAHOVEC, J.: Ústní sdělení, 1990.  
 JOHNSON, K. L.: Contact mechanics. Cambridge. Cambridge University Press, 1985; ruský překlad: Mechanika kontaktnovo vzaimodějstija, Moskva, Mir, 1989, s. 106 - 112.

Došlo dne 14. 3. 1991

A spherical fruit with soft flesh and tough skin is simulated by an elastic membrane filled with compressible liquid. The changes in fruit shape as indicated in Fig. 1 (Evans and Skalak, 1982) are supposed to take place in the process of compression. The extent of fruit deformation is given by an equilibrium between the pressure in the liquid ( $\Delta p$ ); induced by changes in the liquid volume and the growth of the stress of the membrane on fruit surface which compensates this stress: see relations (3a), (3b), where  $K$  is the bulk modulus of liquid elasticity,  $V_0$  is the starting volume of liquid and  $V$  the actual volume of liquid,  $E_1$  is the modulus of elasticity and  $t$  is the membrane thickness,  $R_0$  is the starting radius of sphere and  $r_s = R_s/R_0$  (Fig. 1). The resultant value of the axial force is given by equation (6), where  $\varepsilon$  is the relative deformation of sphere:  $\varepsilon = 1 - R/R_0$ . Most characteristics, calculated from the proposed model, can be easily expressed in form of exponential dependences on the relative deformation  $\varepsilon$ , the parameters of the exponential dependences within the wide limits being little sensitive to the relation  $i_1 = 2E_1t/(KR_0)$  as can be seen in Fig. 2, where there are plotted parameters of the dependence of surface tension  $\alpha$  (1) and relative radius of tangential circle  $r_{sk}$  (2) on the relation  $i_1$ . An analogous statement applies to the internal stress inside the fruit (Fig. 4). The axial force of the compression of the model object is presented in dependence on the relative deformation in Fig. 3. It is a dependence with parameters  $i_2 = i_3 = 0$ . In this case it is also a dependence approximating to the exponential dependence with exponent  $\approx 4.29$ . In Fig. 3 there are plotted other dependences obtained for a modified model based on an interpolation of the results pursuant to the above-mentioned model and to the Hertz theory of elastic sphere compression: equations (7a) to (9) with the fictitious modulus of elasticity of this sphere –  $E_f$  and parameters  $i_2 = E_f/K$  and  $i_3 = E_fR_0/(2E_1t)$ . The values of the ratio of the internal stress inside the liquid to the mean external pressure on the deformed model sphere as indicated in Fig. 5 were calculated in a similar way:  $p_{pov}$  – see equation (11). The calculated dependences shown in Fig. 3 were compared with the experimental values of Jech et al. (1990). Using the theoretical values and on the basis of some premises, [equation (14)], of the fictitious modulus of elasticity of fruit flesh was derived, where  $a_e$  is a parameter of equation (12), determined in the process of cherry deformation between two plates and  $a_i$  is the characteristic calculated from the above-mentioned interpolating model. The  $E_{fl}$  values calculated in this way were compared with the experimental values  $E_{fe}$ , determined in separate penetration tests of cherry flesh. The ratio  $i_4 = E_{fl}/E_{fe}$ , the values of which are given in Tab. I, is an indicator of the correspondence of both characteristics. It can be seen that the  $E_{fl}$  values are mostly higher than the  $E_{fe}$  values. Only in such cases where the values of the fictitious modulus of elasticity are very low ( $E_{fl} < 0.1$  MPa), the correspondence of the  $E_{fl}$  and  $E_{fe}$  is relatively good. This result indicates that it is justified to use the interpolation method only in fruits with very soft flesh. At the same time it is evident that the skin influences the mechanical properties of fruit also in fruits with relatively tough flesh, the deformation of which between two plates can be described by means of relations formally identical with the relations derived by Hertz for the deformation of tough elastic sphere.

soft fruits; cherries; sour cherries; mathematical model; skin; flesh; compression between two plates; elasticity

Adresa autora:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát

Upozorňujeme čtenáře a zájemce o odbornou zemědělskou literaturu, že Ústav vědeckých informací pro zemědělství ve spolupráci se zemědělským nakladatelstvím Brázda vydává

**Naučný slovník zemědělský - 13. díl (písmeno z)**

Publikace je posledním dílem zemědělské encyklopedie, vyjde v rozsahu asi 700 stran, předpokládá cena je 175,- Kčs.

Objednávky na tuto publikaci vyřizuje Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, oddělení naučného slovníku a terminologie, Slezská 7, 120 56 Praha 2.

## PRECISE CONTROL OF WORKING DEPTH OF AGRICULTURAL IMPLEMENTS

M. N. Rifai

---

RIFAI, M. N. (Nova Scotia Agricultural College, Canada): *Precise control of working depth of agricultural implements*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (7): 391 – 396.

Accurate control of working depth of agricultural implements is one means of increasing crop yields, saving fuel and improving fertilizer and chemical application. Automatic depth controller model DCU – 3 was purchased, evaluated and tested for ease of installation, adjustment operation, safety and reliability. Measurements were taken and observations were made to determine the effectiveness of this electronically controlled hydraulic system intended for maintaining constant implement depth in varying field conditions and tractor forward speed. The standard statistical parameters (mean, standard deviation, coefficient of variance and variance ratio) were used to analyze our data.

depth control; fertilizer & chemical application; seeding depth

---

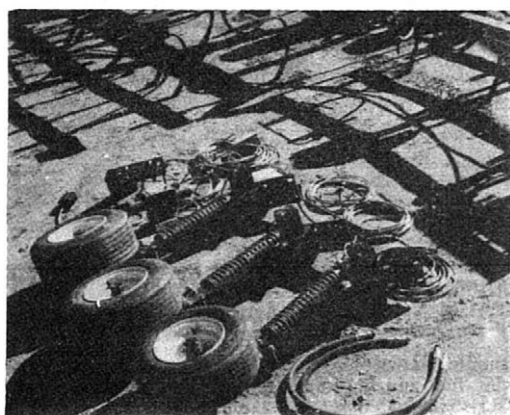
Resourceful farm management is becoming a major consideration in today's turbulent economic climate. The farmer using the latest technical means, increases the profitability of his farm's operation. As the cost of equipment, overhead, fuel and chemicals rises, today's farmer must be prepared to increase the efficiency of the agricultural production process. The consistent results produced by modern equipment may be enhanced by the introduction of electronic circuits.

Proper working depth of agricultural implements is an important factor in any farm operation but also one of the most difficult parameters to control. Controlling the seeding depth and placing the seed at a proper depth is very important and is the most important parameter of the planting operation. So optimum seeding depth is generally viewed as the desired goal for all crop establishment systems. Accurate control of working depth of tillage implements is very important and will result also in better fuel economy. Improvements of fertilizer and chemical application is very essential for having more yields from any crop.

Research and development on automatic depth control systems for seeding equipment was initiated at the Swift Current Research Station. The system produced by Dyck (1975) was designed for discer, the most common seeding implement on the Prairies at that time. It was a relatively simple mechanical system but effective in improving depth control at moderate field speeds.

Improving depth control for seeding equipment was one of the priority problems which was addressed through Agricultural Engineering Research and Development in mechanization. During the years 1975 – 1983 contract with S a k u n d i a k (1980), Sentstek Ltd., Strelloff and Wu (1980), Saskatoon, and Terra Implement, Black (1979) of Minnedosa, Manitoba worked at developing hardware to solve the problems and investigated the merits of automatic depth control system.

The objective of this study is to determine the degree of improvement in the performance of the John Deere 940 S-Tine cultivator that was used behind John Deere 250 spray cart by using Automatic Depth Controller. The field cultivator is a drawn type, and the depth control system consists of a master cylinder and two slave cylinders which are in series with each other. As oil is forced into the base end of first slave cylinder, oil is forced out the rod end of this cylinder into the base end of the second slave cylinder.



As the cultivator is raised and the cylinders become completely extended, the cylinders will become synchronized, so as to maintain uniform height across the cultivator.

## BACKGROUND

### General description

Fig. 1 shows the major components of the Microtek Automatic Depth Control System, which was developed to maintain constant implement depth in varying field conditions.

This device is an electronically controlled, hydraulic system consists of three gauge wheels mounted on the implement, an electro-hydraulic solenoid directional control valve located between the tractor remote hydraulic valve and the implement used, an electronic depth monitor and automatic depth control box mounted in the tractor cabine.

DCU – 3 depth control console consists of knobs and rocker switches. This includes power switch, depth dial zero adjustment screw, field condition selector, list time adjustment screw, wheel sensor zero adjustment screw, wheel sensor zero adjustment screws, wheel sensor select switches (L, C, R), wheel sensor indicator lamps, deviation meter display, control valve operation indicators, display dampening dial, implement adjustment dial, up and down adjustment screws, implement response dial and mode switch.

This Automatic Depth Controller can be used on tractors equipped with either open or closed center hydraulic systems. This can be achieved by using open or closed center electro hydraulic solenoid operated directional by control valve.

The pressure and tank ports are connected to the tractor hydraulic remote lines while the two outlet ports are connected to the implement depth cylinder. The gauge wheels have been factory adjusted for implements having a height of 710 mm and are designed for use on implements with frame heights ranging from 660 to 864 mm. The gauge wheels should be adjusted so that the bottom of the tire on the gauge wheels are 25 to 50 mm below the shovels on the cultivator. A potentiometer measures changes in the angle between the trailing arm and the implement frame as the implement depth changes. Each sensor is equipped with a compression spring to apply adjustable ground force and a shock absorber for dampening. The sensors are mounted to the implement frame with U-bolts supplied, to accommodate square tubing ranging in size 75 to 102 mm.

# I. Working depth results - Výsledky týkající se hloubky zpracování

| Conditions      | Working depth   |                     |                    |                    |                     |                    |
|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|                 | With controller |                     |                    | Without controller |                     |                    |
|                 | Avg. Depth [mm] | Std. Deviation [mm] | Variance Ratio $F$ | Avg. Depth [mm]    | Std. Deviation [mm] | Variance Ratio $F$ |
| Field Hardness  |                 |                     |                    |                    |                     |                    |
| Soft Soil       | 4.4(112)        | 1.25(32)            | 1.05               | 5.1(130)           | 2.76(42)            | 2.61               |
| Hard Soil       | 4.5(114)        | 1.22(31)            |                    | 3.9(99)            | 1.71(43)            |                    |
| Ground Speed    |                 |                     |                    |                    |                     |                    |
| 3 mph(4.8 km/h) | 4.2(107)        | 3.7(94)             | 1.42               | 4.8(122)           | 5.2(132)            | 1.51               |
| 5 mph(8.0 km/h) | 4.5(114)        | 3.1(79)             |                    | 5.0(127)           | 6.4(163)            |                    |

## MATERIALS AND METHODS

The automatic depth controller was installed on a three section John Deere 940 S-tine field cultivator, and was pulled by John Deere 4250 tractor. The depth controller was operated for 30 hours while applying herbicide at Wilmar Acres. Ltd., Centerville, Kings County, Nova Scotia.

The unit was evaluated for quantity of work, ease of installation, ease of operation and adjustment, and operator safety. Throughout the tests, comparisons were made to the uncontrolled cultivar.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Quality of work

The ability of the Microtek Depth Controller to maintain a uniform working depth was good. The depth control process arbitrarily begins at the depth sensing wheels. As the sensor wheels follow the counter of the field, potentiometer measures changes in the angle between the trailing arm and the implement frame as the implement depth changes and constantly sends depth information in the form of electrical signals to the control console. The Microtec electronic circuitry determines if the measured angle is within tolerance of the desired depth. If not, the electronic circuitry determines whether it must energize either „A“ or „B“ solenoid of the hydraulic valve and to what extent. The hydraulic valve will then direct and proportion oil flow to the appropriate end of the implement pistons to raise or lower the implement.

The cultivator with the controller maintained a more uniform working depth in fields with varying soil hardness than cultivator without controller as illustrated in table I, where variance ratio was calculated according to Steel and Torie (1960) from the following equation:

$$F = \frac{\text{the larger } s^2}{\text{the smaller } s^2},$$

$$\text{where: } s^2 = \frac{\sum x^2}{n - 1}.$$

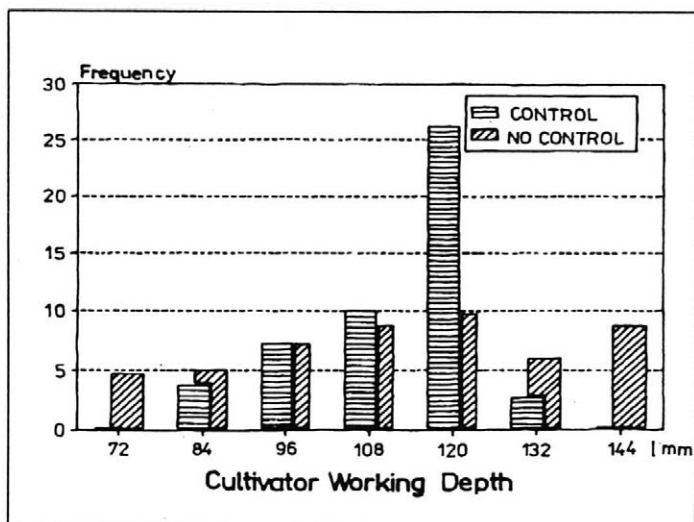
### Working depth uniformity

The function of a depth controller is to maintain the implement at a constant depth when conditions such as soil hardness, ground speed or field topography vary.

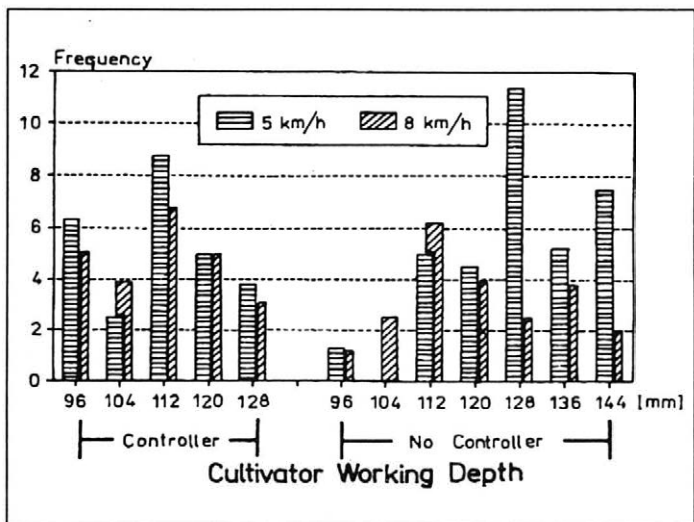
The Microtek depth control system was used predominantly for controlling cultivator depth during normal herbicide application.

In addition to using the Microtek in herbicide application, special field plots were prepared for the purpose of determining controller effectiveness. The test plot preparation work consisted of preworking a number of strips across a soft summerfallow and hard summerfallow soils with two different travel speeds.

2. Frequency distribution of data obtained on different soils (VS – working depth) – Rozložení četností údajů získaných při různých pūdách (VS – hloubka zpracování)



3. Frequency distribution of data obtained at different speeds (VS – working depth) – Rozložení četností údajů získaných při různých rychlostech (VS – hloubka zpracování)



Depth control effectiveness was determined both by observing its performance during normal field operation and by comparing the working depth of the cultivator with and without the controller. Working depth measurements were taken across the width of the machine.

Maintaining this constant implement depth will result in a uniform average working depth. The average working depth did not change significantly due to variations in soil hardness when the Depth Control System was used on the cultivator. However, without the controller, large changes in the average working depth occurred at the depth of 98 to 129 mm.

Fig. 2 represents a typical histogram that illustrates the distribution of working depth of the cultivator with or without the controller. Computer SAS programs to calculate and plot the results were a great aid in this analysis. This histogram shows, with the controller system, little change in working depth of the cultivator compared to

bigger change without the controller. The tallest vertical bar occurs at a depth of 120 mm in both frequency distributions. However the 120 mm bar with the controller is as big as 3 bars at depth 96, 108, and 120 mm combined without the controller.

The histogram in fig. 3 shows that the average working depth did not change significantly due to variations in ground speed with or without the depth control system.

However, the results shown in fig. 3 were obtained from tests conducted in a soft, loose field.

#### **Ease of installation**

A bracket was fabricated to mount the electro-hydraulic solenoid valve on the rear frame member of the John Deere 4250 tractor. The valve could also be mounted the implement hitch. The Microtek gauge wheels were easily mounted on the frame of 940 S-Tine John Deere cultivator. One gauge wheel was mounted on each of the three sections of the cultivator. Electrical cables were strapped to the implement frame and hitch using plastic cable ties.

#### **Ease of operation and adjustment**

The calibration of the system was relatively easy and did not take more than fifteen minutes. The calibration was done when the tractor was operated with the implement in an open level field at normal operating speeds and conditions. Zero adjustment screw was adjusted to calibrate the depth dial reading to correspond with the actual implement working depth. Display dampening dial was set for changes in depth caused by irregularities in surface conditions. The dampening was adjusted to obtain a smooth reading of the deviation meter. The up and down adjustment screws were adjusted to equalize the up and down implement corrections for a particular implement adjustment seeding. During the test field condition selector was set to work in the average range. The implement adjustment dial was set to adjust the implement in 6mm corrections during the test. Although during the first try, calibration procedures seemed to be difficult, but they became quite easy and simple for an experienced operator.

The Microtek automatic depth control unit could be used on tractors equipped with either open or closed center hydraulic systems. The maximum flow capacity of the solenoid valve was 82 L/min for open center systems and 109 L/min for closed center systems.

The automatic depth controller was considered to be advantageous for use with the 250 spray cart where visibility of the cultivator was obstructed by the tank. The depth control system provided the operator with an indication of working depth. The Microtek depth control system was considered safe for field and transport use if normal safety precautions were observed. In moist conditions, soil would build up on the gauge wheels, resulting in change in depth readings.

#### **CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**

The ability of the depth controller system to maintain a uniform working depth was good. The cultivator with the controllers maintained a more uniform working depth in the fields with varying soil hardness, than cultivator without controllers. Occasionally, however, the response of the sensor was inadequate. In fields with heavy or lumpy trash cover, the depth controller system would sense the lump and over compensate. Large variations in the depth sensor readings caused the depth control system to alternately raise and lower the implement beyond acceptable limits.

I recommend that there should be more efforts to encourage research institutions and industry to carry out and pursue high technology research and development on agricultural problems in general and produce products to help to solve those problems, especially the problem of how precisely can the working depth be maintained, because with precision depth control we'll have uniform germination, optimum utilization of fertilizer, more effective chemical weed control, and improved yields can be achieved.

## References

- BLACK, G.: Testing and modification of an automatically controlled uniform seeding depth discer. [Final report.] Ottawa, Agriculture Canada, 1979.
- DYCK, F. G.: Automatic depth control for discers. *Can. agr. Engng.*, 17, 1975, č. 1, s. 47 – 49.
- SAKUNDIAK, J.: Development of an automatic control system for Sak Depth Indicator and continuation of the development of an automation depth controller. [Final report.] Ottawa, Engineering and Statistical Research Institute, 1980.
- STEEL & TOORIE: Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill 1960, s. 82 – 83.
- STRELIOFF, W. P. – WU, S. K.: Development of an automatic tillage depth and header height control. [Final report.] Ottawa, Agriculture Canada, 1980.

Received for publication February 14, 1991

RIFAI, M. N. (Nova Scotia Agricultural College, Kanada): *Presné ovládanie pracovnej hĺbky poľnohospodárskych strojov*. *Zeměd. Techn.*, 37, 1991 (7): 391 – 396.

Presná kontrola pracovnej hĺbky poľnohospodárskych strojov je jeden z najdôležitejších faktorov v akejkoľvek poľnohospodárskej operácii, ale tiež jeden z tých najťažších parametrov pre kontrolovanie. Kontrolovanie hĺbky seby a umiestnenie zrnka do správnej pozície je veľmi potrebné na zvyšovanie úrody a je cieľom každého farmára. Presná kontrola pracovnej hĺbky poľnohospodárskych strojov používaných pri orbe je tiež veľmi potrebná na znižovanie spotreby paliva. Zapravovanie poľnohospodárskych chemikálií a priemyselných hnojív do určitej hĺbky je jedna z najdôležitejších operácií na dosahovanie vyšších úrod z akejkoľvek plodiny. Tento projekt je venovaný popisu a výsledkom merania účinnosti elektronického zariadenia DCU – 3 pre kontrolu a ovládanie pracovnej hĺbky John Deere 940-S-Tine kypriča. Automatický kontrolór hĺbky model DCU – 3 bol zhodnotený a testovaný pre jednoduché napojenie (inštalovanie), riadenie, bezpečnosť a spoľahlivosť práce. Toto elektronické zariadenie je ovládané senzormi, ktoré registrujú vzdialenosť rámu stroja od povrchu pôdy, ktorá je ukazovateľom hĺbky spracovania pôdy. Elektronický obvod zariadenia umožňuje nastavovanie tolerancie v hĺbke spracovanej pôdy. Keď sú tieto tolerancie prekročené je vyslaný signál k činnosti elektro-hydraulickému ventilu, ktorý prepustí tlakový olej do hydraulického valca a tak stroj vyhlbi alebo zahĺbi podľa potreby. Výsledky merania hĺbky tohto zariadenia s kontrolórom a bez kontrolóra sú uvedené v tab. I a na dvoch grafoch. Schopnosť automatického kontrolóra hĺbky na udržovanie stálej pracovnej hĺbky bola dobrá. Kyprič s kontrolórom hĺbky udržiaval stálu pracovnú hĺbku v rozmanitých poľných podmienkach pri rôznej pracovnej rýchlosti traktora, ako kyprič pôdy bez kontrolóra. Priemerná pracovná hĺbka sa výrazne nezmenila pri rôznej tvrdosti, pôdy keď kyprič bol použitý s kontrolórom. Ale bez kontrolóra nastala veľká zmena v priemernej pracovnej hĺbke, ktorá sa pohybovala od 98 do 129 mm. Kalibrovanie tohto zariadenia bolo relatívne jednoduché a nepotrebovalo viac ako 15 min. Toto zariadenie je považované za veľmi vhodné pre použitie s postrekovačom John Deere 250, kde viditeľnosti kypriča bránila nádrž postrekovača. V poliach, ktoré boli pokryté rastlinnými zvyškami a hrudami, kontrolór zaregistroval tieto zmeny veľmi citlivo. V mokrych podmienkach sa pôda zhromažďila na kopírovacom kolese, čo malo vplyv na zmenu hĺbky. Toto zariadenie bolo bezpečné ako na poli, tak i na cestách. Pri použití vyspelej technológie sa doporučuje zvýšiť úsilie výskumných inštitúcií a priemyslu na výskum kontrolovania pracovnej hĺbky strojov v poľnohospodárstve.

kontrolór hĺbky; aplikácia priemyselných hnojív a chemikálií; hĺbka siatia; ovládanie pracovnej hĺbky

---

*Author's address:*

M. Nabii R i f a i Ph. D., associate Professor, Nova Scotia Agricultural College, Department of Agricultural Engineering, Truro, Nova Scotia, Canada

---

# HODNOTENIE KVALITY VÝMLATU ŠOŠOVICE PRI PRIAMOM ZBERE

J. Jech, I. Ghanwi, S. Sosnowski

JECH, J. – GHANWI, I. – SOSNOWSKI, S. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra; Stredné odborné učilište poľnohospodárske, Zemianske Sady; Akademia Rolnicza, Rzeszów): *Hodnotenie kvality výmlatu šošovice pri priamom zbere. Zeměd. Techn.*, 37, 1991 (7): 397 – 406.

Práca je zameraná na výmlat šošovice obilným kombajnom E-512 a Bizon rekord Z-058 pri rôznych obvodových rýchlostiach mláčiaceho bubna (11 až 21,5 m.s<sup>-1</sup>), pracovnej medzere (20/9 až 10/5 mm/mm) a rozdielnej vlhkosti mlátenej šošovice (20,4 % až 13,5 %). Boli sledované tieto parametre kvality práce: nedomlat, poškodenie semien, straty za mláčačkou kombajnu. Výsledky potvrdili, že obilné kombajny sú vhodné pre výmlat šošovice.

šošovica; výmlat; obilný kombajn; poškodenie semien; nedomlat; straty

Pri pestovaní šošovice sa stáva vážnym problémom kvalitný zber. Šošovicu pestujeme na konzum a na osivo. Poškodené semená výmlatom sa dostávajú do odpadu čo výrazne znižuje produkciu, ako aj jej efektívnosť pestovania.

V ČSFR zbierame šošovicu obilnými kombajnmi. Často sa v tomto smere vedú odborné diskusie, do akej miery obilný kombajn vyhovuje, či treba alebo netreba urobiť konštrukčné zmeny mechanizmov, alebo či nestačí urobiť iba zmenu pracovných režimov. Treba poznamenať, že zber šošovice sa tiež robí špeciálnymi jednoúčelovými strojmi firmy AGRICO MACHINERY LTD. iba deleným zberom a v ČSFR zatiaľ nie veľmi úspešne.

Z uvedených príčin sme vykonali prevádzkové merania kvality práce mláčačky obilného kombajnu.

V našej práci nechceme hodnotiť spôsob zberu, ale iba kvalitu výmlatu, t.j. poškodenie semien, nedomlat a straty za mláčačkou. Nehodnotíme kvalitu práce mechanizmov žacieho stola.

Cieľom práce bolo overiť funkčnú a technologickú spôsobilosť mláčačky kombajnu E-512 a Bizon Rekord Z-058 pri priamom zbere desikovaného porastu šošovice za účelom sledovania kvality práce (nedomlat, poškodenie semien, straty).

## MATERIÁL A METÓDY

### Sledovanie kvality práce

Kvalitu práce mláčačky kombajnu E-512 a Bizon Rekord Z-058 sme sledovali v závislosti od zmeny:

- obvodovej rýchlosti mláčiaceho bubna v rozsahu 11 až 21,5 m.s<sup>-1</sup>
- pracovnej medzery v rozsahu 10/5; 15/7; 16/3; 18/5; 20/7 a 20/9 mm/mm
- podielu vlhkosti mlátenej hmoty šošovice v rozsahu 13,5 až 20,4 %.

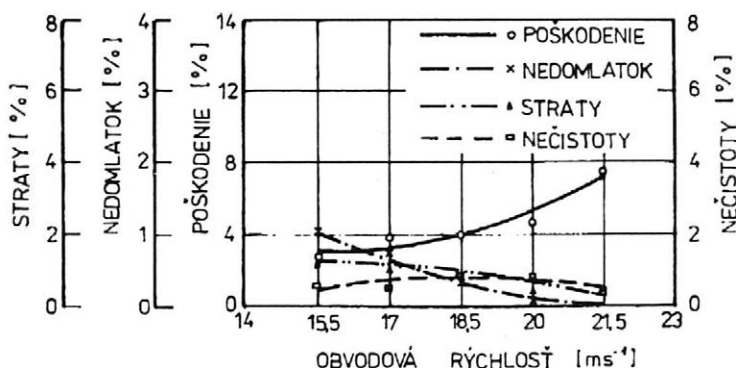
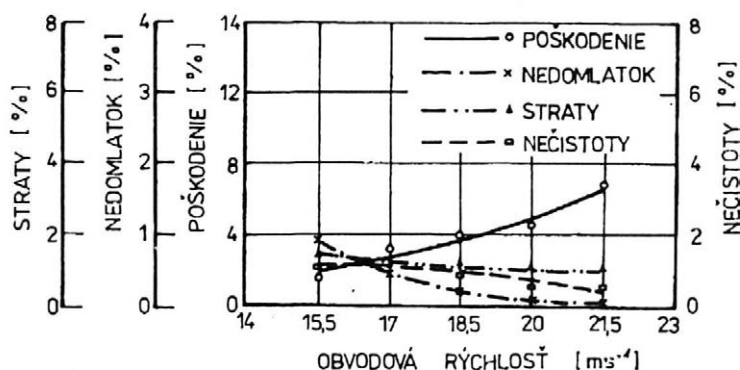
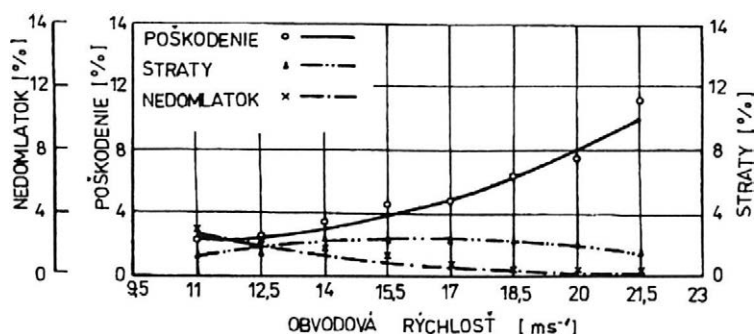
Pre uvedené kombinácie meraní priechodnosť mláčačky kombajnu bola stála  $g = 0,86 - 0,90 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Kvalitu práce sme hodnotili určením:

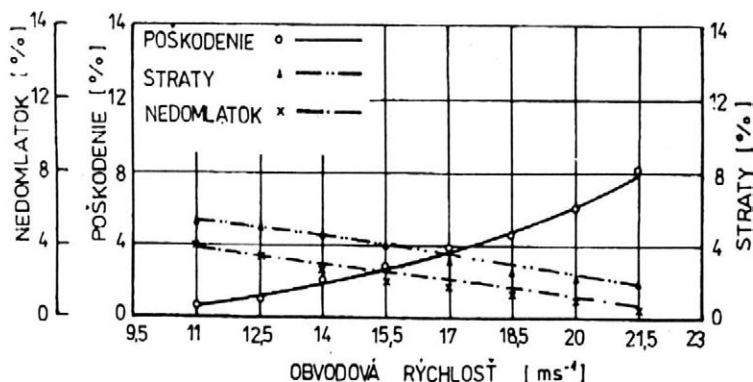
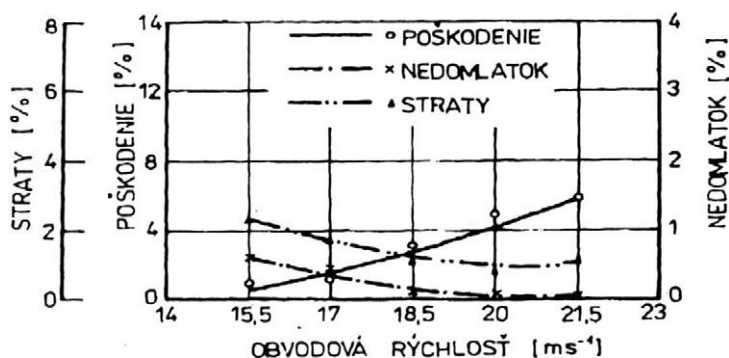
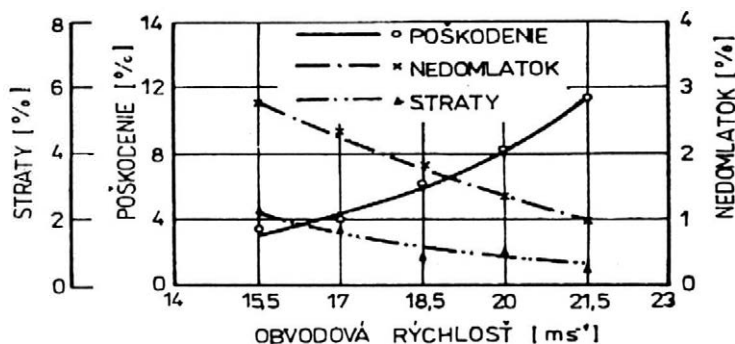
- makropoškodených semien
- nedomlatu
- straty vymlátených semien v plevách a v slame
- čistoty semien v zásobníku.

Odber vzoriek sme robili na úseku 20 m vždy po zaplnení mláčačky kombajnu. Z odmeraného času na prejazd na sledovanom úseku a zo sumy zachytenej hmoty (slamy, plev a semien) sme určili priechodnosť.

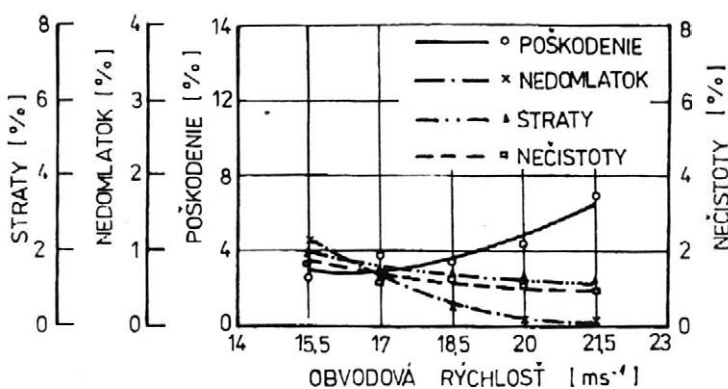
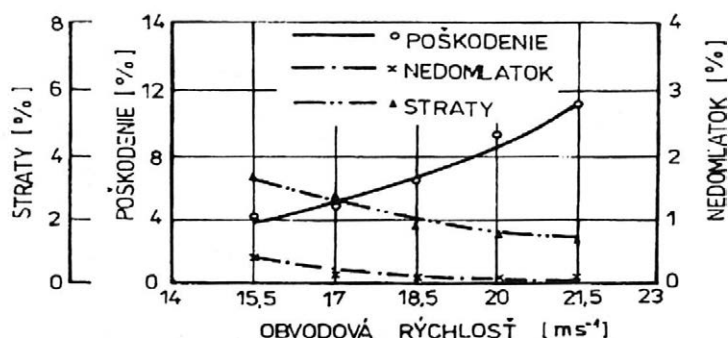
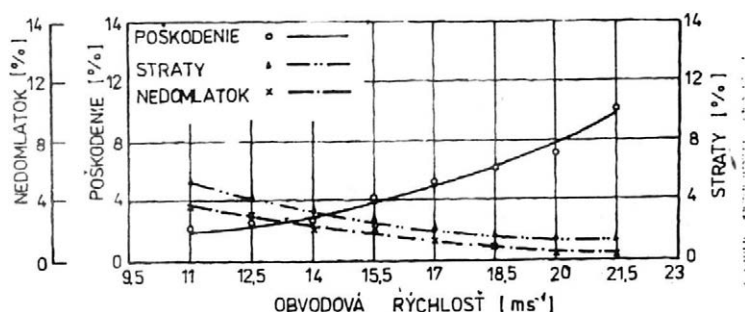
Pre každú volenú kombináciu meraní sme robili tri opakovania.



1. Závislosť nedomlatu, poškodenia semien, nečistot v zásobníku a strát semien za mláťačkou kombajnu Bizon Super Z-058 na obvodej rýchlosti mlátiaceho bubna pri stálnej vlhkosti mlátenej šošovice  $W = 18,3\%$ , pracovnej rýchlosti kombajnu  $V_p = 0,72-0,74 \text{ m.s}^{-1}$  a stálnej priechodnosti  $q = 0,86-0,90 \text{ kg.s}^{-1}$ ; zmena pracovnej medzery: a -  $m_1 = 20/7 \text{ mm/mm}$ , b -  $m_2 = 18/5 \text{ mm/mm}$ , c -  $m_3 = 16/3 \text{ mm/mm}$  - A relationship between the amount of unthreshed lentils, seed damage, impurities in the grain tank and seed loss in the threshing mechanism of a Bizon Super Z-058 combine, and the circumferential velocity of threshing concave at a constant moisture content of threshed lentil  $W = 18,3\%$ , speed of combine operation  $V_p = 0,72-0,74 \text{ m per s}$  and constant throughput  $q = 0,86-0,90 \text{ kg per s}$ ; variants of clearance: a -  $m_1 = 20/7 \text{ mm/mm}$ , b -  $m_2 = 18/5 \text{ mm/mm}$ , c -  $m_3 = 16/3 \text{ mm/mm}$



2. Závislosť nedomlatu, poškodenia a strát semien za mláčačkou kombajnu Bizon Super Z-058 na obvodevej rýchlosti mlátiaceho bubna pri stálej pracovnej medzere  $m = 18/5 \text{ mm/mm}$ , pracovnej rýchlosti kombajnu  $V_p = 0.72-0.74 \text{ m.s}^{-1}$  a stálej priechodnosti  $q = 0.86 - 0.90 \text{ kg.s}^{-1}$ ; zmena vlhkosti mlátenej šošovice: a -  $W_1 = 20.4\%$ , b -  $W_2 = 15.9\%$ , c -  $W_3 = 13.5\%$  - A relationship between the amount of unthreshed lentils, seed damage and loss in the threshing mechanism of a Bizon Super Z-058 combine, and the circumferential velocity of threshing concave at a constant clearance  $m = 18/5 \text{ mm/mm}$ , speed of combine operation  $V_p = 0.72-0.74 \text{ m per s}$  and constant throughput  $q = 0.86 - 0.90 \text{ kg per s}$ ; variants of lentil moisture content: a -  $W_1 = 20.4\%$ , b -  $W_2 = 15.9\%$ , c -  $W_3 = 13.5\%$



3. Závislosť nedomlatu, poškodenia semien, nečistot v zásobníku a strát semien za mlátačkou kombajnu E-512 na obvodovej rýchlosti mlátiaceho púbu pri stálnej vlhkosti mlátenej šošovice  $W = 18,3\%$ , pracovnej rýchlosti kombajnu  $V_p = 0,69-0,73 \text{ m.s}^{-1}$  a stáljej priechodnosti  $q = 0,86-0,90 \text{ kg.s}^{-1}$ ; zmena pracovnej medzery: a -  $m_1 = 20,9 \text{ mm/mm}$ , b -  $m_2 = 15/7 \text{ mm/mm}$ , c -  $m_3 = 10/5 \text{ mm/mm}$  - A relationship between the amount of unthreshed lentils, seed damage, impurities in the grain tank and seed loss in the threshing mechanism of an E-512 combine, and the circumferential velocity of threshing concave at a constant moisture content of threshed lentil  $W = 18.3\%$ , speed of combine operation  $V_p = 0.69-0.73 \text{ m per s}$  and constant throughput  $q = 0.86-0.90 \text{ kg per s}$ ; variants of clearance: a -  $m_1 = 20.9 \text{ mm/mm}$ , b -  $m_2 = 15/7 \text{ mm/mm}$ , c -  $m_3 = 10/5 \text{ mm/mm}$

I. Štatistické údaje pre kombajn Bizon Rekord Z-058 (obr. 1) – Statistical data on a Bizon Rekord Z-058 combine (Fig. 1)

| Sledovaný parameter | Hodnoty pre krivky <sup>o</sup> na obrázku | Funkcia                   | Regresné koeficienty |                |                | Index korelácie |
|---------------------|--------------------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
|                     |                                            |                           | A <sub>1</sub>       | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |                 |
| Poškodenie          | 1a                                         | $Y = A_1 + A_2x + A_3x^2$ | 41,03                | -4,67          | 0,14           | 0,96            |
| Straty              |                                            |                           | 7,68                 | -0,54          | 0,011          | 0,98            |
| Nečistoty           |                                            |                           | 11,83                | -1,01          | 0,02           | 0,95            |
| Nedomlatok          |                                            |                           | 14,99                | -1,41          | 0,033          | 0,98            |
| Poškodenie          | 1b                                         |                           | 9,18                 | -1,35          | 0,057          | 0,98            |
| Straty              |                                            |                           | 5,06                 | -0,32          | 0,006          | 0,97            |
| Nečistoty           |                                            |                           | -2,88                | 0,55           | -0,01          | 0,92            |
| Nedomlatok          |                                            |                           | 10,08                | -0,94          | 0,022          | 0,99            |
| Poškodenie          | 1c                                         |                           | 35,12                | -4,03          | 0,127          | 0,96            |
| Straty              |                                            |                           | -5,23                | 0,86           | -0,02          | 0,98            |
| Nečistoty           |                                            |                           | -11,04               | 1,28           | -0,034         | 0,71            |
| Nedomlatok          |                                            |                           | 10,56                | -0,93          | 0,02           | 0,98            |

II. Štatistické údaje pre kombajn Bizon Rekord Z-058 (obr. 2) – Statistical data on a Bizon Rekord Z-058 (Fig. 2)

| Sledovaný parameter | Hodnoty pre krivky na obrázku | Funkcia                   | Regresné koeficienty |                |                | Index korelácie |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
|                     |                               |                           | A <sub>1</sub>       | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |                 |
| Poškodenie          | 2a                            | $Y = A_1 + A_2x + A_3x^2$ | 33,13                | -4,28          | 0,15           | 0,99            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 9,42                 | -0,528         | 0,006          | 0,99            |
| Straty              |                               |                           | 35,1                 | -3,44          | 0,08           | 0,85            |
| Poškodenie          | 2b                            |                           | -3,62                | -0,11          | 0,025          | 0,97            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 9,0                  | -0,86          | 0,02           | 0,98            |
| Straty              |                               |                           | 24,24                | -2,27          | 0,05           | 0,95            |
| Poškodenie          | 2c                            |                           | 26,58                | -3,37          | 0,123          | 0,99            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 8,03                 | -0,81          | 0,02           | 0,96            |
| Straty              |                               |                           | 25,01                | -2,15          | 0,049          | 0,98            |

Rozborom odobratých vzoriek sme stanovili nedomlat, poškodenie semien a straty, ktoré sme vyjadrili v percentách z úrody.

Za makropoškodené semená sme považovali:

- cele semená s viditeľným poškodením voľným okom
- polovičky semien
- úlomky semien.

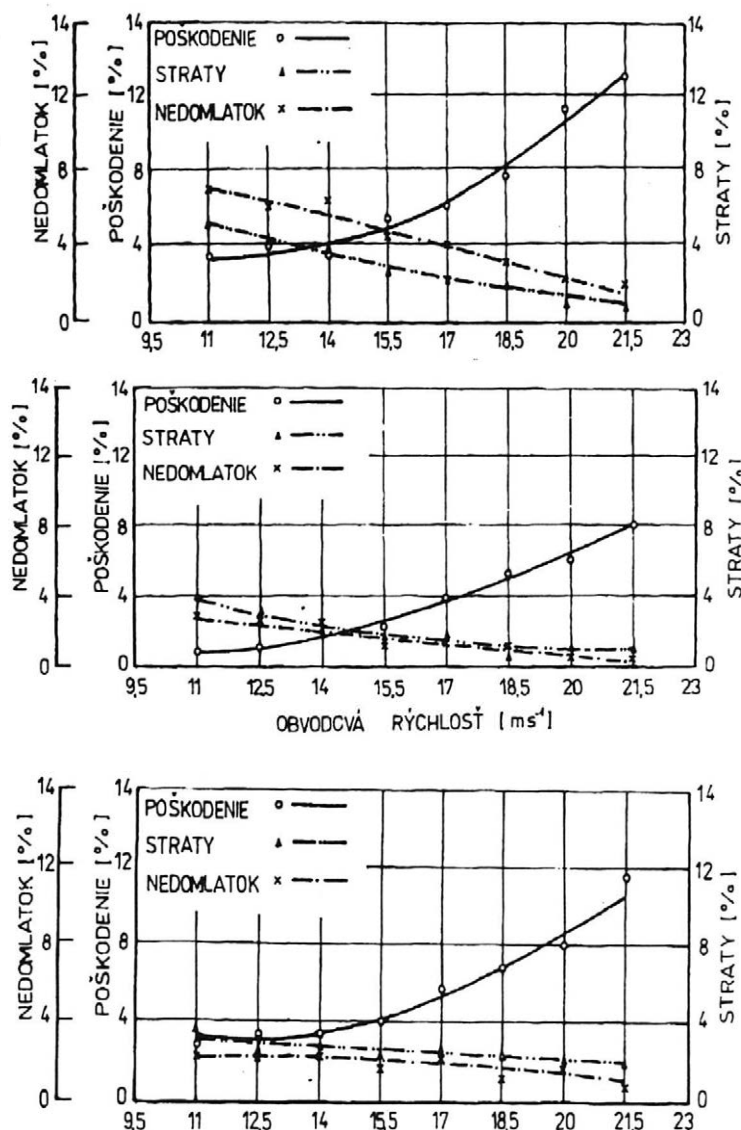
Čistotu semien v zásobníku sme určili podľa ČSN 461050.

### Použitý stroje

Pri zbere bol použitý neupravený obilný kombajn Bizon Rekord Z-068 a upravený obilný kombajn E-512.

Úprava kombajnu E-512 spočívala v montáži reduktora otáčok na mlátiaci bubon, vo výmene plochého sita za sito o priemere otvorov 8 mm a nastavenie otáčok ventilátora na 500 min<sup>-1</sup>. Čistidlo kombajnu Bizon Rekord Z-058 malo tie isté hodnoty (sito Ø 8 mm,  $n_o = 500 \text{ min}^{-1}$ ).

Rozdiel vo voľbe pracovného režimu medzi kombajnami bol v otáčkach mlátiacieho bubna kombajnu Bizon Rekord Z-058, pretože nemá reduktor, v dôsledku čoho najnižšia obvodová rýchlosť mlátiacieho bubna bola 15,5 m.s<sup>-1</sup>, pričom E-512 s reduktorom dosahoval 11,0 m.s<sup>-1</sup>.



4. Závislosť nedomlatu, poškodenia a strát semien za mláťačkou kombajnu E-512 na obvodovej rýchlosti mlátiaceho bŕna pri stálej pracovnej medzere  $m = 15/7 \text{ mm/mm}$ , pracovnej rýchlosti kombajnu  $V_p = 0,69-0,73 \text{ m.s}^{-1}$  a stálej priechodnosti  $q = 0,86-0,9 \text{ kg.s}^{-1}$ ; zmena vlhkosti mlátenej šošovice: a -  $W_1 = 20,4\%$ , b -  $W_2 = 15,9\%$ , c -  $W_3 = 14,5\%$  - A relationship between the amount of unthreshed lentils, seed damage and loss in the threshing mechanism of an E-512 combine, and the circumferential velocity of threshing concave at a constant clearance  $m = 15/7 \text{ mm/mm}$ , speed of combine operation  $V_p = 0,69-0,73 \text{ m per s}$  and constant throughput  $q = 0,86-0,9 \text{ per s}$ ; variants of lentil moisture content: a -  $W_1 = 20,4\%$ , b -  $W_2 = 15,9\%$ , c -  $W_3 = 14,5\%$

III. Štatistické údaje pre kombajn E-512 (obr. 3) - Statistical data on an E-512 combine (Fig. 3)

| Sledovaný parameter | Hodnoty pre krivky na obrázku | Funkcia                   | Regresné koeficienty |                |                | Index korelácie |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
|                     |                               |                           | A <sub>1</sub>       | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |                 |
| Poškodenie          | 3b                            | $Y = A_1 + A_2x + A_3x^2$ | 8,18                 | -1,22          | 0,06           | 0,99            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 7,64                 | -0,409         | 0,002          | 0,97            |
| Straty              |                               |                           | 16,23                | -1,28          | 0,02           | 0,98            |
| Poškodenie          | 3a                            |                           | 3,45                 | -0,73          | 0,04           | 0,94            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 7,8                  | -0,42          | 0,004          | 0,49            |
| Straty              |                               |                           | 8,39                 | -0,24          | -0,002         | 0,99            |
| Poškodenie          | 3c                            |                           | 11,16                | -1,56          | 0,07           | 0,97            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 8,93                 | -0,73          | 0,014          | 0,98            |
| Straty              |                               |                           | -5,0                 | 0,87           | -0,02          | 0,94            |

IV. Štatistické údaje pre kombajn E-512 (obr. 4) - Statistical data on an E-512 combine (Fig. 4)

| Sledovaný parameter | Hodnoty pre krivky na obrázku | Funkcia                   | Regresné koeficienty |                |                | Index korelácie |
|---------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------|----------------|----------------|-----------------|
|                     |                               |                           | A <sub>1</sub>       | A <sub>2</sub> | A <sub>3</sub> |                 |
| Poškodenie          | 4a                            | $Y = A_1 + A_2x + A_3x^2$ | 17,09                | -0,34          | 0,1            | 0,99            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 12,77                | -0,48          | -0,0015        | 0,98            |
| Straty              |                               |                           | 12,12                | -0,74          | 0,01           | 0,98            |
| Poškodenie          | 4b                            |                           | 4,87                 | -0,9           | 0,04           | 0,98            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 6,42                 | -0,34          | 0,002          | 0,96            |
| Straty              |                               |                           | 13,8                 | -1,22          | 0,029          | 0,97            |
| Poškodenie          | 4c                            |                           | 8,52                 | -1,26          | 0,06           | 0,98            |
| Nedomlatok          |                               |                           | 2,32                 | 0,074          | -0,003         | 0,87            |
| Straty              |                               |                           | 5,5                  | -0,24          | 0,003          | 0,85            |

Ďalej každý kombajn pracoval na rozdielnych medzerách medzi mláčacím košom a bubnom, pretože regulačný systém pracovnej medzery pre každý kombajn bol iný. Kombajn Bizon Rekord Z-058 pracoval na týchto pracovných medzerách  $m = 20/7, 18/5, 16/3$  mm/mm. Kombajn E-512 mal tieto pracovné medzery  $m = 20/9, 15/7, 10/5$  mm/mm.

#### Stav porastu

Pre zber bol použitý desikovaný porast šošovice odrody Lenka. Hmotnosť porastu sa pohybovala od  $0,32 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  do  $0,58 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Vlhkosť porastu pri zbere sme zvolili od 13,5 % do 20,4 %. Zaburinenie porastu bolo 0,02 až  $0,05 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ . Porast bol mierne poľahnutý.

#### VÝSLEDKY

##### Sledovanie kvality výmlatu obilných kombajnov Bizon Rekord Z-058 a E-512

Kvalitu práce uvedených kombajnov sme sledovali v tom istom poraste a v rovnakom čase. Kombajny pracovali za sebou. Použitie pracovné režimy sú zrejmé z obr. 1 až 4. Vlhkosť porastu pri výmlate bola 20,4; 18,3; 15,9; 14,5 a 13,5 %. Otáčky ventilátora

boli  $500 \text{ min}^{-1}$ . Pracovná rýchlosť bola  $0,69 - 0,74 \text{ m.s}^{-1}$ . Pri tejto pracovnej rýchlosti priechodnosť kombajnu sa pohybovala podľa hustoty porastu od  $0,86$  do  $0,9 \text{ kg.s}^{-1}$ .

Výsledky meraní sú štatisticky spracované a zobrazené na obr. 1 až 4. Každý bod zobrazený na obr. 1 až 4 predstavuje priemer z troch meraní.

Namerané hodnoty sledovaných závislostí boli aproximované podľa rovnice:

$$Y = A_1 + A_2 \cdot x + A_3 \cdot x^2$$

Štatistické údaje k jednotlivým krivkám na obr. 1 – 4 sú uvedené v tab. I až IV.

Prezentované výsledky na obr. 1 až 4 potvrdili všeobecne platné charakteristiky kvality práce mlátiaceho mechanizmu, ktoré sú známe pre výmlat obilnín. Hodnoty poškodenia a nedomlatu sú vyššie ako pri výmlate obilnín.

Obvodová rýchlosť výrazne ovplyvňuje nedomlat a poškodenie semien (obr. 1 – 4). S klesajúcou vlhkosťou mlátenej hmoty klesá nedomlat. Poškodenie klesá do vlhkosti  $15,9 \%$ . Pri nízkej vlhkosti  $13,5 \%$  opäť poškodenie narastá. Semená šošovice pri vlhkosti  $15 - 18 \%$  v laboratórnych podmienkach vykazovali najväčšiu pevnosť, čo sa potvrdilo aj v prevádzkových podmienkach pri výmlate šošovice.

Vplyv pracovnej medzery na kvalitu výmlatu je menej výrazný ako vplyv obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna (obr. 1 – 4).

Problémom pri výmlate šošovice sa ukazujú byť straty semien v slame a v plevách. Tieto straty svojím charakterom sú spôsobené na  $60 - 70 \%$  vymlátenými semenami v slame, v plevách, čo sa výrazne mení s narastajúcou vlhkosťou mlátenej hmoty. Oddeľovanie semien šošovice zo slamy alebo plev je sťažené nízkou preosievacou schopnosťou mlátenej hmoty, ktorú zapríčiňuje do značnej miery tvar a vlhkosť listu pri výmlate (J e c h, 1991).

Stav porastu a uvedené straty pri výmlate nedovoľovali výraznejšie zvýšiť priechodnosť kombajnu.

Treba zdôrazniť, že z hľadiska druhu poškodenia semien sa v priemere najviac,  $36,8 \%$  vyskytovali úlomky (úlomky kľúčnych listov a polovičky semien), potom prasknutie osemenia  $26,1 \%$  a poškodenie kľúčnych listov  $7,6 \%$ . Uvedené hodnoty sú priemerné a platia pre vlhkosť šošovice do  $20,5 \%$ .

## DISKUSIA

Z porovnania kvality výmlatu kombajnov E – 512 a Bizon Rekord T-058 vyplýva, že obilný kombajn Bizon Rekord menej poškodzuje semená šošovice ako kombajn E – 512.

Í keď se nedá bezprostredne porovnávať kvalita práce týchto kombajnov, pretože sme nemohli nastaviť tie isté parametre na oboch typoch, napriek tomu môžeme konštatovať, že kombajn Bizon Rekord Z-058 pri tej istej obvodovej rýchlosti mlátiaceho bubna menej poškodzoval semená šošovice, a to z dvoch dôvodov:

- rozdielny technický stav (Bizon rekord Z-058, rok výroby 1986 a E – 512 rok výroby 1980);
- kombajn Bizon rekord Z-058 má menší uhol opásania mlátiaceho koša.

Pre výmlat šošovice musí byť vlhkosť porastu vyrovnaná a menšia ako  $20 \%$ . Pri výmlate šošovice nad uvedenú hranicu vzniká nežiadúci nedomlat a zvyšujú sa straty vymlátených a nevymlátených semien v slame a v plevách.

Tento nepriaznivý vplyv vlhkosti na straty a nedomlat sa veľmi výrazne prejavil aj pri výmlate šošovice špeciálnym kombajnom firmy AGRICO MACHINERY LTD (axiálny závitovicovo-lopátkový mlátiaci mechanizmus), ktorý veľmi kvalitne pracoval do priemernej vlhkosti mlátenej hmoty šošovice  $15 \%$ . Pri prekročení tejto vlhkosti začali výrazne narastať straty vymlátených semien šošovice v slame a pri vlhkosti nad  $20 \%$  začali pribúdať aj straty nevymlátených semien v slame. Celkové straty za týmto kombajnom podľa vlhkosti mlátenej šošovice sa pohybovali od  $1,5$  do  $15 \%$ , prípadne i vyššie.

Znížená separačná schopnosť semien zo slamy a plev neumožňuje využiť plnú priechodnosť obilných kombajnov.

Výkonnosť kombajnu závisí od priemernej vlhkosti mlátenej hmoty šošovice a je obmedzená stratami za kombajnom, ktoré s rastúcou vlhkosťou narastajú, v dôsledku čoho musíme znížiť výkonnosť kombajnu.

Dosiahnuté výsledky dokazujú, že je možné využívať obilné kombajny pre výmlat šošovice pri dodržaní podmienok vyslovených v závere tejto práce. Pre lepšiu prácu mláťacieho mechanizmu je potrebný reduktor otáčok na mláťací bubon.

Ako potvrdili dosiahnuté výsledky, dobrý technický stav kombajnu priaznivo vplyva na kvalitu výmlatu.

## ZÁVER

Z výsledkov vyplýva, že nie je zásadný rozdiel v kvalite výmlatu kombajnu E – 512 a Bizon rekord Z-058.

Rozdiely, ktoré sú vo výsledkoch, zodpovedajú konštrukcii a technickému stavu uvedených kombajnov.

Pre výmlat šošovice navrhujeme používať obvodovú rýchlosť mláťacieho bubna na hranici  $14 \text{ m.s}^{-1}$ . Obvodovú rýchlosť treba meniť podľa vlhkosti mlátenej šošovice. Vhodná vlhkosť šošovice na výmlat je 14 – 18 %. Najlepšie výsledky boli dosiahnuté pri vlhkosti 15,9 %.

Pracovná medzera by mala byť 15/7 až 18/7 mm/mm, aby sme dosiahli najlepší výmlat a nízke poškodenie.

Otáčky ventilátora by mali byť v rozpätí 400, maximálne  $500 \text{ min}^{-1}$ , ktoré závisia od veľkosti semien.

Žaluziové sito treba nastaviť na 6 - 8 mm, ploché sito vymeniť s otvormi  $\varnothing 6 - 8 \text{ mm}$ .

Uvedené údaje platia pre výmlat šošovice odrody Lenka.

Za mláťacím mechanizmom na vytriasadle doporučujeme zásadne používať gumové clony.

Dosiahnuté výsledky potvrdili, že obilný kombajn je schopný mlátiť šošovicu pri vhodne zvolenom spôsobe zberu a pracovných režimoch na vyhovujúcej úrovni kvality práce.

## Literatúra

JECH, J. – PONIČAN, – J. RATAJ, V.: Zber a výmlat strukovín. [Záverečná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1980.

JECH, J. – RATAJ, V.: Zber a výmlat šošovice na JRD ČSKP Bojničky. [Priebežná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1982.

JECH, J. – GHANWI, I.: Zmena vlhkosti porastu šošovice v čase dozrievania a jej vplyv na kvalitu zberu. *Scientia Agric. bohemoslov.*, 23, 1991, č. 2

MALÉŘ, J.: Met. Závad. Výsl. Výsk. Praxe, 1975.

Došlo dňa 13. 6. 1990

JECH, J. – GHANWI, I. – SOSNOWSKI, S. (University of Agriculture, Nitra; Secondary Trades Training Centre of Agriculture, Zemianske Sady, CSFR; University of Agriculture, Rzeszów, Poland): *Evaluation of the quality of lentil threshing at direct harvesting*. *Zeměd. Techn.*, 37, 1991 (7): 397 – 406.

In the present paper lentil threshing is discussed in cereal combines E-512 and Bizon Rekord; different circumferential velocities of threshing concave (11 to 21.5 m per s), clearance (20/9 to 10/5 mm/mm) and different moisture contents of threshed lentil (20.4 % to 13.5 %) were investigated. The parameters of operation quality under study: unthreshed lentils, seed damage, loss in the combine threshing mechanism. The results presented in Figs. 1 to 4 confirmed the generally known characteristics of the quality of threshing mechanism operation which apply to cereal threshing. Seed damage and the amount of unthreshed lentils are higher than in the process of cereal threshing. The circumferential velocity is closely related to the amount of unthreshed lentils and to seed damage (Figs. 1 to 4). The amount of unthreshed lentils diminishes with the decreasing moisture content of threshed material. Seed damage decreases to the moisture content of 15.9 %. If the moisture content is low (13.5 %), the value of seed damage begins to increase. In laboratory conditions the lentil seeds with the moisture content of 15 to 18 % had the highest strength during strength tests; this was also confirmed in the course of lentil threshing in field conditions. The effect of clearance on threshing quality is smaller than the effect of the circumferential velocity of threshing concave (Figs. 1 to 4). Seed loss amidst leafy stalks and husks is a great problem in lentil threshing. This loss is due to 60 to 70 % of threshed seeds remaining amidst leafy stalks and husks, and it largely varies with the increasing moisture content of threshed material. Lentil seed separation from amidst leafy stalks or husks is difficult due to the

low screening ability of leafy stalks which greatly decreases with the increasing moisture content (J e c h, 1991). As to the sort of seed damage, of the total amount of damaged seed there is the highest quantity of bisected fractions and small fractions (36.8 %), then broken seed coats (26.1 %) and damaged sprouts (7.6 %). The above-mentioned values are averages and they are valid for the lentil seed moisture content up to 20.5 %. It is recommended to use for lentil threshing the circumferential velocity of threshing concave at the limit of 14 m per s. The velocity must vary with the moisture content of threshed material. The best results were achieved at the moisture content of 15.9 %. The clearance should be 15/7 to 18/5 mm/mm to provide for optimum threshing and low damage. The fan speed should range from 400 to maximally 500 rpm, in dependence on seed size. The frog-mouth sieve should be set to 6 to 8 mm, shoe sieve should be replaced by a sieve with holes  $\varnothing$  6–8 mm. The combine throughput depends on the average moisture content of lentil and it is also limited by the loss behind the combine which grows with the increasing moisture content, and this is the reason why the combine throughput must be lowered. The results show that it is possible to use cereal combines for lentil threshing.

lentil; threshing; loss

---

*Adresy autorov:*

Prof. ing. Ján J e c h, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 76 Nitra  
Ing. Ibrahim G h a n w i, CSc., Stredné odborné učilište poľnohospodárske, 925 54 Zemianske Sady  
Dr. ing. Stanisław S o s n o w s k i, Akademia Rolnicza w Krakowie, Filia w Rzeszowie, ul. Cwiklińskiej 2, Rzeszów, Polsko

---

## KONDUKTOMETRICKÁ MĚŘENÍ ZEMĚDĚLSKÝCH MATERIÁLŮ

V současné době se uvádí i v zahraniční literatuře řada pojmů ne vždy jednoznačně definovaných. Proto předložená práce odpovídá na některé problematické otázky při využití automatických prvků v řídicích a diagnostických systémech založených na konduktivitě mléka. Uvedené výsledky měření zdůvodňují metodu srovnávání konduktivity jako objektivní veličiny místo často uváděných odporů nebo vodivosti vhodnou volbou frekvence jak z pohledu senzorů, tak z pohledu působení na mléko, optimální hodnotu měřicího napětí a proudu, objasňují variabilitu „konstant“ senzorů z pohledu jejich výměny v provozech, srovnávají naměřené hodnoty s teoretickými i vypočtenými a vysvětlují příspěvky složek na konduktivitu mléka na základě prováděné dialýzy.

## MATERIÁL A METODY

Měření konduktivity bylo prováděno na maďarském konduktometru firmy Radelkis včetně dodávané skloplatinové sondy stejného výrobce.

Odpovídající rozbory mléka Laktosu v Holešovicích a z tanku ZD Velké Přílepy v Horoměřicích byly prováděny ve Výzkumném ústavu mlékárenském (dále VUM) Praha a na katedře chemie agronomické fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze.

V této práci jsme vyšli z teorie pohyblivosti iontů ve vodných roztocích při 18 °C uváděných v různých tabulkách; např. pro základní ionty mléka při intenzitě pole 1 V · cm<sup>-1</sup> vychází pro K<sup>+</sup> = 6,7 · 10<sup>-4</sup> cm · s<sup>-1</sup>, pro Na<sup>+</sup> = 4,5 · 10<sup>-4</sup> cm · s<sup>-1</sup> a pro Cl<sup>-</sup> = 6,8 · 10<sup>-4</sup> cm · s<sup>-1</sup>. Při zvýšení teploty o 1 °C vzroste pohyblivost těchto iontů asi o 2 %.

Při sledování elektrické vodivosti látek vycházíme z Ohmova zákona

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S},$$

kde:  $R$  – odpor,  
 $\rho$  – měrný odpor,  
 $l$  – vzdálenost,  
 $S$  – plocha.

Dosaďme-li vodivost  $G$  a měrnou vodivost  $\gamma$  do uvedeného vztahu, pak dostáváme

$$\gamma = G \cdot \frac{l}{S},$$

kde:  $G$  – konduktance [S] (Sjemens, v zahraniční literatuře mho,  $\Omega^{-1}$ ),  
 $\gamma$  – konduktivita [S · m<sup>-1</sup>] (v zahraničí mS · cm<sup>-1</sup> = 0,1 S · m<sup>-1</sup>).

Reciproká hodnota měrného odporu je měrná vodivost za předpokladu, že odpor  $R$  je ohmickým odporem. U střídavého proudu nelze mluvit o ohmickém odporu  $R$ , ale o zdánlivém odporu  $Z$  skládajícím se z reálné části ( $R$  je rezistance) a imaginární části ( $X$  je reaktance)

$$Z = R + jX \text{ nebo } Y = G + jB,$$

kde:  $G$  – konduktance,  
 $B$  – susceptance.

Proto nelze uvažovat o měrné vodivosti, ale o konduktivitě kapalin v případě měření střídavým proudem. Obě části, jak reálná tak imaginární, závisí na frekvenci. Měření v rozsahu 50 Hz až 1 MHz prokázalo, že příspěvek od imaginární složky je do frekvence 10<sup>5</sup> Hz malý, řádově do 2 %, a je závislý částečně na tvaru a materiálu elektrod.

S rostoucí frekvencí se rozdíl mezi impedancí a odporem snižuje stejně jako s koncentrací a napětím na sondě. Tento požadavek rostoucí frekvence, vyšší koncentrace a měřicího napětí je v rozporu s minimalizací napětí na vzorcích, aby nedocházelo k jejich ohřevu stejně jako u nízkých frekvencí vliv polarizace. S ohledem na protichůdné vlivy je nutno optimalizovat měřicí podmínky a vlivy na měřený vzorek a použitý senzor (včetně jeho čištění).

Struktura zemědělských materiálů je nehomogenní a mechanismus vedení proudu není jednoznačný. Většina těchto materiálů je kombinací vody a bezvodé složky s tím, že lze považovat bezvodou složku za vodič prvního druhu a vodu s rozpuštěnou částí bezvodé komponenty za elektrolyt, tj. vodič druhého druhu.

U vodiče prvního druhu je vedení proudu zprostředkováno převážně elektrony a odpor s teplotou roste v důsledku rostoucího počtu srážek elektronů s elementy valenční sféry (jednoznačně u kovových vodičů) a jejich střední volná dráha se zkracuje.

Přenos proudu ve vodičích druhého druhu zajišťují převážně ionty a odpor těchto látek s rostoucí teplotou klesá v důsledku zvýšení pohyblivosti iontů. Vlastnosti materiálů složených z obou komponent jsou

zjednodušeně určeny převážně jejich poměrem. Důležitou roli hraje nejen množství obsažené vody, ale také její vazba na materiál.

V různých tabulkách se uvádějí hodnoty měrných odporů látek pevných a méně měrná vodivost některých vodných roztoků (i v závislosti na hmotné koncentraci v procentech). Tyto hodnoty jsou konstantní, zatímco jak odpor  $R$ , tak vodivost  $G$  jsou různé v závislosti na měřicím zařízení a podmínkách měření.

V uvedeném vztahu  $\gamma = \frac{l}{S} \cdot G$  (nebo  $\dots = K \cdot R^{-1}$ ), kde  $K$  je konstanta tvořená tvarem, materiálem a rozměry  $l, S$  elektrod použitých senzorů. Tato konstanta je funkcí teploty i frekvence měřicího proudu.

Podíl  $l \cdot S^{-1}$  je konstantní v různých roztocích, proto se nazývá konstanta  $K$ , kterou lze také stanovit měřením vodivosti  $G_i$  v různých roztocích o tabelovaných hodnotách konduktivity  $\gamma_i$  v závislosti na koncentraci (např. NaCl, KCl)

$$\frac{l}{s} = K = \frac{\gamma_1}{G_1} = \frac{\gamma_2}{G_2} = \dots$$

Konstanta vypočtená z rozměrů nebo vodných roztoků KCl a NaCl by měla být stejná, nezávislá na tvarech a materiálech, teplotě i frekvenci, což platí jen u některých materiálů, ale neplatí u zemědělských produktů a kapalin. U klasických senzorů československých i maďarských firem s elektrodami z počerné platiny závisí tato konstanta i na okamžitém počištění, čímž se s časem odpor nebo vodivost mění až o 60 %, a tím neodpovídá naměřená hodnota hodnotě konstanty vypočtené z rozměrů.

U kapalin (šťáv nebo mléka) můžeme vypočítat tzv. teoretickou konduktivitu na základě tabelovaných hodnot ekvivalentových vodivosti  $\lambda$  NaCl, KCl, Na, K, Cl v případě velkého zředění.

$\lambda_{KCl} = 130 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2$ ; je totiž:

$$\begin{aligned} \lambda_K &= 64,5 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1} \\ \lambda_{Cl} &= 65,3 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1} \\ &= 129,8 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1}; \end{aligned}$$

$\lambda_{NaCl} = 109 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2$ ; je totiž:

$$\begin{aligned} \lambda_{Cl} &= 65,3 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1} \\ \lambda_{Na} &= 43,3 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1} \\ &= 108,6 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{ekv}^{-1}. \end{aligned}$$

Aplikujeme-li uvedené hodnoty na mléko zdravé dojnice, pak je v 1 l mléka cca 1,3 g Cl a v případě příspěvku jen od NaCl to odpovídá 2,22 g NaCl v 1 l mléka zdravé, „normální“, dojnice. Po převodu tohoto množství na moly dostaneme

$$\frac{2,22 \text{ g NaCl}}{58,46 \text{ až } 58,55 \text{ g}} = 0,0379 \text{ molů NaCl v 1 kg mléka.}$$

Protože jsou oba ionty jednomocné, odpovídá to 0,0379 gram-ekvivalentu. Je-li v 1 ml ( $= 1 \text{ cm}^3$ ) mléka  $0,0379 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{ekv}^{-1}$ , pak lze po dosazení vypočítat konduktivitu ze vztahu

$$\gamma = \lambda \cdot c = 109 \cdot 0,0379 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{g} \cdot \text{ekv}^{-1} \cdot \text{g} \cdot \text{ekv}^{-1} \cdot \text{cm}^{-3} = 4,131 \cdot 10^{-3} \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1} = 0,413 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}.$$

Vypočtená hodnota je ryze teoretická podle následující úvahy. Různé tabulky uvádějí různé složení mléka cca 0,96 g NaCl v 1 l mléka, 0,83 g KCl, celkem cca 1,792 g, ale náš vstupní předpoklad obsahu ze stanovení titrační metodou obsahu Cl, dále dle osobních sdělení mlékařských odborníků i norem jako příspěvků od NaCl, vychází na 2,22 g v 1 l mléka, tzn. značně vyšší. Titrovaná hodnota je tedy 0,13 % Cl hodnotou příspěvku od všech solí v mléce, tj. různých chloridů, fosforečnanů, citranů a oxidů celkem, podle různých zdrojů až cca 9 g v 1 l mléka (tj. 0,9 % solí).

Na vodivosti mléka se podílejí i ostatní ionty o různé pohyblivosti svým pozitivním příspěvkem, zatímco ostatní molekuly v mléku se projevují na vodivosti svým obsahem negativně, protože snižují pohyblivost iontů nebo je i „blokují“. Proto lze celkovou konduktivitu kapaliny obecně vyjádřit vztahem

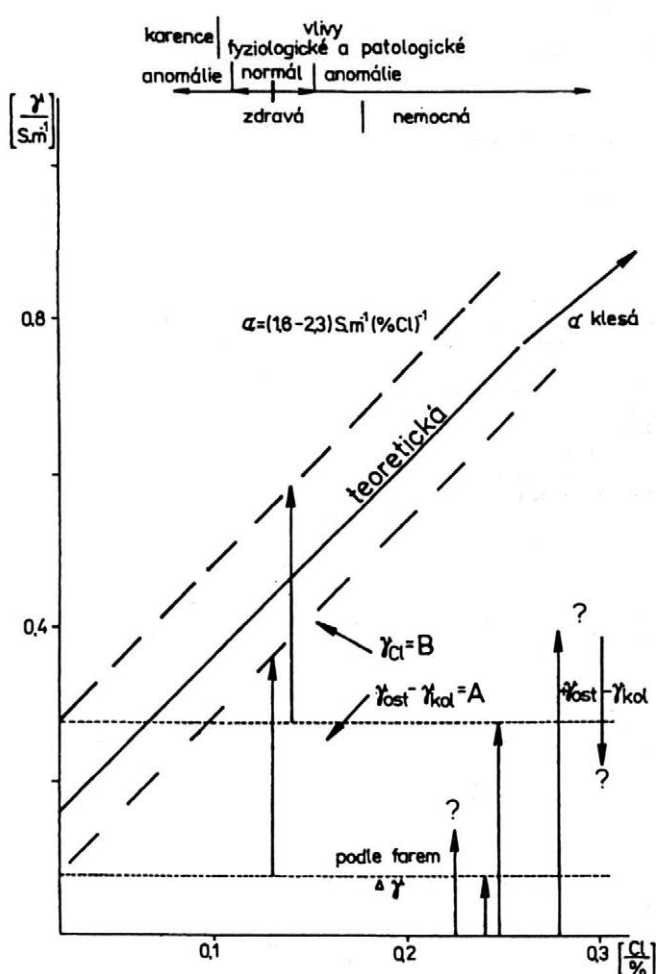
$$\gamma_{kap} = \gamma_{Cl} + \gamma_{ost} - \gamma_{mol},$$

kde u mléka půjde o pozitivní příspěvek ostatních solí a iontů a negativní příspěvek převážně koloidů.

## VÝSLEDKY

Pro vyjasnění otázky složení mléka byla prováděna opakovaná dialýza a na katedře chemie měřeny obsahy jednotlivých složek draslíku, sodíku, vápníku, fosforu, chloridů a dalších jak ve filtrátu, tak v popelu, dále jejich úbytek v mléce a přírůstek v redestilované vodě i vliv přidávaného obsahu NaCl do mléka při několikanásobné dialýze. Tím se zvýšil obsah Na pětikrát, Cl čtyřikrát, ale poklesl obsah Ca na 0,7 %, P na 0,8 % a K na 0,08 %. Obsah NaCl vzrostl postupně na 420 %, u ostatních poklesl na 49 %, s čímž se měnila konduktivita i při stejném obsahu Cl stanoveném titrační metodou.

Z původní hodnoty cca  $0,4 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$  klesla na  $0,34 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ , potom na  $0,31 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$  a nakonec dospěla hodnoty  $0,28 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ . S tím se měnila i směrnice koncentrační závislosti konduktivity ze  $3,2 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$  na  $2,3 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ . ( $\% \text{Cl}$ )<sup>-1</sup>. Celá metodika i výsledky jsou blíže popsány v práci autorů J a n á l a M a r e k (1986).



1. Změna konduktivity v závislosti na obsahu Cl a ostatních složkách

Pokus dokumentoval změnu konduktivity v závislosti na rozdílném složení mléka před a po dialýze. Při stejném obsahu Cl je příspěvek  $\gamma_{Cl}$  sice stejný, příspěvek od  $\text{Na}$   $\gamma_{Na}$  se podstatně zvýšil, příspěvek od ostatních iontů  $\gamma_{ost}$  silně poklesl a vliv ostatních molekul po dialýze téměř vymizel ( $\gamma_{kol}$ ). Obsah NaCl byl po dialýze 4,2krát vyšší při poklesu ostatních složek na méně než polovinu.

Graficky lze tyto jednotlivé příspěvky vyjádřit v závislosti na obsahu Cl v procentech na základě měření několika tisíc vzorků se stanovením obsahu Cl titrační metodou (obr. 1).

Měření různých upravených vzorků mléka ve VÚM bylo shrnuto do práce autorů Janáček, Podhorský (1978).

## DISKUSE

Příspěvek A na uvedeném grafu je dán farmou, ročním obdobím, přírodou, klimatem, stavbou, technologií i celou technikou apod., tedy zcela objektivními, danými podmínkami, do kterých jsou dojnice i člověk zasazeni. Z nich plyne do jisté míry obsah ostatních složek iontů v mléce a kolísá jen nepatrně v průběhu roku i u rozdílných farem. Tomu odpovídající konduktivity kolísá v rozsahu hodnot 0,080 až 0,280  $\text{S.m}^{-1}$ .

Příspěvek B je dán složením mléka v závislosti na individualitě dojnice v daných podmínkách, tedy plemenu, jejím fyziologickým i patologickým stavu a celé péči o dojnici, jako je čistota, stres, větrání a další. Projevuje se poměrně rychlou změnou obsahu iontů a tím i změnou obsahu Cl v rozsahu 0,8 až 1,3 g v l mléka, což se projeví i odpovídající změnou konduktivity mléka.

Vezmeme-li teoretickou hodnotu pro mléko zdravé dojnice o obsahu Cl rovném 0,13 % a konduktivitě (při teplotě 20 °C) rovné 0,415 S.m<sup>-1</sup>, pak většinou v praxi naměříme vyšší hodnotu, cca 0,45 S.m<sup>-1</sup>, a jednotlivé příspěvky budou

|                          |                        |              |            |
|--------------------------|------------------------|--------------|------------|
| +0,415 S.m <sup>-1</sup> | od chloridových iontů, | tj. +92,22 % | 106,66 % B |
| +0,065 S.m <sup>-1</sup> | od ostatních iontů,    | tj. +14,44 % |            |
| -0,030 S.m <sup>-1</sup> | od ostatních molekul,  | tj. -6,67 %  |            |
| <hr/>                    |                        |              |            |
| 0.450 S.m <sup>-1</sup>  |                        |              | 7,77 % A   |

Měření na syrovátce prokázala vzrůst příspěvku od ostatních solí a kaseinové složky. Při opakovaných pokusech s denaturovanými bílkovinami se ukázalo, že tyto nesnižují konduktivitu a mají rozdílný příspěvek proti nativním bílkovinám. Mléčné bílkoviny a zvláště kaseinová složka nativní tlumí konduktivitu, ale denaturovaná ji naopak zvyšuje (Janál, Podhorský 1978).

Směrnice závislosti  $\gamma(c)$  naměřená v mnoha měřeních kolísá okolo hodnoty 2,1 S.m<sup>-1</sup>. (%Cl)<sup>-1</sup>, a tedy pro koncentraci Cl v rozsahu 0,08-0,13 až 0,3 % plyne odtud konduktivita 0,168-0,273 až 0,63 S.m<sup>-1</sup>. Při nulové koncentraci Cl vychází konduktivita v rozsahu 0,07 až 0,28 S.m<sup>-1</sup>, což odpovídá rozdílu obou příspěvků, tj. konduktivitě ostatních iontů a negativnímu příspěvku molekul. Tento rozdíl není stálý a mění se i s rostoucí koncentrací chloridů, neboť linearita této závislosti  $\gamma(c)$  platí jen v určitém krátkém intervalu koncentrací, což potvrzují i tabulky pro vodné roztoky zvolených etalonů KCl a NaCl:

$c = 0,01 \text{ n KCl} \rightarrow \gamma = 0,1276 \text{ S.m}^{-1}$   
 $c = 0,1 \text{ n KCl} \rightarrow \gamma = 0,167 \text{ S.m}^{-1}$ , ne 10x větší, ale jen 9,146x;  
 $c = 1 \text{ n KCl} \rightarrow \gamma = 10,20 \text{ S.m}^{-1}$ , ne 10x větší, ale 8,74x nebo ne 100x větší, ale 79,937x.

Uvedená závislost je funkcí i teploty, a velikost směrnice koncentrační závislosti bude záviset na teplotě, což dokumentují i tabelované hodnoty:

při teplotě 0 °C je směrnice 6,47 S.m<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>  
 při teplotě 18 °C je směrnice 9,14 S.m<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>  
 při teplotě 20 °C je směrnice 10,12 S.m<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>  
 při teplotě 25 °C je směrnice 11,70 S.m<sup>-1</sup>.mol<sup>-1</sup>.

Obdobně roste nelineární teplotní přírůstek u různě koncentrovaných roztoků:

$c = 0,01 \text{ n KCl}$  a směrnice 0,00253 S.m<sup>-1</sup>.K;  
 $c = 0,1 \text{ n KCl}$  a směrnice 0,0228 S.m<sup>-1</sup>.K, ne 10x, ale 9,07x;  
 $c = 1 \text{ n KCl}$  a směrnice 0,199 S.m<sup>-1</sup>.K, ne 10x, ale jen 8,7x nebo ne 100x, ale 78,65x.

Z uvedeného plyne, že směrnice teplotní závislosti s koncentrací roste neúměrně a potvrzuje linearitu jen v úzkém koncentračním intervalu. Vysvětlit to lze nárůstem negativního příspěvku mol, který je větší u vyšších koncentrací než pozitivní příspěvek od ostatních iontů. Odtud celková konduktivita je nižší než v destilované vodě se stejným obsahem chloridů. Konduktivita sice roste s teplotou a koncentrací jakož i směrnice, ale jen do jisté výše, kdy dochází jakoby k určitému nasycení a ke snížení pohyblivosti iontů; vzájemně si překážejí, vzniká odpor a klesá vodivost, takže jejich přírůstky nestoupají úměrně rostoucí teplotě a koncentraci.

## ZÁVĚR

Naše měření vysvětlila rozdíly v naměřených hodnotách odporů nebo vodivosti mléka a zdůvodnila měření objektivního parametru konduktivity. Vysvětlila měření střídavým proudem pro snížení polarizačních jevů vhodné zvolenou frekvencí podle vybraných senzorů (pro naše minisondy je optimální frekvence 8 až 10 kHz). Současně zdůvodnila použitá napětí i proudy pro snížení jak ohřevů, tak vznikajících ztrát (zhruba do 1 V a 30 mA).

Dále jsme se zabývali otázkou senzorů a jejich konstant podle výpočtů i komparačních měření v etalonech, jejich teplotní i koncentrační závislosti podle tvaru a materiálu elektrod. apod.

Současně jsme se pokusili o výpočet „teoretické“ hodnoty konduktivity pomocí molární i ekvivalentové vodivosti složek přítomných v mléku. Z toho plynou příspěvky složek mléka k celkové konduktivitě; byly měřeny na základě několikanásobné dialýzy mléka, jehož složení i konduktivitu jsme takto mohli měřit.

Měření prokázalo rozdílný vliv bílkovin na konduktivitu mléka; nativní bílkoviny konduktivitu snižují, denaturované bílkoviny ji naopak zvyšují.

Závěrem jsme se pokusili srovnat naměřené hodnoty konduktivity s tabelovanými a vysvětlit „nelinearit“ s rostoucí teplotou a koncentrací solí v mléku určitou „nasyceností“ a odtud zdůvodnit linearitu jen v určitých krátkých intervalech koncentrací na základě měření jen asi v jedné třetině jednoho řádu koncentrace. To je velmi důležité v případě automatické teplotní kompenzace měřené konduktivity na teplotu 20 °C u různých senzorů a zařízení a vhodné volby směrnice  $\gamma(c)$  a  $\gamma(t)$ . V současné době existence automatických regulačních i diagnostických systémů je tato otázka velmi aktuální.

## Literatura

- JANÁL, R. – PODHORSKÝ, M.: K problematice měření vodivosti mléka. *Prům. Potravn.*, 1978, č. 4.  
JANÁL, R.: Fyzikální vlastnosti zemědělských materiálů. [Doktorská disertace.] Praha 1985. 388 s. – Vysoká škola zemědělská v Praze. Fakulta mechanizační.  
JANÁL, R. – MAREK, Z.: Využití dialýzy ke zjišťování vodivosti některých složek mléka. In: *Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. agron., Praha, Řada B*, 45, 1986, s. 301–319.

*Prof. ing. Rudolf Janál, DrSc., ing. Miroslav Hévř  
Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbátka*

### Informace pro uživatele služeb CAB International

Vážení uživatelé,

sděluji Vám, že v roce 1991 byla zástupci zemědělských informačních institucí zemí střední a východní Evropy – Bulharska, ČSFR, Maďarska, Polska, Rumunska a SSSR - založena informační síť Východ-Západ, jejímž cílem je udržovat kontakty s významnou zemědělskou informační institucí CAB International a rozšiřovat využívání jejích informačních produktů. ČSFR zastupuje v této síti Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství.

V listopadu 1991 byla podepsána dohoda mezi CAB International a Agroinformem Budapešť, který se stal z titulu svého členství v CAB International koordinátorem činnosti sítě Východ-Západ. Na základě podpisu této smlouvy mohou členské země sítě objednávat informační materiály CAB International za zvýhodněných finančních podmínek za předpokladu, že objednávky informačních institucí v jednotlivých členských zemích budou shromažďovány v jednom místě u národního zástupce sítě a budou předávány CAB International hromadně prostřednictvím koordinátora sítě Agroinformu Budapešť.

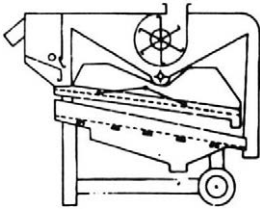
Na informační produkty CAB International objednané tímto způsobem budou poskytovány následující slevy:

- |                                                                                                             |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. <b>Tištěné referátové časopisy, primární časopisy a ostatní seriálové publikace</b>                      |            |
| <b>Předplatné běžného roku:</b>                                                                             | Sleva 13 % |
| <b>Starší ročníky:</b>                                                                                      |            |
| 2-3 roky                                                                                                    | Sleva 13 % |
| 4-8 let                                                                                                     | Sleva 33 % |
| 9-13 let                                                                                                    | Sleva 58 % |
| > 13 let                                                                                                    | Sleva 83 % |
| 2. <b>CAB Abstracts na magnetické páse nebo disketě, služby SDI, poskytování kopií primárních dokumentů</b> | Sleva 13 % |
| 3. <b>Knihy a anotované bibliografie</b>                                                                    | Sleva 18 % |
| 4. <b>Báze dat na CD-ROM</b>                                                                                | Sleva 13 % |

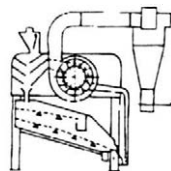
Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství jako členská instituce informační sítě Východ-Západ Vám nabízí zprostředkování objednávek informačních produktů CAB International za uvedených slev. Bližší informace Vám poskytne:

*Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství  
Ing. Helena Slezáková  
odbor informačních systémů a mezinárodních vztahů  
120 56 Praha 2, Slezská 7  
tel. 25 74 75, 25 75 41/207, fax 25 70 90.*

Čištění a třídění semen

| Název operace stroje                                                                                                                                       | Obrázek                                                                            | Definice                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. čištění semen<br>čistenie semien<br>očistka semjan<br>Samenreinigung<br>seed-cleaning                                                                   |  | zbavování semen základní plodiny od nečistot a příměsí                                                        |
| 2. předčištění<br>predčistenie<br>predvariteľ'naja očistka<br>Vorreinigung<br>pre-cleaning                                                                 |                                                                                    | předběžné čištění, obvyklé před sušením semen                                                                 |
| 3. třídění semen<br>triedenie semien<br>sortirovka semjan<br>Samensortierung<br>seed-grading; seed-sorting                                                 |                                                                                    | rozdělování vyčištěných semen do tříd podle vlastností, např. podle rozměrů, aerodynamických vlastností apod. |
| 4. čistička semen<br>čistička semien<br>semjaočistitel'naja mašina<br>Samenreinigungsmaschine<br>seed cleaner                                              |                                                                                    | stroj na čištění, popř. i třídění semen                                                                       |
| 5. speciální čistička<br>speciálna čistička<br>semjaočistitel'naja mašina<br>special'nogo naznačenija<br>Specialreinigungsmaschine<br>special seed cleaner |                                                                                    | čistička určená k čištění semen jen jedné plodiny                                                             |

6. předčistička  
predčistička  
mašina dlja predvaritel'noj očistki semjan  
Vorreinigungsmaschine  
pre-cleaner

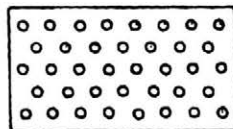


čistička určená k předčištění, vyznačující se vysokou výkonností při relativně menší čisticí účinnosti

7. síto  
sito  
sito  
Sieb  
sieve (screen)

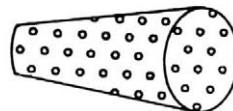
zařízení, které rozděluje směs semen, příměsí a nečistot zpravidla podle jejich tloušťky nebo šířky pomocí přesných otvorů

8. rovinné síto  
rovinné sito  
sito ploskoje  
Flachsieb  
flat sieve



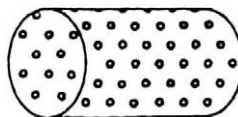
síto, jehož pracovní plocha je rovinná

9. kuželové síto  
kužel'ové sito  
sito koničeskoje  
Kegelsieb  
cone sieve



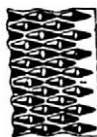
síto, jehož pracovní plocha je tvořena válcem komolého kužele

10. válcové síto  
valcové sito  
sito cilindričeskoje  
Zylindersieb  
cylinder sieve (c. screen)

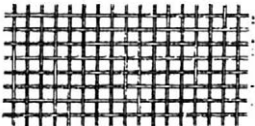
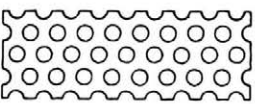
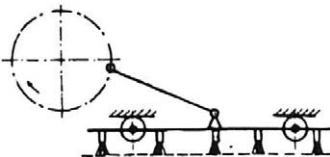
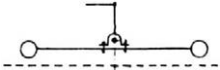


síto, jehož pracovní plocha je uspořádána ve tvaru válce

11. Graepelovo síto  
Graepelové sito  
sito Grepelja  
Graepelsieb  
Graepel sieve



síto, jehož otvory jsou vyhlisovány ve tvaru struhadla

| Název operace stroje                                                                                                                                   | Obrázek                                                                            | Definice                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. síto se čtvercovými otvory<br>síto so štvorcovými otvormi<br>síto s kvadrátnými otverstijami<br>Quadratlochsieb<br>screen with quadrat holes       |   | síto, které rozděljuje částice podle šířky; zpravidla jde o síto tkané                                  |
| 13. síto s kruhovými otvory<br>síto s kruhovými otvormi<br>síto s kruhovými otverstijami<br>Rundlochsieb<br>screen with round holes                    |   | síto, které rozděljuje částice podle šířky                                                              |
| 14. síto s podélnými otvory<br>síto s pozdĺžnymi otvormi<br>síto s prodolgovatými otverstijami<br>Langlochsieb<br>screen with oblong holes             |   | síto, které rozděljuje částice podle tloušťky                                                           |
| 15. čištění síta<br>čistenie síta<br>otčistka síta<br>Reinhalten der Siebe<br>screen cleaning                                                          |   | odstraňování částic ze síta, které uvázly v jeho otvorech                                               |
| 16. kartáčové čištění sít<br>kefkové čistenie síť<br>ščetocnoje ustrojstvo dlja očistki síta<br>Bürstenreinigung der Siebe<br>brush screen cleaning    |   | čištění, při kterém jsou částice, uvázlé v otvorech síta, ze spodu vytlačovány pohybujícími se kartáči  |
| 17. tlukadlové čištění síť<br>tl'kadlové čistenie síť<br>udarnoje ustrojstvo dlja očistki síta<br>Klopferreinigung der Siebe<br>beater screen cleaning |  | čištění, při kterém jsou částice, uvázlé v otvorech síta, uvolňovány otřásáním síť při úderech tlukadla |

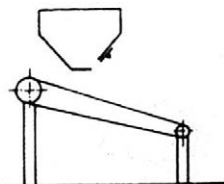
18. sítová skříň  
sítová skříň  
rešetnyj škař  
Siebkasten  
screen arangement

část čističky, ve které je uspořádána soustava dvou  
nebo více rovinných sít

19. překulovač  
pregul'ovač  
gorka  
Ausleser  
separator

stroj nebo ústrojí, které třídí a čistí částice podle veli-  
kosti tření

20. pásový překulovač  
pásový pregul'ovač  
lentočnaja gorka  
Schrägbandausleser  
inclined belt separator

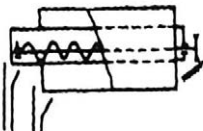
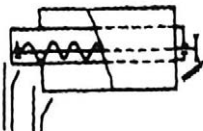
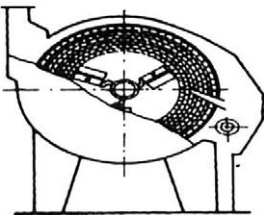
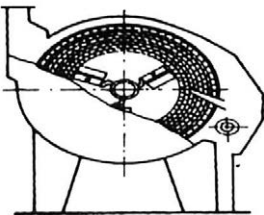
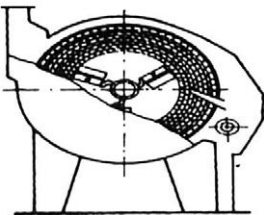


překulovač, který třídí a čistí částice podle velikosti  
tření na pohyblivém se nekonečném pásu

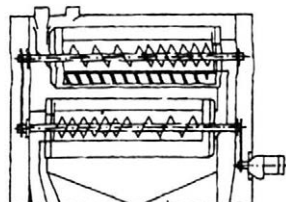
21. závitový překulovač  
závitkový pregul'ovač  
zmejka  
Wendelausleser; Schneckenrieur  
spiral separator



překulovač, který třídí a čistí částice podle velikosti  
tření na závitově uspořádaných plochách

|     | Název operace stroje                                                                                                 | Obrázek                                                                           | Definice                                                                                                                          |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22. | triér<br>triér<br>trier<br>Zellenausleser; Trieure<br>trieur; seed separator                                         |  | stroj, který čistí a třídí částice podle délky na principu různě uspořádaného jamkového povrchu                                   |
| 23. | válcový triér<br>valcový triér<br>trier cylindričeskij<br>Zylindertrieure<br>cylinder separator                      |  | triér, jehož jamky jsou uspořádány na vnitřním povrchu válce                                                                      |
| 24. | kotoučový triér<br>kotúčový triér<br>trier diskovij<br>Scheibentrieure<br>disc separator                             |  | triér, jehož jamky jsou uspořádány na kotoučích                                                                                   |
| 25. | koukolový triér<br>kúkol'ový triér<br>trier kukolnyj<br>Radenzellenausleser; Radentrieure<br>recockling grain grader |  | triér, jehož velikost jamek je volena tak, aby jamkami byly vynášeny krátké příměsi, např. drobná semena plevelů a zlomky pšenice |
| 26. | ovesný triér<br>ovesný triér<br>trier ovsjužnyj<br>Haferzellenausleser; Hafertrieure<br>oats grain grader            |  | triér, jehož velikost jamek je volena tak, aby jamky vynášely základní kulturu z příměsí                                          |

27. dvojčinný triér  
dvojčinný triér  
trier kombinovannyj  
doppelt wirkende Trieure  
double-acting separator



trier, zpravidla válcový jehož jedna část je koukolová, druhá ovesná; následující části mají různé rozměry jamek

28. vzduchové čištění semen  
vzduchové čistenie semien  
vozdušnaja očistka semjan  
Luftsamenreinigung  
pneumatic separation of seed

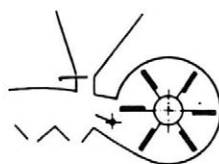
oddělování nečistot a příměsí pomocí rozdílných vzdušových rychlostí jednotlivých částic ve svislém, šikmém nebo vodorovném vzdušném proudu

29. aspirační vzduchové čištění semen  
aspiračné vzduchové čistenie semien  
aspiracinnaja očistka semjan  
Absaugsteigsichten  
aspirating cleaning of seed



vzduchové čištění, při němž je separační vzduchový kanál napojen na sání ventilátoru a ventilátor je umístěn za čistícím kanálem

30. tlakové vzduchové čištění semen  
tlakové vzduchové čistenie semien  
nagnetatel'naja vozdušnaja očistka semjan  
Druckwindsteigsichten  
pressure pneumatic cleaning of seed



vzduchové čištění, při němž je separační vzduchový kanál napojen na výtlak a ventilátor je umístěn před čistícím kanálem

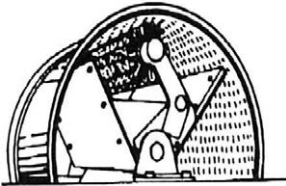
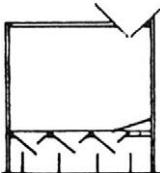
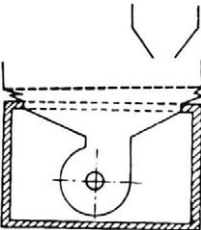
31. vzduchová čistička semen  
vzduchová čistička semien  
separator vozdušnyj  
Luftsamenreinigungsmaschine; Windfege  
pneumatic cleaner of seed

stroj, který čistí a třídí semena proudem vzduchu, tj. podle aerodynamických vlastností

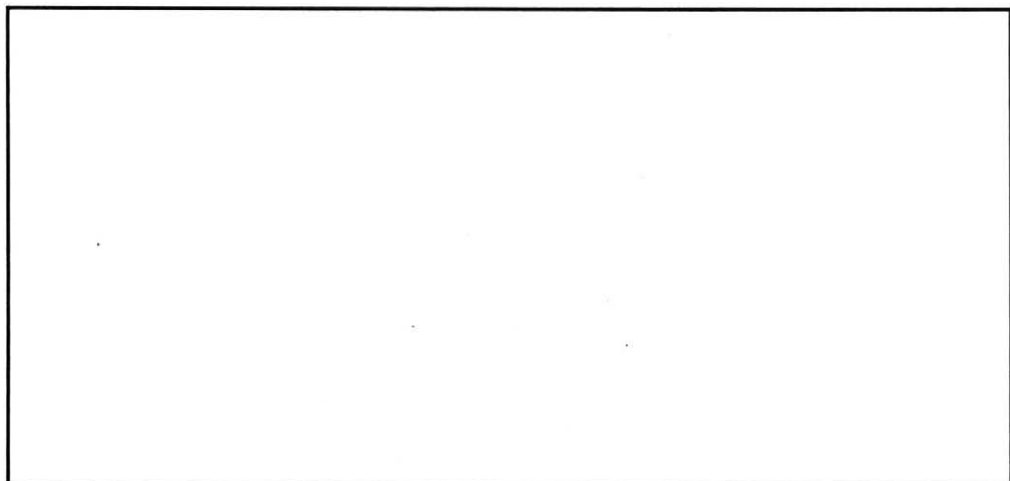
32. usazovací komora  
usadzovacia komora  
otstojnaja kamera  
Abscheideraum  
settling chamber



rozšířená část vzduchového kanálu čističky semen, ve které se odlučují nečistoty a příměsí unášené proudem vzduchu

|     | Název operace stroje                                                                                                                                                      | Obrázek                                                                             | Definice                                                                                                                                                                      |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 33. | jehlový třídič<br>ihlová triedička<br>igol'čatyj trier<br>Nadeltrieur<br>pea cleaner                                                                                      |    | stroj na oddělování mechanicky poškozených a červivých semen, např. hrachu                                                                                                    |
| 34. | nárazový třídič<br>nárazová triedička<br>otražatel'nyj stol<br>Tischausleser<br>special gravity table                                                                     |   | stroj třídící semena hlavně podle měrné hmotnosti                                                                                                                             |
| 35. | pneumatický třídič stůl<br>pneumatický triediaci stół<br>pnevmatičeskij sortiroval'nyj stol<br>pneumatische Sortiertisch<br>specific gravity separator                    |    | stroj třídící a čistící semena podle měrné hmotnosti s využitím fluidního stavu                                                                                               |
| 36. | elektromagnetický třídič<br>elektromagnetická triedička<br>elektromagnitnaja semjaočistitel'naja mašina<br>elektromagnetische Samenreinigungsanlage<br>magnetic separator |  | stroj, který odděluje semena s různě drsným povrchem od semen s hladkým povrchem, a to magnetickou cestou pomocí feromagnetického prášku ulpívajícího na drsném povrchu semen |

|                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bajla J., Brozman D., Kubík L., Srnka L.: The influence of engine block assembling on the geometric shape of cylinder liners . . . . . | 369 |
| Kurucová E., Ochodnický V., Mancovič M.: Electrohydraulic regulation of the three-point suspension of the driving aggregate . . . . .  | 375 |
| Blažovec J.: Compression of a spherical fleshy fruit between two plates - a mathematical model . . . . .                               | 383 |
| Rifai M. N.: Precise control of working depth of agricultural implements . . . . .                                                     | 391 |
| Jech J., Ghanwi I., Sosnowski S.: Evalution of the quality of lentil threshing at direct harvesting . . . . .                          | 397 |



Rukopis odevzdán k tisku 18. 4. 1991 – Podepsáno k tisku 10. 3. 1992

---

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR – Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka ing. Vladimíra Čermáková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Tisk a sazba PROXIMA, Dlážďená 6, 111 64 Praha 1, tel.: 87 05 85 ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991 ● Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá PNS-UED Praha, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.