

VĚDECKÝ ČASOPIS

ODDĚLNÁ KNIHOVNA
ministerstva zemědělství
ČR
PRAHA 1 - TĚŠNOV č. 65



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 38
PRAHA
LISTOPAD 1992
CS ISSN 0044-3883

AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD ČSFR
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada: ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), doc. RNDr. ing. Jiří Blahovec, DrSc., doc. ing. Karel Brzkovský, CSc., prof. ing. Ján Jech, CSc., ing. Petr Jevič, CSc., ing. Zdeněk Pastorek, CSc., doc. ing. František Ptáček, CSc., ing. Bohumil Studeník, CSc.

Redaktorky: ing. Marie Černá, CSc., Radka Chlebečková, RNDr. Eva Stříbrná

OBSAH

Dunca J.: Meranie rezonančných frekvencií a vnútorného tlmenia stebiel jačmeňa	345
Sosnowski S., Jech J.: Prístroj pre dynamické zaťažovanie zrn s možnosťou snímania zaťažujúcej sily.	353
Adamovský R.: Výsledky sledování výskytu druhotných energetických zdrojů v agropotravinářském komplexu	359
Janál R., Louda F., Švasta J.: Hodnocení mléka pomocí absolutních a relativních konduktometrů zahraniční a tuzemské provenience.	367
Růžička M., Altman V.: Rovnoměrnost postřiku pásového zavlažovače Sigmat 90/300	377
Mancovič M., Kurucová E., Rašman Š.: Poľnohospodársky traktor s diferenciálnou hydrostatickou prevodovkou.	387
Juríček J.: Optimalizácia diagnostických intervalov dojacej techniky.	397

CONTENTS

Dunca J.: Measuring resonance frequencies and inner damping in barley stems	345
Sosnowski S., Jech J.: An apparatus for grain dynamic load enabling to record the load force ..	353
Adamovský R.: The results of investigation into the occurrence of secondary power sources in the agri-food complex.	359
Janál R., Louda F., Švasta J.: Milk evaluation by means of absolute and relative conductometers of foreign and inland provenance.	367
Růžička M., Altman V.: Sprinkling regularity of a hose traveller Sigmat 90/300	377
Mancovič M., Kurucová E., Rašman Š.: Agricultural tractor with hydrostatic split transmission system	387
Juríček J.: Optimization of diagnostic intervals in milking equipment	397

MERANIE REZONANČNÝCH FREKVENCÍ A VNÚTORNÉHO TLMENIA STEBIEL JAČMEŇA

J. Dunca

DUNCA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Meranie rezonančných frekvencií a vnútorného tlmenia stebel jačmeňa*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 345-351.

V práci sa uvádzajú namerané rezonančné frekvencie vzoriek stebel jačmeňa vybraných odrôd rezonančnou dynamickou metódou. Ďalej je vypočítané vnútorné tlmenie a modul pružnosti. Metóda slúži pri komplexnom riešení otázky odolnosti stebel proti poľehaniu.

mechanické vlastnosti; stebľa; obilniny; zber; rezonančné frekvencie; poľehanie

Objektom meraní boli vzorky stebel vybraných perspektívnych odrôd jačmeňa - Korál, Krystál, Rubín (Listina povolených odrôd, 1988). Odrody sú poloneskoré. Experimentálnym jadrom práce je meranie rezonančných frekvencií a stanovenie vnútorného tlmenia a modulov modul pružnosti vzoriek stebel jačmeňa rezonančnou dynamickou metódou.

Metódami merania modulov pružnosti sa zaoberal Korotkov (1956). Statickou metódou priehybu modul pružnosti stebľa pšenice určila autorka Skubisz (1980). Ultrazvukovou metódou modul pružnosti stebľa pšenice určila Gawa (1980). Rezonančnou dynamickou metódou meral rezonančné frekvencie a vnútorné tlmenie Roždestvenskij (1960). Metódou holografickej interferometrie modul pružnosti stebel pšenice určil Gowin (1980).

MATERIÁL A METÓDA

Vzorky stebel jačmeňa odrôd Korál, Krystál a Rubín sme odobrali na Školskom poľnohospodárskom podniku (ŠPP) Oponice v období zberu v plnej zrelosti.

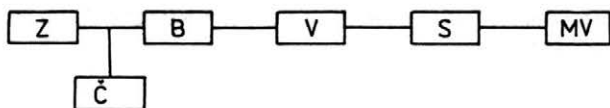
Vybrali sme nedeformované stebľa skúmaných odrôd spolu s klasmi náhodným výberom. Najprv sme odrezali klas od stebľa žiletkou tak, aby sa steblo nedeformovalo. V práci uvádzame výsledky meraní na častiach (internódiach) stebel najbližšie ku klasu.

Pri meraní rezonančnej frekvencie a určovaní vnútorného tlmenia (logaritmického dekrementu) vzorka stebľa bola v strede upevnená. Dĺžka vzoriek bola 15 cm. Bloková schéma meracieho zariadenia je na obr. 1. Uloženie vzorky a pôsobenie budiča a snímača vzhľadom na skúšanú vzorku je uvedené na obr. 2. Vzorky stebel boli pri meraní uchytené na nami vyhotovenom zariadení pre pozdĺžne kmity (obr. 3). Celkový pohľad na meracie zariadenie pre stanovenie rezonančných frekvencií pri pozdĺžnom kmitaní vzoriek stebel obilnín jednotlivých odrôd je na obr. 4.

Postup a použité prístroje pri určovaní rezonančných frekvencií vzoriek stebel rezonančnou dynamickou metódou sú uvedené v práci Dunca (1985).

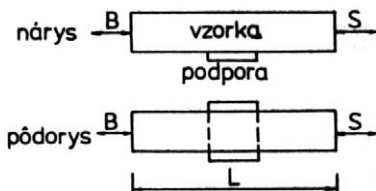
Hustota vzoriek stebel jačmeňa bola určená piknometrickou metódou. Použitá kvapalina bola toluen, pretože nezmáča vzorky stebľa.

Pri praktickom meraní v dôsledku neisotropie zaťažovania, nehomogenity stebel, vzperu, následkom odchýlok od ideálneho geometrického tvaru a anizotropie materiálu, následkom rozdielov medzi vlastnými frekvenciami



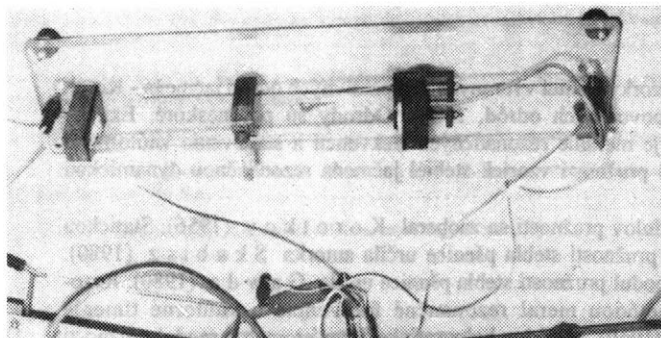
1. Bloková schéma meracieho zariadenia - Block diagramme of the measuring equipment

Z - zdroj kmitov, B - budič, V - vzorka, S - snímač, MV - milivoltmeter, Č₁ - čítač BM 520 - Z - source of oscillations, B - emitter, V - sample stem, S - pick-up, MV - millivoltmeter, Č₁ - BM 520 counter

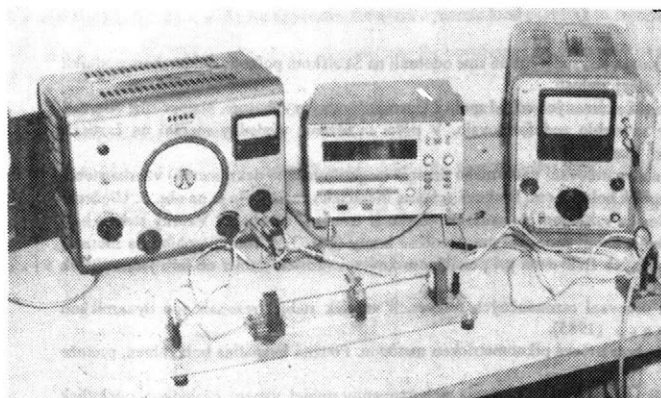


2. Umiestnenie budiča a snímača pri pozdĺžnych kmitoch - The location of an emitter and pick-up for measurements of longitudinal oscillations

B - budič, S - snímač - B - emitter, S - pick-up



3. Zariadenie na upnutie (uchytenie) vzorky stebľa pri pozdĺžnych kmitoch - A device for the fixation of a sample stem for measurements of longitudinal oscillations



4. Celkový pohľad na meracie zariadenie pri pozdĺžnych kmitoch vzorky stebľa - A general view of the measuring equipment for longitudinal oscillations of a sample stem

kmitania vo vertikálnom a horizontálnom smere rezonančné frekvencie pozdĺžneho kmitania majú menšie hodnoty, ako udáva jednoduchý vzťah pre prúťový prvok.

Modul pružnosti vzorky stebľa sme určili podľa (M a r t i n ě k, 1962) vzorca:

$$E = c_1^2 \cdot 4 \cdot l^2 \cdot f^2 \cdot \rho \quad (1)$$

kde: E - modul pružnosti v ťahu,

l - dĺžka vzorky stebľa,

ρ - hustota vzorky stebľa,

c_1 - korekčný koeficient,

f - rezonančná frekvencia.

Korekčné koeficienty c_1 pre rôzne pomery vonkajších priemerov a dĺžok a rôzne hodnoty Poissonovho čísla vzoriek sú uvedené v práci M a r t i n ě k a (1962). Pre vzorky stebiel jačmeňa korekčný koeficient $c_1 = 2,1$.

Vnútrotné tlmenie (logaritmický dekrement) sme vypočítali podľa vzťahu:

$$\delta = \frac{\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\Delta f}{f} \pm 1,81 \frac{\Delta f}{f} \quad (2)$$

ktorý vo svojej práci použil R o ž d e s t v e n s k i j (1960),

kde: f - rezonančná frekvencia, ak je amplitúda kmitania maximálna,

$f_2 - f_1 = \Delta f$ - šírka rezonančnej krivky,

f_1, f_2 - frekvencie, pri ktorých amplitúdy kmitaní sú rovné $1/2 A_{\max}$ pred rezonanciou a po nej.

V jednotlivých dňoch merania sa merala tiež vlhkosť vzoriek stebiel jačmeňa.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerné hodnoty rezonančných frekvencií vzoriek stebiel jačmeňa v jednotlivých dňoch merania sú uvedené v tab. I. Priemerné hodnoty rezonančných frekvencií,

I. Priemerné hodnoty rezonančných frekvencií a vlhkosti vzoriek stebiel jačmeňa v jednotlivých dňoch merania -
The average values of resonance frequencies and moisture contents of barley sample stems recorded on the days of measurements

n	Rubín		Korál		Kryštál	
	$f(\text{Hz})$	$\omega(\%)$	$f(\text{Hz})$	$\omega(\%)$	$f(\text{Hz})$	$\omega(\%)$
1	2901,9	70,84	2875,1	82,94	2864,4	67,68
2	3541,2	69,05	4244,4	87,85	4305,9	60,00
3	4084,1	67,29	3857,3	13,46	4898,7	58,33
4	4130,1	58,91	3647,3	9,80	4177,6	48,23
5	3655,3	64,21	4300,2	65,12	3088,8	64,06
6	4293,8	60,33	2649,8	58,64	4042,2	54,72
7	4613,3	52,19	3882,6	66,67	4395,2	38,78
8	4381,5	35,88	4031,8	56,92	4205,7	32,99
9	4192,2	30,83	4155,1	23,42	4101,5	31,25
10	3315,0	11,90	4042,9	1,61		
11			4414,5	1,59		
Σ	39107,4	521,43	42101,0	468,02	36080,0	456,04
$\bar{x}$	3910,7	52,14	3827,4	42,55	4008,9	50,67

vnútorných tlmení a mernej hmotnosti v jednotlivých dňoch merania sú vypočítané z 20 nameraných hodnôt vzoriek stebiel. V tab. I., II. a III. v prvom stĺpci čísla 1 až 11 značia dni merania. V druhom, štvrtom a šiestom stĺpci sú uvedené priemerné rezonančné frekvencie vzoriek stebiel jačmeňa odrôd Rubín, Korál a Krystál v jednotlivých dňoch merania. Z tab. I vyplýva, že najväčšia priemerná hodnota rezonančnej frekvencie je u odrody Krystál, menšia u odrody Rubín a najmenšia u odrody Korál. V treťom, piatom a siedmom stĺpci sú uvedené priemerné hodnoty vlhkosti vzoriek stebiel jačmeňa.

Rezonančné frekvencie stebiel pšenice s rastúcou vlhkosťou sa znižujú (D u n c a , 1985). Práca sa zaoberá meraním rezonančných frekvencií v závislosti od vlhkosti stebiel pšeníc (desať odrôd). Meranie sa prevádzalo pri priečných kmitoch vzoriek stebiel pšeníc.

Priemerné hodnoty vnútorných trení δ vzoriek stebiel jačmeňa a hustôt v jednotlivých dňoch merania sú uvedené v tab. II.

Maximálna priemerná hodnota vnútorného trenia je u odrody Korál, menšia u odrody Rubín a najmenšia u odrody Krystál.

Pomocou rezonančnej frekvencie a mernej hmotnosti použitím vzorca (1) sme vypočítali modul pružnosti v ťahu E . Vypočítané priemerné hodnoty modulov pružnosti sú uvedené v tab. III.

Modul pružnosti v ťahu stebľa metódou merania ohybom zisťoval D u n c a (1967). Vypočítal priemerné hodnoty modulu pružnosti stebľa v ťahu metódou merania ohybom. Pre odrodu Diamant pre prvé internódium namerlal $2,04 \cdot 10^9$ Pa a pre odrodu Košútka prvé internódium pod klasom $3,17 \cdot 10^9$ Pa.

M ü l l e r (1978) vypočítal hodnoty modulu pružnosti $E_1 = 1,78 \cdot 10^9$ Pa a $E_2 = 2,99 \cdot 10^9$ Pa.

B l a h o v e c (1983) určil modul pružnosti stebľa v ťahu (E) a modul pružnosti sklerenchymatických pletív stebľa (E_s) u žita pri deformácii ťahom.

G a w d a (1978) namerala hodnoty Youngovho modulu stebľa pšenice v plnej zrelosti, suché: pri dĺžke 6 cm $E = 2,1 \cdot 10^9$ Pa, pri dĺžke 12 cm $E = 2,7 \cdot 10^9$ Pa, pri dĺžke

II. Priemerné hodnoty vnútorných trení a hustôt vzoriek stebiel jačmeňa v jednotlivých dňoch merania - The average values of internal frictions and densities of barley sample stems on the days of measurements

n	Rubín		Korál		Krystál	
	δ (1)	ρ (kg.m ⁻³)	δ (1)	ρ (kg.m ⁻³)	δ (1)	ρ (kg.m ⁻³)
1	0,345	172,18	0,3945	207,68	0,3726	167,98
2	0,5402	647,29	0,5886	393,94	0,3857	647,44
3	0,4694	746,89	0,5302	527,41	0,4092	527,55
4	0,4279	650,47	0,6133	342,72	0,3994	473,76
5	0,4464	601,32	0,4473	647,44	0,3769	629,36
6	0,4022	590,00	0,4577	479,71	0,4256	621,42
7	0,3317	554,33	0,3879	799,46	0,4326	360,43
8	0,4167	383,82	0,4597	441,69	0,4254	314,68
9	0,4115	338,96	0,3598	332,65	0,5251	265,24
10	0,7565	293,49	0,6088	286,81		
11			0,4840	361,68		
Σ	4,55	4978,75	5,3318	4621,19	3,7525	4007,86
$\bar{x}$	0,455	497,87	0,4847	420,11	0,4169	445,32

18 cm $E = 4,2 \cdot 10^9$ Pa. Zistila, že rýchlosti šírenia vln pre mokré stebľa sú menšie ako pre suché stebľa.

S k u b i s z (1978) zistila na základe laboratórnych meraní, že stebľa ako nehomogénny materiál sa líšia veľkou meplivosťou koeficienta pružnosti po celej dĺžke stebľa. Zistila, že hodnoty modulu Younga pre jednotlivé odrody ležia v medziach $0,368 - 2,439 \text{ Pa} \cdot 10^9$.

G o w i n (1980) uvádza nasledovné priemerné hodnoty modulov pružnosti časti stebľa v plnej zrelosti: $2,53 \cdot 10^9$ Pa, $4,44 \cdot 10^9$ Pa a $2,73 \cdot 10^9$ Pa.

Z našich meraní vyplýva, že so zvyšovaním vlhkosti moduly pružnosti sa znižujú. Moduly pružnosti vzoriek stebiel jačmeňa skúmaných odrôd závisia v podstate od štruktúry stebľa, rozmerov a od odrody. Moduly pružnosti závisia od fázy dozrievania stebiel. Moduly pružnosti stebiel jačmeňa kolíšu vo veľkom intervale.

Z našich meraní vyplýva, že vzorky stebiel u jednotlivých odrôd sú charakterizované približne rovnakými priemernými hodnotami modulov pružnosti v ťahu.

Nami meraním dosiahnuté priemerné hodnoty modulov pružnosti rezonančnou dynamickou metódou sú porovnateľné s priemernými hodnotami modulov pružnosti zistenými citovanými autormi.

Pružnosť vzoriek stebiel je obvyčajne charakterizovaná modulmi pružnosti v ťahu, pevnosť je funkciou tak pružných, ako aj väzkoplastických vlastností charakterizovaných vnútorným tlmením (logaritmickým dekrementom) δ . Pri rovnakej hodnote modulu pružnosti v ťahu sa väčšou pevnosťou vyznačujú vzorky stebiel, ktoré majú menšie vnútorné tlmenie.

Ako charakteristika pevnosti materiálu podľa práce L a t i š e n k a (1968) je určitá číselná hodnota podielu $\frac{\sqrt{E}}{\delta}$. Priemerná hodnota tohto podielu pre odrodu Krystál je $4,038 [10^9 \text{ Pa}]^{1/2}$.

III. Priemerné hodnoty modulov pružnosti v ťahu vzoriek stebiel jačmeňa v jednotlivých dňoch merania - The average values of the moduli of elasticity with respect to the tension strength of barley sample stems on the days of measurements

n	Rubín	Korál	Krystál
	E (Pa)	E (Pa)	E (Pa)
1	$0,578 \cdot 10^9$	$0,579 \cdot 10^9$	$0,547 \cdot 10^9$
2	$3,219 \cdot 10^9$	$2,918 \cdot 10^9$	$4,763 \cdot 10^9$
3	$4,944 \cdot 10^9$	$1,932 \cdot 10^9$	$5,023 \cdot 10^9$
4	$4,406 \cdot 10^9$	$1,808 \cdot 10^9$	$3,281 \cdot 10^9$
5	$3,188 \cdot 10^9$	$4,745 \cdot 10^9$	$2,381 \cdot 10^9$
6	$3,317 \cdot 10^9$	$1,336 \cdot 10^9$	$4,031 \cdot 10^9$
7	$4,683 \cdot 10^9$	$4,785 \cdot 10^9$	$2,765 \cdot 10^9$
8	$2,924 \cdot 10^9$	$2,849 \cdot 10^9$	$2,209 \cdot 10^9$
9	$2,364 \cdot 10^9$	$2,280 \cdot 10^9$	$1,773 \cdot 10^9$
10	$1,279 \cdot 10^9$	$1,861 \cdot 10^9$	
11		$2,796 \cdot 10^9$	
Σ	$30,902 \cdot 10^9$	$27,889 \cdot 10^9$	$29,773 \cdot 10^9$
$\bar{x}$	$3,090 \cdot 10^9$	$2,535 \cdot 10^9$	$3,308 \cdot 10^9$

Priemerná hodnota pre odrodu Rubín je $4,079 [10^9 \text{ Pa}]^{1/2}$.

Priemerná hodnota pre odrodu Korál je $3,295 [10^9 \text{ Pa}]^{1/2}$.

Z vyhodnotenia meraní použitím metódy matematickej štatistiky, konkrétne *t*-testu medzi priemernými hodnotami modulov pružnosti vzorky stebiel jednotlivých odrôd a tiež *t*-testu medzi priemernými hodnotami výrazov $\frac{\sqrt{E}}{\delta}$ vzoriek stebiel jednotlivých odrôd vyplýva, že všetky tri odrody jačmeňa sú charakterizované približne rovnakými hodnotami pružnosti a pevnosti.

ZÁVER

V práci sú uvedené experimentálnou cestou dosiahnuté výsledky meraní rezonančných frekvencií a vnútorných tlmení stebiel jednotlivých odrôd jačmeňa (Krystál, Rubín, Korál). Ďalej pomocou rezonančnej frekvencie, hustoty vzorky stebľa a dĺžky vzorky stebľa sú vypočítané moduly pružnosti v ťahu stebľa.

Literatúra

- BLAHOVEC, J. - PATOČKA, K.: Mechanické vlastnosti stebľa žita pri deformácii ťahom. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 5, s. 273-281.
- BOHÁČ, J.: Všeobecné škľachtenie rastlín a semenárstvo. Príroda, Bratislava 1974.
- DUNCA, J.: Aplikácia vzťahov pre možnosti stanovenia stredných relatívnych chýb výsledku pri meraní pružných konštánt stebiel obilnín. Zeměd. Techn., 1967, č. 3, s. 137-147.
- DUNCA, J.: Závislosť rezonančných frekvencií stebiel pšeníc od vlhkosti. Poľnohospodárstvo, 1985, č. 9, s. 702-709.
- DUNCA, J.: Stanovenie rezonančných kriviek stebiel pšeníc vybraných odrôd. Zeměd. Techn., 31, 1985, č. 11, s. 677-684.
- GAWDA, H.: Attempt at applying the ultrasonic method for determining the Young modulus of cereal stalk. Zesz. probl. Post. Nauk rol., PAN, Warszawa 1978, z. 203.
- GAWDA, H.: The effect of the texture of cell walls on the value of the Young modulus of plant material. In: Proceedings II. Int. Conf. Physical properties of agricultural materials. Gödöllő, 1980.
- GOWIN, J.: Determination of wheat stalk modulus of elasticity by mesus of holographic interferometry. In: Proc. II. Int. Conf. Physical properties of agricultural materials. Gödöllő, 1980.
- KOROTKOV, V. I.: Zavodskaja laboratorija I. 98, 1956.
- LATIŠENKO, V. A.: Diagnostika žestkosti i pročnosti materialov. Riga, Jzd. Zinatne 1968.
- MARTINČEK, G.: Nedeštruktívne dynamické metódy skúšania stavebných materiálov a konštrukcií. Vydavateľstvo SAV, Bratislava 1962.
- MÜLLER, Z.: Testing of mechanical properties in fibrous products. Zesz. probl. Post. Nauk rol., PAN, Warszawa 1978, z. 302.
- ROŽDESTVENSKIJ, S. S.: Izmerenije vnutrennego trenija betona. Zavodskaja laboratorija 4, 463, 1960.
- SKUBISZ, G.: The determination of the Youngs modulus of a stalk of winter wheat on the basis of field and laboratory measurements. Zesz. probl. Post. Nauk rol., PAN, Warszawa 1978, z. 203.
- SKUBISZ, G.: The dependence of the Young modulus of winter wheat stalk in various phenological phases. In: Proceedings II. Int. Conf. Physical properties of agricultural materials. Gödöllő, 1980.

Došlo 20. 11. 1991

DUNCA, J. (University of Agriculture, Nitra): *Measuring resonance frequencies and inner damping in barley stems. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 345-351.*

Sample stems of some barley varieties - Korál, Krystal and Rubin were subjected to measurements. The varieties are medium-late. The experimental core of the study was to measure resonance frequencies and to determine inner damping and moduli of elasticity in barley sample stems by a resonance dynamic method.

In the paper the results of measurements on stem segments (internodes) just under the ear are presented. Sample stems were fixed in their middles when resonance frequencies were measured and inner damping (logarithmic decrement) was determined. Sample stems were 15 cm long. Fig. 1 shows a block diagram of the measuring equipment. Fig. 2 indicates the sample stem fixation and the action of the exciter and pick-up on the tested sample stem. Sample stems were fixed in our own device made for measurements of longitudinal oscillations (Fig. 3). Fig. 4 shows a general view of the measuring equipment for resonance frequency determination for longitudinal oscillations of sample stems of cereals of the different varieties.

Dunca (1985) describes the procedure and used equipment for frequency determination by a resonance dynamic method. Tab. I indicates the average values of resonance frequencies in barley sample stems on the days of measurements. Tab. II shows the average values of internal friction in barley sample stems and of densities on the days of measurements. Tab. III comprises the calculated average values of moduli of elasticity.

A determinate numerical value of the quotient $\frac{\sqrt{E}}{\delta}$ can be used as a characteristic of the material strength as it is suggested by Latišenko (1968).

The evaluation of all measurements by means of mathematical statistics, namely by the *t*-test for the average values of the moduli of elasticity in sample stems of the different varieties and also by the *t*-test for the average values of the quotients $\frac{\sqrt{E}}{\delta}$ of sample stems of the different varieties, indicates that all the three varieties of barley have approximately the identical values of elasticity and strength.

The average values of the moduli of elasticity determined by the resonance dynamic method during our measurements are comparable with the average values of the moduli of elasticity mentioned by the cited authors.

mechanical properties; stems; cereals; harvest; resonance frequencies; lodging

Adresa autora:

Doc. RNDr. Juraj Dunca, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Tr. A. Hlinky, 949 76 Nitra

INZERCE

Redakce časopisu nabízí tuzemským i zahraničním firmám možnost inzerce na stránkách časopisu ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA. Prostřednictvím inzerátů uveřejňovaných v našem časopise budou o Vašich výrobcích informováni pracovníci z výzkumu a provozu u nás i v zahraničí.

Bližší informace získáte na adrese:

Redakce časopisu ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA
k rukám RNDr. E. Stříbrné
Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství
Slezská 7
120 56 P r a h a 2

PRÍSTROJ PRE DYNAMICKÉ ZAŤAŽOVANIE ZŔN S MOŽNOSŤOU SNÍMANIA ZAŤAŽUJÚCEJ SILY

S. Sosnowski, J. Jech

SOSNOWSKI, S. - JECH, J. (Akademia Rolnicza, Rzeszów; Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Prístroj pre dynamické zaťažovanie zŕn s možnosťou snímania zaťažujúcej sily. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 353-357.*

Prístroj je určený na sledovanie pevnosti semien rôznych poľnohospodárskych kultúr pre dynamické zaťaženie. Princíp činnosti spočíva v tom, že sa uskutočňuje úder do voľne padajúceho zrna. Prístroj bol zhotovený pre pevnostné testovanie semien rôznych poľnohospodárskych plodín, t.j. strukovín, kukurice, obilnín a i. Bol odskúšaný pri pevnostnom testovaní semien strukovín. Funkčne pracuje dobre. Presnosť merania je daná presnosťou snímania sledovaných veličín. Elektronickú časť prístroja je možné napojiť priamo na počítač.

prístroj; pevnosť semien; dynamické namáhanie

Pri výmlate a pozberovom spracovaní zŕn strukovín, obilnín, kukurice, olejnin a ostatných plodín vzniká ich nadmerné mechanické poškodenie, čím sa znižuje kvalita zŕn a vznikajú straty.

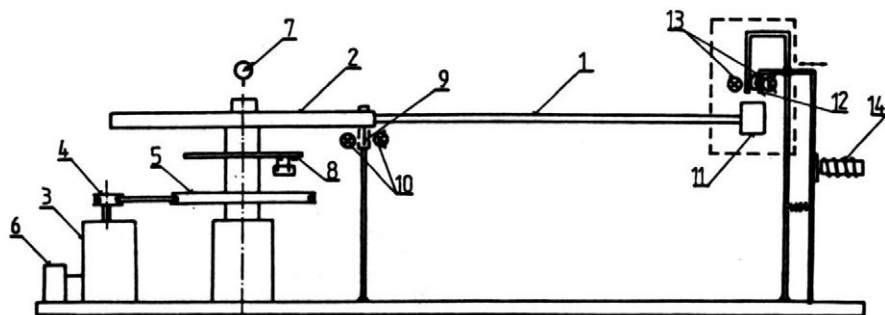
Pre poznanie procesu poškodenia zŕn a ich pevnostných vlastností je nutné vykonať pevnostné testovanie. Z hľadiska charakteru vplyvu pracovných ústrojenstiev zberových strojov a technologických liniek na pozberovú úpravu semien je účelnejšie vykonať pevnostné skúšky semien v dynamických podmienkach ako v statických. Do najjednoduchších metód dynamických skúšok, ktoré uvádza literatúra (Bieganski, 1980; Dorrel, Adams, 1960; Hanzelik, 1971; Korejtko et al., 1971; Perry, Hall, 1960; Bujanov et al., 1970), patria rázové skúšky semien o pevnú podložku. Sem môžeme zaradiť voľný pád semien, vystreľovanie semien, úder semien cez pružinové nárazníky ako aj údery cez rotujúce nárazové plochy. Pre určovanie energie na poškodenie semien používa sa tiež kyvadlo.

Vo väčšine uvedených zariadení efekt pôsobenia sily bol hodnotený podľa hodnoty poškodenia semien. Z vedeckého hľadiska je dôležité získať informáciu o silách, ktoré spôsobujú poškodzovanie semien. Preto cieľom práce bolo navrhnúť prístroj pre dynamické skúšky pevnosti semien, ktorý by umožňoval registrovať veľkosť pôsobiacej sily.

Popis mechanickej časti prístroja

Prístroj na dynamické zaťaženie semien (obr. 1) sa skladá z ramena (1), na konci ktorého je pripevnený nárazník (11) so snímačom sily. Rameno je spojené s diskom (2), ktorého pohon zabezpečuje elektromotor (3). V disku je vyfrézovaná drážka na rôzne nastavenie clony (9). Umiestnenie clony je viazané na otáčky disku. Jednotlivé semená sú vkladane

medzi čeluste (12), ktoré sú ovládané elektromagnetom (14). Na synchronizáciu otvárania čelusti a rotujúceho ramena slúžia dva snímače (10 a 13). Impulz zo snímača sily je odoberaný cez komutátor (8). Meranie rýchlosti otáčania disku bolo vykonané otáčkomerom (7). Po otvorení čelusti prichádza k rázu rotujúceho nárazníka o merané semeno. Odrážané semená sú zachytávané v zásobníku.



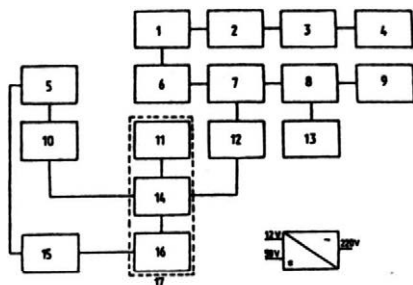
1. Schéma mechanickej časti prístroja pre dynamické zaťažovanie semien: 1 - rameno, 2 - disk, 3 - elektromotor, 4 - remenica, 5 - remenica pohonu disku, 6 - regulátor otáčok, 7 - otáčkomer, 8 - komutátor, 9 - clona, 10 - snímač synchronizácie I, 11 - snímač sily, 12 - čeluste, 13 - snímač synchronizácie II, 14 - elektromagnet - Diagramme of the mechanical part of an apparatus for seed dynamic load: 1 - arm, 2 - disk, 3 - electric motor, 4 - pulley, 5 - disk drive pulley, 6 - speed controller; 7 - speed counter, 8 - commutator, 9 - screen, 10 - synchronization pickup I, 11 - force pickup, 12 - jaws, 13 - synchronization pickup II, 14 - electromagnet

Popis snímania sily úderu a synchronizácie otvárania čelusti s nárazníkom

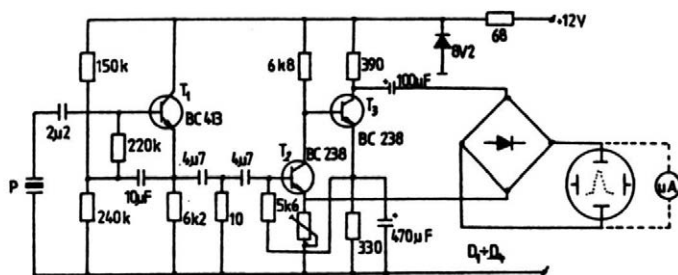
Bloková schéma zariadenia je zobrazená na obr. 2. Pre snímání sily bol použitý piezoelektrický snímač. Na úpravu signálu snímača bolo navrhnuté zariadenie, ktorého schéma je na obr. 3. Priebeh sily bol zaznamenaný pamäťovým osciloskopom. Plynulá regulácia otáčok ramena bola riešená elektrickým regulátorom. Priebežnú kontrolu otáčok rotujúceho ramena zaisťoval elektronický bezdotykový otáčkomer. Aby zariadenie správne fungovalo, bolo nutné zaistiť synchronizáciu vypadávaní semien z čelusti s otáčkami rotujúceho nárazníka. Schéma synchronizačného zariadenia je zobrazená na obr. 4. Princípom tohto riešenia sú dva snímače: FT_1 - momentálna poloha ramena a snímač FT_2 - registrácia semena v čelustiach v takom logickom zapojení, že semeno je uvoľnené z čelusti v okamihu priblíženia sa rotujúceho nárazníka.

Priebeh meraní

Pred meraniami bolo vykonané ciachovanie snímača sily na základe skúšok voľne padajúcej oceľovej guľky o známej hmotnosti z určenej výšky. Ciachovacia krivka piezoelektrického snímača na určenie veľkosti sily z výchylky signálu zachyteného osciloskopom je znázornená na obr. 5. Jednotlivé semená boli ručne vkladane v určitej polohe medzi čeluste. Potom bola kontrolovaná rýchlosť otáčania ramena, pričom zapnutím tlačidla dochádzalo k uvedeniu synchronizačného zariadenia do činnosti. Po otvorení čelusti semeno bolo vo voľnom páde udréť nárazníkom a zachytávané v zásobníku. Každé



2. Bloková schéma prístroja: 1 - menič impedancie, 2 - zosilňovač, 3 - detektor, 4 - osciloskop, 5 - čeluste, 6 - snímač sily, 7 - disk s ramenom, 8 - pohon, 9 - regulátor otáčok, 10 - snímač polohy zrna, 11 - člen vstupný, 12 - snímač polohy ramena, 13 - otáčkomer, 14 - člen porovnávajúci, 15 - člen výkonný, 16 - zosilňovač, 17 - systém synchronizácie - Block diagramme of the apparatus: 1 - impedance transducer, 2 - amplifier, 3 - detector, 4 - oscilloscope, 5 - jaws, 6 - force pickup, 7 - disk with an arm, 8 - drive, 9 - speed controller, 10 - grain position pickup, 11 - input component, 12 - arm position pickup, 13 - speed counter, 14 - comparative component, 15 - active component, 16 - amplifier, 17 - synchronization system



3. Schéma elektronickej časti prístroja pre meranie rázových síl medzi zrnom a nárazovou plochou - Diagramme of the electronic part of the apparatus for measurements of impact forces between the grain and impact surface

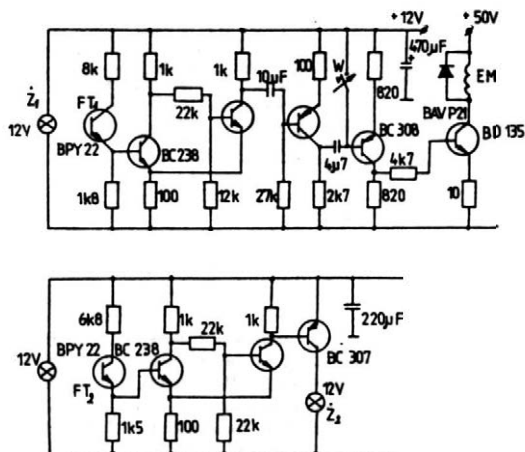
semeno bolo hodnotené podľa poškodenia. Na obrazovke osciloskopu bol zaznamenaný priebeh pôsobiacej sily. Zo získaného obrazu možno určovať veľkosť i priebeh sily, čas jej pôsobenia, veľkosť impulzu sily atď.

ZÁVER

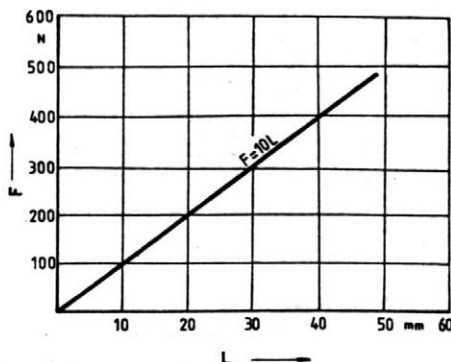
Prístroj pre dynamické zaťažovanie zrn bol zhotovený pre pevnostné testovanie semien rôznych poľných plodín (strukovín, kukurice, obilnín a iných).

Prístroj bol odskúšaný pri pevnostnom testovaní semien strukovín. Funkčne pracuje dobre. Presnosť merania je daná presnosťou snímania sledovaných veličín. Elektronickú časť prístroja je možné napojiť priamo na počítač.

Elektronické vybavenie prístroja dovoľuje registrovať priebeh sily v okamihu úderu ramena na semeno v rozsahu rýchlosti úderu do 30 m.s^{-1} .



4. Elektronická schéma synchronizácie polohy rotujúceho ramena a polohy zrna v čelusti: a) synchronizácia polohy rotujúceho ramena, b) synchronizácia polohy zrna v čelustiach - Electronic diagramme of synchronization of the position of revolving arm and the position of grain in the jaw: a) synchronization of the position of revolving arm, b) synchronization of the grain position in the jaws



5. Čiachovacia krivka snímača sily: F - hodnota sily v N, L - výchylka signálu na obrazovke osciloskopu v mm - Calibration curve of force pickup: F - force magnitude in N, L - signal variation on the oscilloscope monitor in mm

Riešenie držiaka (čelusti) semien umožňuje rôznu orientáciu semien voči pôsobiacej sile. Za účelom synchronizácie okamihu otvorenia čelustí s pohybom rotujúceho ramena boli použité originálne riešenia (sústavy, systémy, zariadenia).

Realizácia meraní na prístroji je jednoduchá, rýchla a zaručuje vysokú opakovateľnosť výsledkov.

Literatúra

- BIEGANOWSKI, F.: Właściwości fizyczne fasoli szparagowej w aspekcie zbioru mechanicznego. [Rozprawa doktorska]. Lublin, Akademia Rolnicza 1980.
- DORREL, D. G. - ADAMS, M. W.: Effect of some seed characteristics on mechanically induced seedcoat damage in navy beans. *Agronomy Journal*, 761, 1960, č. 5, s. 672-673.
- HANZELIK, F.: Energia na deformáciu zŕn jačmeňa pri dynamickom a statickom zaťažení. *Zeměd. Techn.*, 17, 1971, č. 8, s. 509-519.
- KOREJTOK, J. - MASAR, M. - ŠABÍK, J.: Prístroj pre experimentálne štúdium rázových síl na zrnité materiály v poľnohospodárstve. *Zeměd. Techn.*, 17, 1971, č. 8, s. 499-507.
- PERRY, J. S. - HALL, C. W.: The analysis of deformations the bean - small - seeds as a result of mechanical manipulation and method of decreasing of this deformations. Ref. nr. 60-807. Amer. Society of Agric. Engineers (ASAE), 1960.
- BUJANOV, A. kol.: Fiziko-mechaničeskije svojstva rastenij počv i udobrenij. Moskva, Kolos 1970.
- PUGAČEV, A. H.: Povraždenije zerna mašinami. Moskva, Kolos 1976.
- SOSNOWSKI, S. - ŠABÍK, J. - JECH, J.: Prístroj na sledovanie pevnosti semien pri rázoch. *Zeměd. Techn.*, 25, 1979, č. 5, s. 275-280.

Došlo 31. 10. 1991

SOSNOWSKI, S. - JECH, J. (Akademia Rolnicza, Rzeszów; University of Agriculture, Nitra): *An apparatus for grain dynamic load enabling to record the load force.* *Zeměd. Techn.*, 38, 1992 (6): 353-357.

This apparatus is to be used for investigations of seed strength in agricultural crops with respect to dynamic load. The principle of the apparatus operation: impacts on free-falling grains.

The mechanical part of the apparatus consists of an arm fixed to an electric-motor driven disk with infinitely variable speed control. A piezoelectric force pickup is fitted to the arm end. An electromagnetic doser (Fig. 1) feeds single seeds to a revolving buffer. Photoelectric cells control the operation of the electromagnetic doser: regardless of changes in the circumferential velocity the seeds fall out toward the buffer to impact it (strike it) every time. An oscilloscope with memory picks up the magnitude and variation of load force. Fig. 2 shows the electronic part of the apparatus. The recording indicate the magnitude and variation of load force, and also the impact time. The electromagnetic doser provides for any seed orientation with respect to the impact force direction.

The apparatus was made for seed strength testing in different agricultural crops: legume, maize, cereals, etc.

This apparatus was tested during legume seed strength testing. The accuracy of measurements depends on the accuracy of picking up the investigated variables. The electronic part of the apparatus can be connected directly to a computer.

apparatus; seed strength; dynamic load

Adresy autorov:

Dr. Ing. Stanislav Sosnowski, Akademia Rolnicza w Krakowie, Filia w Rzeszowie, Katedra technologii Produkcji Rolniczej, Rzeszow, ul. Cwiklińskiej 2

Prof. Ing. Ján Jech, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO a. s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení obbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO a. s.
Slezská 7
120 56 Praha 2**

**tel.: 258 342
fax: 207 229**



VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ VÝSKYTU DRUHOTNÝCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ V AGROPOTRAVINÁŘSKÉM KOMPLEXU

R. Adamovský

ADAMOVSÝ, R. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Výsledky sledování výskytu druhotných energetických zdrojů v agropotravinářském komplexu*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 359-366.

V článku jsou zpracovány a vyhodnoceny výsledky sledování výskytu druhotných energetických zdrojů agropotravinářského komplexu Středočeského regionu. Je uveden příklad výpočtu ekonomické efektivity energetického systému využívajícího druhotné teplo pro vytápění zakrytých pěstebních ploch metodou používanou pro hodnocení energetických investic ve státech Evropského společenství a analýza metody v závislosti na úrokových mírách a ceně energie.

agropotravinářský komplex; druhotné energetické zdroje; druhotné teplo; druhotná paliva; druhotná tlaková energie; energetický systém; ekonomická efektivnost; index ziskovosti; ceny paliv a energie

Druhotné energetické zdroje (dále DEZ) vznikají obecně jako důsledek spotřeby paliv a energie v technologických zařízeních, ve kterých se nevyužívají, protože jejich parametry jsou pro původní technologii nevhodné. Mohou však být zdrojem energie pro jiná zařízení, ve kterých mohou buď zcela, nebo částečně nahradit palivo nebo energii. Využívají se v tzv. utilizačních zařízeních, kterými se rozumí takové dodatečné strojní vybavení, které umožňuje přeměnu DEZ na jiné formy energie nebo stejné formy energie s vhodnějšími energetickými parametry pro využití v konečné spotřebě. Mezi nejznámější a zároveň nejpoužívanější utilizační zařízení patří kotle, spalínové kotle a výměníky tepla.

DEZ se dělí na druhotná paliva, druhotné teplo a druhotnou tlakovou energii. Druhotná paliva jsou tuhé, kapalné a plynné hořlavé technologické i jiné odpady. Lze je využít buď přímo - jako paliva pro jinou technologii než tu, ve které vznikla, nebo k výrobě tepla. Druhotné teplo (také odpadní teplo) je teplo vázané na odcházející pevné, kapalné a plynné látky technologické nebo jiné povahy. Toto teplo lze využít buď přímo k vytápění, nebo k výrobě tepla v utilizačních zařízeních. Druhotná tlaková energie je potenciální energie plynů a kapalin, odcházejících z technologických pochodů nebo rozvodů s přetlakem, který se musí redukovat před následujícím stupněm využití nebo při vypouštění do okolní atmosféry.

MATERIÁL A METODY

Při sledování výskytu DEZ agropotravinářského komplexu Středočeského regionu jsme v první fázi vycházeli z databáze vypracované Výzkumným ústavem palivoenergetického komplexu v Praze v roce 1985 a doplněné v r. 1986 Výzkumným ústavem zemědělské techniky v Praze-Řepích (Adamovský et al., 1986). Údaje o výskytu DEZ jsme zaslali na jednotlivé regionální odbory ministerstva zemědělství ČR Středočeského regionu se žádostí o prověření a doplnění údajů spolu s nabídkou bezplatného zpracování ideového návrhu využití DEZ. S pracovníky některých regionů (Nymburk, Mladá Boleslav, Beroun, Praha-východ) a podniků jsme osobně

projednali produkci i možnosti využití. Databázi s 89 zdroji jsme konzultovali, upřesnili a doplnili o výsledky šetření provedené Státní energetickou inspekcí v Praze. Do šetření byly zahrnuty i odpady ze zpracování a těžby dřeva podniků nepatřících do resortu MZe ČR.

Novou metodu hodnocení energetických investic používanou ve státech Evropského společenství, upravenou pro naše podmínky, jsme ověřovali na reálném příkladu využití druhotného tepla ze s. p. Spolana Neratovice pro vyhřívání skleníků ve Společném zemědělském podniku Tišice.

VÝSLEDKY

Považujeme-li výskyt DEZ agropotravinářského komplexu ve Středočeském regionu za dostatečně reprezentativní, vyplývá ze souhrnné tab. I, že druhotná paliva - zvláště odpady ze zpracování dřeva - se využívají podstatně více (35,8 % celkové produkce) než druhotné teplo (6,35 % celkové produkce). Rovněž při srovnání výskytu DEZ v r. 1985 byl poměr využitých zdrojů obdobný. Tato situace zřejmě vyplývá z možností technického řešení a z výšky investičních nákladů na utilizační zařízení, které jsou u zařízení pro spalování odpadů řádově nižší než při využívání druhotného tepla. (Tab. je na str. 365.)

Obecně je ovšem ze zpracovaného přehledu jasné, že celkový podíl využívání DEZ je nízký (Adamský et al., 1992). Dosahuje jen 42,15 % celkové roční produkce. Roční nevyužitá produkce DEZ Středočeského regionu v hodnotě 1 430,23 TJ reprezentuje např. energetickou hodnotu 95 350 t kvalitního hnědého uhlí E 150 o výhřevnosti 15 MJ.kg⁻¹. Při srovnání s výsledky sledování v r. 1986, ve kterém nebyly hodnoceny provozy v regionu Praha-město, lze konstatovat zhruba stejný podíl využití druhotných paliv, více než trojnásobné zvýšení využití druhotného tepla a přibližně 16 % snížení celkového podílu nevyužívaných DEZ.

Druhotná paliva, která se vyskytla ve sledovaném regionu, lze rozdělit takto:

1. Odpady z těžby a zpracování dřeva o výhřevnosti 8 - 14 MJ.kg⁻¹ (výjimečně 17 MJ.kg⁻¹) v množství 104 394 t.r⁻¹ (1 142 TJ.r⁻¹), tj. 46,19 % celkové roční produkce. Využíván je 810 TJ.r⁻¹, tj. 32,77 % celkové roční produkce.

2. Rafinační zbytky, dehty organické odpady (zdroji jsou zejména tukové závody) o výhřevnosti 37 - 41 MJ.kg⁻¹ v množství 300 t.r⁻¹ (11 TJ.r⁻¹), tj. 0,44 % celkové roční produkce. Využívá se 10 TJ.r⁻¹, tj. 0,4 % celkové roční produkce.

3. Potravinářské odpady o výhřevnosti 8 MJ.kg⁻¹ v množství 8 600 t.r⁻¹ (65 TJ.r⁻¹), tj. 2,63 % celkové produkce. Využívá se beze zbytku.

Druhotné teplo se vyskytuje ve sledovaném regionu ve formě:

1. Přehřáté páry a kondenzačního tepla NH₃ o teplotě 85 - 150 °C v množství 398,92 TJ.r⁻¹, tj. 16,14 % celkové produkce. Využívá se 6,2 TJ.r⁻¹, tj. 0,25 % celkové roční produkce.

2. Kondenzátu brýdových par o teplotě 65 - 70 °C v množství 530,2 TJ.r⁻¹, tj. 21,45 % celkové produkce. Využívá se 23,1 TJ.r⁻¹, tj. 0,94 % celkové roční produkce.

3. Chladicí vody o teplotě 15 - 60 °C v množství 325,01 TJ.r⁻¹, tj. 13,15 % celkové produkce. Využívá se 127,6 TJ.r⁻¹, tj. 5,16 % celkové roční produkce.

Ekonomická efektivnost

Stěžejní otázkou nejen při využití DEZ, ale v každém energetickém systému zůstává ekonomická efektivnost, která uživateli prokazuje vhodnost či nevhodnost navrženého systému.

Řada energetických systémů je výhodná z hlediska společnosti, ale nikoliv z hlediska uživatele. Jedná se zejména o energetické investice, které určitým způsobem zajišťují lokální zlepšení ekologických vlivů. Tady výpočet ekonomické efektivity musí ukázat, jak by měla v případě zájmu společnost uživateli pomoci, aby systém mohl realizovat bez finanční újmy. Důležitou otázkou je tedy metodika hodnocení efektivity energetického systému. Metodika by měla být především srozumitelná, průhledná, obecně použitelná a názorná. Měla by umožnit přesně stanovit kritéria cen paliv a energie, při kterých je za určitých investičních nákladů, při bankovních úrocích a požadavcích zhodnocení vložených finančních prostředků systém pro uživatele efektivní. Výsledky výpočtů ekonomické efektivity podle různých metod nám ukázaly, že uvedené požadavky nejlépe splňuje metoda výpočtu čisté hodnoty zisku, používaná ve státech Evropského společenství (R i v a , 1992).

V příspěvku chci ukázat použití upravené metody na praktickém příkladu využití druhotného tepla ze s.p. Spolana Neratovice pro vytápění skleníků ve SZP Tišice a porovnat případ, kdy odpadním teplem nahrazujeme lehký topný olej (dále LTO), jak je tomu ve skutečnosti, a případ, kdybychom nahrazovali hnědé uhlí.

Z návrhu technického řešení (A d a m o v s k ý , P a l e č k o , 1981) vyplývá:

- roční úspora energie $q_o = 105,4$ TJ, tj. 2 518 t LTO,
- roční zvýšení spotřeby elektrické energie pro pohon oběhových čerpadel $q_e = 1\,000$ MWh,
- investiční náklady $I = 10\,696\,400$ Kčs,
- roční zvýšení nákladů na opravy a údržbu $N_u = 267\,410$ Kčs,
- roční zvýšení nákladů na mzdy $N_m = 10\,000$ Kčs,
- doba životnosti zařízení $T_z = 20$ let.

Ve výpočtu uvažujeme následující ceny paliv a energie:

- lehký topný olej $c_{LTO} = 165,63$ Kčs.GJ⁻¹,
- hnědé uhlí o výhřevnosti 15,5 MJ.kg⁻¹ $c_u = 41,96$ Kčs.GJ⁻¹,
- elektrická energie $c_e = 1\,000$ Kčs.MWh⁻¹,
- druhotné teplo dodávané ve formě vody o teplotě 50 °C $c_o = 20$ Kčs.GJ⁻¹.

1. ZÁKLADNÍ METODA

Pro stanovení hodnoty čistého zisku vypočteme:

- a) roční hrubý zisk dosažený nižší cenou energie HZ,
- b) roční rozdíl provozních nákladů N,
- c) roční sumu hrubého zisku a změny provozních nákladů HZN,
- d) podle bankovní úrokové míry i přepočteme roční zisky na rok investice PNB,
- e) suma PNB za dobu života zařízení T_z a investice I dává finanční zisk, resp. ztrátu NPV,
- f) index ziskovosti P_i .

Platí vztahy:

$$HZ = q_o (c_{LTO} - c_o) - q_e \cdot c_e \quad (\text{Kčs} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (1)$$

$$N = N_u + N_m \quad (\text{Kčs} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (2)$$

$$HZN = HZ - N \quad (\text{Kčs} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (3)$$

$$PNB_n = HZN / (1 + i)^n \quad (\text{Kčs} \cdot \text{r}^{-1}) \quad (4)$$

$$TNB = \sum_{n=1}^{T_i} PNB_n \quad (\text{Kčs}) \quad (5)$$

$$NPV = TNB - I \quad (\text{Kčs}) \quad (6)$$

$$P_i = \frac{NPV}{I} \quad (-) \quad (7)$$

Dosažením konkrétních hodnot do vztahu dostaneme využitím druhotného tepla při náhradě:

LTO	Hnědé uhlí
$HZ = 15\,820\,786 \text{ Kčs.r}^{-1}$	$HZ = 3\,461\,582 \text{ Kčs.r}^{-1}$
$N = 277\,410 \text{ Kčs.r}^{-1}$	$N = 277\,410 \text{ Kčs.r}^{-1}$
$TNB = 132\,329\,523 \text{ Kčs}$	$TNB = 29\,470\,401 \text{ Kčs}$
$I = 10\,696\,400 \text{ Kčs}$	$I = 10\,696\,400 \text{ Kčs}$
$NPV = 121\,633\,133 \text{ Kčs}$	$NPV = 18\,774\,001 \text{ Kčs}$
$P_i = 11,37$	$P_i = 1,75$

Vyhodnocení energetické investice základní metodou ukazuje, že index ziskovosti P_i je v obou případech kladný. Z výpočtu vyplývá, že v případě náhrady LTO druhotným teplem se vložená investice vrátí uživateli za dobu životnosti více než desetkrát, při náhradě hnědého uhlí 1,7krát. V praxi se kladná hodnota indexu ziskovosti považuje za podmínku nezbytnou, ale nikoliv postačující pro efektivnost investice. Proto se ve složitějších a investičně náročných energetických systémech provádí analýza efektivnosti podle tzv. úplné metody.

2. ÚPLNÁ METODA

Finanční zisk, resp. ztráta NPV a index ziskovosti P_i jsou úzce závislé na ceně paliva a energie, kterou šetříme P_s , bankovní úrokové míře i_b a úrokové míře požadované uživatelem i_u , resp. míře návratnosti investice, kterou považuje uživatel za atraktivní. Je zřejmé, že musí platit $i_u > i_b$, protože investice je pro uživatele zajímavá pouze v případě, že míra návratnosti je vyšší než bankovní úrok.

Analýza citlivosti výpočtu ukáže tyto parametry:

- vliv změn cen paliv a energie,
- kritické ceny energie, které rozhodují o tom, zda technologie bude hospodárná,
- vliv finančních limitů obecně spjatých s úrokovou mírou.

Index ziskovosti P_i je spojen s cenou nahrazované energie P_s lineární rovnicí

$$P_i = a + b \cdot P_s \quad (-) \quad (8)$$

kde konstanty a , b závisí na technologických a ekonomických charakteristikách. Když se k P_s přidruží změny v úrokových mírách, pak se v karteziánské soustavě $P_s - P_i$ objeví v grafu tzv. nůžky, které procházejí souřadnicemi $(x_a, -1)$.

V praktických výpočtech uvažujeme průnik tvořený třemi přímkami, pro které jsme si definovali úrokové míry ($i = 0$, $i = i_b$, $i = i_u$). Pak v bodech, kde $P_i = 0$ (resp. $NPV = 0$), přímky definují čtyři ceny energie (x_a, x_b, x_c, x_d) podle toho, která konkrétní podmínka je splněna.

Rovnice přímk v rovině $P_s - P_i$ jsou určeny:

$$x_a = \frac{N(o)}{T_z \cdot E} \quad (\text{Kčs.GJ}^{-1}) \quad (9)$$

$$x_b = \frac{N(o) + I}{T_z \cdot E} \quad (\text{Kčs.GJ}^{-1}) \quad (10)$$

$$x_c = \frac{N(i_b) + I}{A(i_b) \cdot E} \quad (\text{Kčs.GJ}^{-1}) \quad (11)$$

$$x_d = \frac{N(i_u) + I}{A(i_u) \cdot E} \quad (\text{Kčs.GJ}^{-1}) \quad (12)$$

- kde: $N(o)$ - náklady na údržbu, opravy a mzdy za dobu životnosti (Kčs),
 $N(i_b), N(i_u)$ - náklady na údržbu, opravy a mzdy za dobu životnosti při úrokové míře i_b, i_u (Kčs),
 E - roční úspora energie (GJ.r^{-1}),
 $A(x)$ - finanční veličina zohledňující úrokové míry za dobu životnosti

$$A(x) = \frac{(1+x)^{T_z} - 1}{x \cdot (1+x)^{T_z}} \quad (13)$$

Vypočtené ceny energie pak porovnáme se současnou cenou energie P_a .

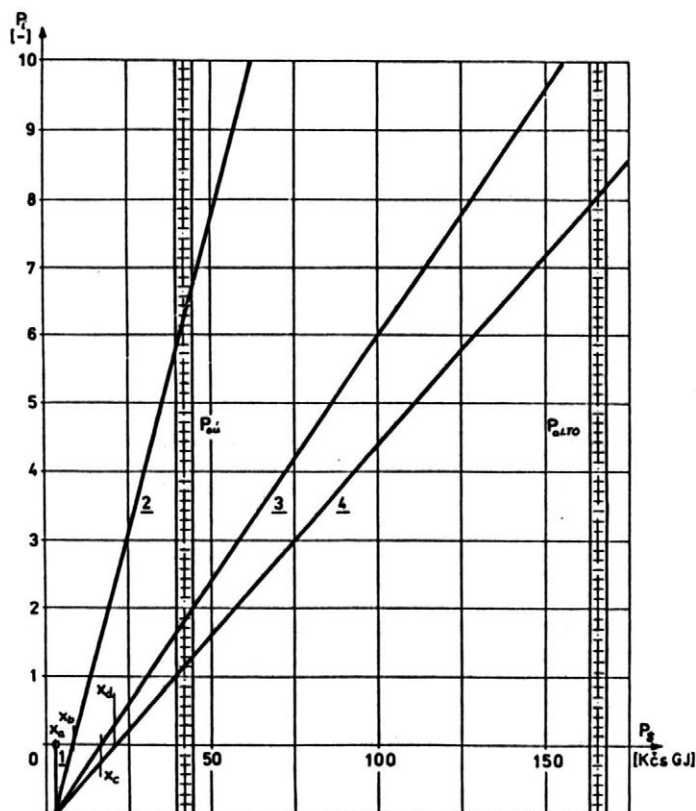
Může se vyskytnout následujících pět situací:

- $P_a < x_a$ - systém není efektivní, protože roční provozní náklady jsou vyšší než zisky ($P_i < 0$);
- $x_a < P_a < x_b$ - systém není efektivní, roční zisky jsou sice vyšší než provozní náklady, ale počáteční investice se za dobu životnosti nevrátí i v případě, že požadovaná úroková míra je nulová;
- $x_b < P_a < x_c$ - systém je efektivní v případě, kdy úroková míra je nulová, resp. menší než bankovní úrok i_b ;
- $x_c < P_a < x_d$ - systém je efektivní, když pro rozvalu použijeme úrokovou bankovní míru i_b ;
- $x_d < P_a$ - ekonomická efektivnost systému je vyšší než u uživatelem požadované minimum úrokové míry.

Výsledky výpočtu analýzy citlivosti vzhledem k úrokovým mírám $i_b = 10\%$, $i_u = 15\%$, uvažované účinnosti zdrojů pro spalování LTO 0,9, hnědého uhlí 0,65 a účinnosti rozvodu oteplené odpadní vody 0,9:

$N(o) = 5\,548\,200$ Kčs	$x_a = 2,9$ Kčs.GJ ⁻¹
$E = 95,52$ TJ.r ⁻¹	$x_b = 8,5$ Kčs.GJ ⁻¹
$N(i_b) = 2\,361\,747,7$ Kčs	$x_c = 16,05$ Kčs.GJ ⁻¹
$N(i_u) = 1\,736\,401,1$ Kčs	$x_d = 20,79$ Kčs.GJ ⁻¹
$A(i_b) = 8,51$	
$A(i_u) = 6,26$	

Pro cenu LTO $P_{aLTO} = 165,63$ Kčs.GJ⁻¹ a hnědého uhlí $P_{au} = 41,96$ Kčs.GJ⁻¹ jsou výsledky analýzy znázorněny na obr. 1.



1. Průběh změny ceny paliva P_s v závislosti na indexu ziskovosti P_i - The curve of changes in the fuel price P_s in dependence on the profitability index P_i

P_i - index ziskovosti (-) - profitability index

P_s - cena paliva (Kčs.GJ⁻¹) - fuel price (Kčs/GJ)

P_{au} - cena hnědého uhlí 41,96 Kčs.GJ⁻¹ - brown coal price 41.96 Kčs/GJ

P_{olTO} - cena lehkého topného oleje 165,63 Kčs.GJ⁻¹ - light heating oil price 165.63 Kčs/GJ

1 - průběh změny při investičních nákladech $1 = 0$, úrokové míře $i = 0$

1 - curve of the change at investment costs $1 = 0$, interest rate $i = 0$

2 - průběh změny při úrokové míře $i = 0$ - curve of the change at the interest rate $i = 0$

3 - průběh změny při úrokové míře $i = i_b$ - curve of the change at the interest rate $i = i_b$

4 - průběh změny při úrokové míře $i = i_d$ - curve of the change at the interest rate $i = i_d$

x_a, x_b, x_c, x_d - ceny paliva při $P_i = 0$ (Kčs.GJ⁻¹) - fuel prices at $P_i = 0$ (Kčs/GJ)

V této metodě ekonomického hodnocení energetických investic se rovněž používá ukazatel vnitřní míry návratnosti investice VMN . Podle definice je tento ukazatel vlastně úroková míra, která redukuje vypočtený finanční zisk NPV na nulovou hodnotu. Pro rovnici (6) platí tedy:

$$TNB - I = 0$$

Je zřejmé, že platí následující vztahy:

$$P_a = x_b \Rightarrow VMN = 0$$

$$P_a = x_c \Rightarrow VMN = i_b$$

$$P_a = x_d \Rightarrow VMN = i_u$$

$$P_a > x_d \Rightarrow VMN > i_u$$

$$P_a < x_b \Rightarrow VMN < 0$$

$$x_b < P_a < x_c \Rightarrow 0 < VMN < i_b$$

$$x_c < P_a < x_d \Rightarrow i_b < VMN < i_u$$

I. Druhotné energetické zdroje agropotravinářského komplexu Středočeského kraje - Secondary energy sources of the Agrifood Complex of the Central Bohemian Region

Region ¹	Roční produkce DEZ ²	Druhotná paliva ³		Druhotné teplo ⁶		Využití DEZ celkem ⁷	Nevyužití DEZ celkem ⁸
		využitá ⁴	nevyužitá ⁵	využitá ⁴	nevyužitá ⁵		
		TJ/r	TJ/r	TJ/r	TJ/r		
Benešov	217,10	0	203	0	14,10	0	217,10
Beroun	12,00	10	2	0	0	10,00	2,00
Kladno	138,65	11	2	7,40	118,25	18,40	120,25
Kolín	269,65	97	0	15,00	157,65	112,00	157,65
Kutná Hora	265,75	125	0	0	140,75	125,00	140,75
Mělník	416,22	29	0	26,40	360,82	55,40	360,82
Mladá Boleslav	177,87	122	4	6,22	45,65	128,22	49,65
Nymburk	175,07	36	0	91,10	47,97	127,10	47,97
Praha - východ	67,10	0	0	0	67,10	0	67,10
Praha - město	127,49	0	0	5,50	121,99	5,50	121,99
Příbram	469,52	390	70	5,28	4,24	395,28	74,24
Rakovník	135,71	65	52	0	18,71	65,00	70,71
Celkem	2472,13	885	333	156,90	1097,23	1041,90	1430,23
Procentuální vyjádření (%)	100,00	35,80	13,47	6,35	44,38	42,15	57,85

¹region, ²annual output of secondary energy sources, ³secondary fuels, ⁴utilized, ⁵unutilized, ⁶secondary heat, ⁷utilized SES in total, ⁸unutilized SES in total

DISKUSE A ZÁVĚR

Výsledky sledování prokázaly, že agropotravinářský komplex produkuje značné množství DEZ, využitelné ve vlastních i cizích provozech v přímých i nepřímých energetických systémech. Prověření konkrétních možností využití DEZ vyžaduje, jak ukázaly ohlasy z jednotlivých regionů, další podrobné šetření.

Důležitou otázkou využití DEZ je návratnost investic použitých na realizaci zejména ve složitých a investičně náročných nepřímých energetických systémech, zajišťujících zvýšení energie druhotného tepla pomocí tepelných čerpadel, termokompresorů, tepelných transformátorů nebo konverzi druhotného tepla na elektrickou energii např. v organických

Rankine-Clausiových cyklech. Uvedená metoda hodnocení ekonomické efektivity podle čisté hodnoty zisku a následná analýza zohledňující úrokové míry i cenu nahrazení energie, aplikovaná na příkladu hodnocení přímého systému využití druhotného tepla pro vytápění zakrytých pěstebních ploch, umožňuje stanovit konkurenceschopnost návrhu energetického systému. Podle uvedené metody můžeme definovat konkurenceschopnost návrhu buď jako dobrou, když cena nahrazované energie P_a je vyšší než x_d , nebo zlepšitelnou, když P_a je nižší než x_d a vyšší než x_b , a negativní, když P_a je nižší než x_b .

Vzhledem k tomu, že realizace systémů využívání DEZ - zejména druhotného tepla - lze často kvalifikovat jako přechod na ekologické palivo a úsporu primárního paliva, může uvedená metoda uživateli rovněž pomoci specifikovat nároky na daňové úlevy a účelové dotace poskytované vládními orgány (např. úleva daně z pozemku a daně ze zastavěné plochy na dobu 15 let, dotace na realizaci opatření ke snižování energetické náročnosti atd.).

Literatura

- ADAMOVSKEJ, R. et al.: Inventarizace a rozbor možností využití odpadního tepla. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZT 1986.
- ADAMOVSKEJ, R. et al.: Výskyt a návrh možností využití druhotných energetických zdrojů v agropotravní komplexu Středočeského regionu. [Výzkumná zpráva.] Praha, VŠZ 1992.
- ADAMOVSKEJ, R. - PALEČKO, M.: Využití odpadního tepla v k. p. Spolna Neratovice pro výrobu zeleniny ve SZP Tišice. In: Mechanizace zemědělství. 7. SZN Praha, 1981, s. 277.
- RIVA, G.: Utilization of renewable energy sources in agriculture and energy-saving technologies. Institute of Agricultural Engineering University of Milano, 1992.

Došlo 2. 9. 1992

ADAMOVSKEJ, R. (University of Agriculture, Praha): *The results of investigation into the occurrence of secondary power sources in the agri-food complex*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 359-366.

In the paper the results are processed and evaluated with respect to investigations into the occurrence of secondary power sources in the agri-food complex in the Central Bohemian region. The results of this evaluation have shown that it is possible to classify the secondary power sources which come from food-processing plants as follows: secondary fuels (refuse from woodworking industries, refinery residues, tars, organic refuse, food-industry refuse) amounting to 49.26 % of the yearly output, and secondary heat (cooling water, superheated steam and heat of coolant condensation, condensates) amounting to 50.74 % of the yearly output. Of the total yearly output of secondary power sources amounting to 2,427.3 TJ, only 42.15 %, i.e. 1,042.07 TJ/year, are utilized at present. Secondary fuels are utilized on a much larger scale (35.8 % of the yearly output) than secondary heat (6.35 % of the yearly output). The proposed power system of the utilization of low-potential secondary heat for glasshouse heating for forced vegetable production is evaluated in detail in economic terms with respect to the prediction of power savings (105.4 TJ/year) based on the calculation of the net profit value used in the countries of the European Community. The results of this economic evaluation have shown that the proposed system can already be effective for the fuel price higher than 20.8 Kčs/GJ (while the fuel consumption continues to decrease) as large amounts of power can be saved due to the secondary heat utilization, an increase in the electricity consumption is relatively low and the price of secondary heat is also low.

agri-food complex; secondary energy sources; secondary heat; secondary fuels; secondary pressure energy; energy system; economic effectiveness; profit rate index; fuel and energy prices

Adresa autora:

Doc. ing. Radomír A d a m o v s k ý, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

HODNOCENÍ MLÉKA POMOCÍ ABSOLUTNÍCH A RELATIVNÍCH KONDUKTOMETRŮ ZAHRANIČNÍ A TUZEMSKÉ PROVENIENCE

R. Janál, J. Louda, J. Švasta

JANÁL, R. - LOUDA, J. - ŠVASTA, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Hodnocení mléka pomocí absolutních a relativních konduktometrů zahraniční a tuzemské provenience*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 367-376.

Bylo proměřeno mléko jednotlivých čtvrtí vemene dojníc zdravých i nemocných přímo ve stáji řadou konduktometrů relativních i absolutních a výsledky byly srovnány s NK-testy a cytologickým i bakteriologickým vyšetřením mléka i dojnice.

relativní a absolutní konduktivita; použití přenosných přístrojů ve stájích; porovnání výsledků a postupů; konduktivita mléka čtvrtí

Cílem práce bylo porovnat výsledky na farmě a v laboratoři, získané přenosnými i laboratorními přístroji tuzemského i zahraničního původu od různých firem, použitou metodiku, výhody nebo nevýhody jednotlivých přístrojů a metodik a jejich využití v zemědělské prvovýrobě. Byla srovnávána absolutní i relativní konduktivita mléka čtvrtí a jejich význam pro praktické hodnocení mléka i dojnice faremními pracovníky a soukromými zemědělci.

Měření jsme prováděli na farmě Horoměřice ZD Velké Přílepy u 20 dojníc tak, že mléko čtvrtí jsme odebrali po odstříku před nasazením dojícího stroje do palet relativního konduktometru MAT-4 a do vzorkovnic pro cytologické, bakteriologické vyšetření a NK-testy. Pak jsme mléko přečerpali do palet relativního konduktometru EVM-4 a po změření konduktivity do vzorkovnic pro měření absolutní konduktivity (dále γ) jednotlivými přístroji.

Pro zachování srovnatelnosti vzorků jsme ve všech přístrojích použili stejný vzorek mléka a všechna měření jsme prováděli do dvou hodin od nadojení. Vzorky mléka pro laboratoře jsme odebrali do sterilních zkumavek a vzorkovnic a převezli v termoboxech do příslušných laboratorů ve Výzkumném ústavu mlékárenském a Vysoké škole zemědělské v Praze.

Použité konduktometry byly buď speciálně konstruovány pro měření mléka, nebo byly použity univerzální konduktometry pro měření kapalin, upravené pro měření mléka i podmínky farem.

Postup měření směřoval od relativní konduktivity k absolutní s následujícím sledem použitých přístrojů.

Nejprve byly použity dva typy relativních konduktometrů, které se v zahraničí nevyrábějí; použili jsme vývojových typů tuzemské výroby - staršího EVM-4 a novějšího MAT-4. U obou typů se vzorky mléka jednotlivých čtvrtí odebíraly do přístrojových palet.

Faremní přístroje pro měření absolutní konduktivity lze rozdělit na přístroje s teplotní kompenzací a bez teplotní kompenzace. S kompenzací na teplotu 25 °C byly použity přístroje tří firem: japonské firmy Eisai pro mléko s jedním odběrovým kalíškem a tuzemských firem Agrotherm Brno pro kapaliny (typu EC-3 a 5) a STS Červený Kostelec (typu ZD 8-016 a 022) pro mléko. Přístroje obou firem předpokládají jediné odběrové místo se zabudovaným kalíškem.

Dále byly použity přístroje bez teplotní kompenzace dvou firem: polské firmy Zakład elektroniki se zabudovaným odběrovým kalíškem a slovenské firmy Elpo Povážské Podhradie s konektorem pro připojení odběrového kalíšku. Další přístroj tuzemské firmy VDI Obzor v Plzni je ve spojení s paletou pro čtvrtové vzorky mléka upraven pro měření mléka prvních stříků před zahájením dojení. Pro kontrolu rozptylu měření a přístrojů byly použity tři přístroje AIV 023 stejné firmy.

Jako laboratorní přístroj byl použit výrobek maďarské firmy Radelkis, který měří vodivost kapalin v širokém rozsahu na dvou frekvencích: 80 Hz a 3 kHz. Konduktivita γ vzorku kapaliny se stanoví výpočtem ze srovnávacího měření v cejchovacím roztoku KCl nebo pomocí předem vypočtené konstanty přístroje.

POPIS PŘÍSTROJŮ

Oba typy relativních konduktometrů, které jsme vyvinuli, odebírají mléko do speciálních komparačních palet, kdy se γ mléka čtyř čtvrtí okamžitě porovnává podle vybraných vztahů (Janál, 1981) a vyhodnocují se rozdíly mezi γ mléka čtvrtí dojnice, případně odchylky od nějakého standardu.

Přístroj MAT-4 byl vyvinut v roce 1984 a ověřován ve Výzkumném ústavu živočišné výroby v Praze-Uhřetěvsi, kde autoři obhájili výzkumnou zprávu (Pilz et al., 1987), přičemž výsledky zkoušek byly publikovány ve Sborníku VŠZ (Janál, Louda, 1987, 1988). Přístroj vyznačí pomocí svítících diod LED naměřené rozdíly v konduktivitě mléka čtvrtí do 10, 15 nebo 20 %. Protože se nenašel výrobce, byl přístroj dále upravován až do konečné verze MAT-4, který současně ukáže i nižší nebo naopak vyšší hodnotu konduktivity některé čtvrtě mimo nastavený rozsah. Tím se původní „mastitometr“ rozšířil i na indikátor anomálií, nemoci, stresů, říje aj.

Jako absolutní konduktometry jsme použili deseti přístrojů sedmi firem ze čtyř států.

Digitální přenosný měřič elektrické vodivosti EC-3 nebo EC-5 v kapesním provedení tuzemské firmy Agrotherm Brno je určen pro měření kapalin, vody, medu aj. přímo v terénu. Přístroje mají malou hmotnost 235 g a kapesní rozměry s bateriovým napájením 9 V (na 3000 měření). Z těchto důvodů jsou vhodné jako přenosné přístroje nejen pro mléko, ale i do stáji apod. Pro odběr mléka ve stáji je nutné prodloužit spojovací kabel k přístroji a zvětšit odběrový kalíšek tak, aby bylo dosaženo lepšího odstříku do tohoto malého prostoru ($r = 1$ cm, $h = 3$ cm, přičemž objem mléka 2-3 cm³ postačuje).

V přístroji je použito doporučené zapojení A/D převodníku 7106 ve spojení s 3,5místným zobrazovačem s kapalnými krystaly. Měrná vodivost vzorků je snímána uhlíkovou sondou s teplotní stabilizací přes osmibitový multiplexer, který je řízen 14bitovým čítačem s vlastním hodinovým kmitočtem 455 kHz. Přístroje měří v rozsahu 0 až 2 S.m⁻¹ s přesností $\pm 0,01$ S.m⁻¹ v rozsahu teplot 15 až 30 °C a kompenzací snímané hodnoty γ na teplotu 25 °C.

Přenosný přístroj Milk Checker japonské firmy Eisai je vybaven teplotní kompenzací také na teplotu 25 °C. Digitální displej ukazuje hodnotu vodivosti mléka odstříknutého

do zabudovaného kalíšku v mS, ale při vzdálenosti pozlacených elektrod 1 cm od sebe lze přepočítat vodivost G na konduktivitu γ v $S \cdot m^{-1}$. Přístroj měří v rozsahu teplot 3 až 40 °C a konduktivitu v rozsahu 0 až 1,3 $S \cdot m^{-1}$ s přesností na 3 % ± jedno místo digitálního trojmístného displeje. Tento bateriový přenosný přístroj o hmotnosti 200 g s proudovou spotřebou 0,58 mA a napájením dvakrát 1,5 V je provozuschopný po dobu 40 hodin.

Jako třetí přístroj s teplotní kompenzací a se zabudovaným kalískem pro odebrané mléko a digitálním displejem je přenosný bateriový přístroj firmy STS Červený Kostelec, kde se vyráběl v období 1988 - 1990 ve dvojnásobném provedení: ZD 8-016 a ZD 8-022. Jde o napájení 9 V baterií s teplotní kompenzací v rozsahu teplot 10 - 35 °C s přesností ± 2,5 %. Tato kompenzace je pomalá s časovým ustálením do 60 s, což neumožňuje u dojnice odběr mléka čtyř čtvrti za sebou rychle do dvou minut. Na čele plastické krabice je digitální ukazatel a sonda je v čele s válcovou krytkou pro směsné mléko - bazénové - a nálevkou pro měření mléka čtvrti. Přístroj měří v rozsahu 0,25 do 0,990 $S \cdot m^{-1}$.

Přenosný přístroj Semic-mastitis detektor bez kompenzace je vyroben polskou firmou Zaklad elektroniki s podobně zabudovaným odběrovým kalískem jako japonský přístroj a signalizuje opticky zelenou a červenou žárovkou i zvukově přerušovaným signálem hodnotu konduktivity odebraného vzorku mléka. Výsledky měření s tímto přístrojem jak v Polsku, tak v Praze byly publikovány ve společné práci s pracovníky Akademie Rolniczej v Krakově (J a n á l et al., 1991). Přístroj je vybaven bateriovým napájením šesti monočlánky po 1,5 V v samostatné skříňce, takže vlastní měřicí přístroj rozměrů 135 x 60 x 35 mm je beze zdroje. Jako elektrody jsou použity dvě ocelové plochy 15 mm², které lze při čištění deformovat: proto je nutné přístrojem naměřené hodnoty nárazově kontrolovat, aby nedošlo ke zvýšení uváděné 5% chyby. Při zjištění odchylky je nutné stanovit korekční faktor.

Přenosný přístroj Conductivity Meter ELKO-2 slovenské firmy ELKO z Povážského Podhradia má konektorovou přípojku k ponorné sondě se čtyřmi uhlíkovými elektrodami a 9 V zabudovaným napájením. Přístroj odečítá hodnoty na displeji a je vybaven nastavovacím prvkem nuly a indikací poklesu napětí baterie. Velikost přístroje odpovídá japonskému přístroji s tím, že měří pomocí ponorné sondy v odebraném vzorku mléka. Přístroj se automaticky zapíná zasunutím konektoru sondy a měří v rozsahu 0,25 až 0,9 $S \cdot m^{-1}$ s přesností do 5 %.

Laboratorní síťový přístroj Conductivity Meter typu OK-102/1 maďarské firmy Radelkis pracuje s 2% přesností v širokém rozsahu hodnot vodivosti G od μS do S volbou přepínače na dvou frekvencích 80 a 3000 Hz. Naměřené hodnoty vodivosti G se přepočítávají na konduktivitu γ pomocí konstanty přístroje udané v návodu od 70 do 120 m^{-1} a musí se proto určit pomocí cejchovacích roztoků KCl o různé koncentraci a v závislosti na teplotě. Přístroj pracuje s dlouhou skleněnou ponornou sondou pro praxi nevhodnou s třemi radiálně umístěnými elektrodami z počeměně platiny (vyžadující pravidelnou údržbu). Při správném stanovení konstanty a ponoření elektrod pracuje s 2% přesností.

Jako poslední typ přenosných bateriových přístrojů byl použit výrobek české firmy VDI Obzor v Plzni s ponornými snímači se čtyřmi uhlíkovými elektrodami, zabudovanými v odběrové paletě pro mléko čtvrti. Tyto přístroje označené AIV 023 pracují s přesností do 5 % a signalizace se provádí pomocí světelného vyvážení mostu. Přístroje lze nabíjet zvonkovým transformátorem nebo lze použít jako zdroj 12 alkalických článků po 1,5 V. Tyto přístroje, jejichž výroba byla nyní zastavena, se používají jak na Akademii Rolniczej v Lublinu i Krakově, tak na univerzitě v Lipsku. Společné výsledky měření na farmách uvedených oblastí byly publikovány ve společné práci s pracovníky univerzity

v Lipsku ve veterinárních časopisech (W e h o w s k y et al., 1988). Pro současné měření byly použity tři přístroje pro zjištění možného rozptylu naměřených hodnot.

Pro práci s konduktometry a jejich využitím v zemědělské prvovýrobě byla vypracována metodika, vydaná ÚVTIZ Praha (J a n á l et al., 1988) a celá teorie využití přístrojů a konduktivity v praxi byla zpracována do monografie (J a n á l , 1986).

VLASTNÍ MĚŘENÍ A VÝSLEDKY

Pro srovnání použitých 11 absolutních konduktometrů sedmi firem bylo provedeno měření teplotní závislosti mléka z tanku farmy v rozsahu teplot 7 - 39 °C. Jedině laboratorní maďarský přístroj měřil konduktivitu nepřímou pomocí vodivosti, která se dále musí přepočítat. Další tři firmy kompenzují naměřenou hodnotu automaticky na hodnotu konduktivity při teplotě 25 °C. Jen u tří firem bylo možné uvedenými přístroji stanovit teplotní závislost konduktivity $\gamma(t)$ (tab. I).

Teplotní kompenzace u japonského přístroje trvá 2 s, u tuzemských přístrojů firem Agrotherm do 10 s a u firmy STS Červený Kostelec do 60 s. Naměřené hodnoty γ kolísaly v rozsahu teplot 15-25-35 °C v rozsahu 5 %, např. u přístroje Milk Checker 0,47-0,5-0,48 S.m⁻¹, u přístroje EC 0,481-0,47-0,46 S.m⁻¹ a u ZD 8 0,52-0,54-0,53 S.m⁻¹.

Získaná teplotní závislost v uvedeném teplotním rozsahu dosáhla vysokého koeficientu korelace nad 0,966 a přibližně stejné směrnice i vypočtené hodnoty konduktivity při teplotě 25 °C (tab. I) - (0,4985 ± 0,006) S.m⁻¹.

Průměrná hodnota konduktivity vypočtená pomocí deseti přístrojů šesti firem pro teplotu 25 °C byla (0,4952 ± 0,0307) S.m⁻¹ s výjimkou přístroje Semic z Polska, kde vychází jen 0,304 S.m⁻¹. Přístroj Semic má pevně zabudované kovové elektrody, které nelze seřídít. Přístroj vyžaduje vnitřní úpravu, neboť v celém teplotním rozsahu je nutné k naměřeným hodnotám přičíst hodnotu +0,2 S.m⁻¹.

K vlastnímu měření na farmě bylo vybráno 20 dojnic v různém období laktace, přičemž u dvou dojnic na základě vyšetření veterinární pracovníci zjistili nález PP ++ (č. 65012 a 64224). Ostatní dojnice byly podle tohoto vyšetření zdravé.

Provedeným NK-testem byly obě dojnice potvrzeny jako nemocné a dále byly vytypovány další tři dojnice (64613, 44287, 44245). Na základě NK-testu došlo ke shodě u dvou podle vyšetření pozitivních a 69 negativních čtvrtí a u devíti byl nesouhlas mezi vyšetřením a NK-testem, což je 12,7 %.

I. Srovnání naměřených hodnot γ (v S.m⁻¹) mléka farmy různými přístroji - Comparison of the values γ (S/m) recorded in milk of the farm on different conductometers

Přístroj ¹	r	$\gamma(t)$	γ_{20}	γ_{25}
	-	S.m ⁻¹		
EC-3, EC-5	-	-	-	0,481 - 0,46
Milk Checker	-	-	-	0,47 - 0,50
Radelkis	0,982	0,283 + 0,0086 t	0,455	0,498
Cond. Meter ELKO-2	0,966	0,280 + 0,0090 t	0,460	0,505
AIV-023	0,966	0,283 + 0,0083 t	0,450	0,492
Semic conductometer	0,968	0,071 + 0,0093 t	0,257	0,304
ZD 8-016	-	-	-	0,52 - 0,54

¹ conductometer

Na základě cytologického vyšetření bylo z 80 vzorků mléka čtvrti nalezeno 12 čtvrtí u sedmi dojníc s obsahem nad 500 tisíc buněčných elementů v 1 ml mléka a to shodně u obou pozitivně vyšetřených dojníc i tři dalších podle NK-testu. Nově byly indikovány dvě dojnice s čísly 18176 a 8635 (tab. II). U zbývajících 68 čtvrtí byl počet buněčných elementů od 50 do 500 tisíc v 1 ml mléka.

To znamená, že z 80 vzorků mléka čtvrtí bylo na základě cytologického vyšetření vytypováno 12 čtvrtí, z nichž 10 bylo potvrzeno NK-testem a jedna NK-testem naopak nepotvrzena. Znamená to shodu u deseti pozitivních, 67 negativních, což je celkem u 77 čtvrtí. U tří čtvrtí došlo k nesouhlasu na základě jediného měření mezi NK-testem a cytologickým vyšetřením; vyjádřeno v procentech je to 3,9 % čtvrtí.

Měření konduktivity probíhalo nejprve na relativních konduktometrech dvou typů s odpovídajícími paletami. Srovnání výsledků pozitivních čtvrtí s NK-testem a záznamem vyšetření je v tab. III. Relativní konduktometr MAT-4 vytypoval tři dojnice pozitivní a EVM-4 určil anomálie u sedmi čtvrtí čtyř dojníc, u nichž výsledky souhlasily jak s vyšetřením, tak s NK-testem (tab. III). Z 80 čtvrtí bylo vytypováno sedm pozitivně, 69 negativně shodně s NK-testem a čtyři vzorky nebyly relativním konduktometrem zaznamenány, tj. neshoda byla u 5 % čtvrtí. U NK-testu se ukazuje, že diagnóza 1 nebo 2 + je velmi diskutabilní i ve srovnání s ostatními výsledky na dalších přístrojích.

II. Počet buněčných elementů v tisících v 1 ml mléka čtvrtí - Somatic cell counts in thousand per 1 ml of udder quarter milk

Číslo dojnice ¹	Čtvrť a počet buněčných elementů (10^3 ml^{-1}) ²	
18176	LP = 620	
65012	LP = 2000	PP = 1200
64613	LP = 600	PP = 500
44287	LP = 650	PZ = 800
8635	LZ = 550	
44245	LP = 900	PP = 550
64224	PP = 700	PZ = 600

¹cow no., ²udder quarter and somatic cell counts

III. Srovnání nálezů na základě NK-testu obou relativních konduktometrů a záznamů vyšetření - Comparison of the data obtained from the NK-test of both relative conductometers and from examination records

Číslo dojnice ¹	Čtvrť ² (NK-test)				MAT-4	EVM-4	Záznam ³
	LP	PP	LZ	PZ			
65012	+++	+++			+	LP PP	PP ++
64613	++	+			-	-	-
44287	+	-	-	++	-	PZ	-
44245	++	++	-	-	+	LP PP	-
64224	-	+++	+	++	+	PP PZ	PP ++

¹cow no., ²udder quarter (NK-test), ³records

Mléko uvedených 80 čtvrtí u 20 dojníc mělo při teplotě 25 °C hodnoty γ v rozsahu 0,3 až 0,65 S.m⁻¹. Výsledky deseti absolutních konduktometrů se lišily podle teploty o 1 % při 0 °C a o 4 % při 40 °C, bereme-li u polského přístroje opravené hodnoty v celém rozsahu o +0,2 S.m⁻¹ větší.

Střední hodnota naměřených hodnot γ byla při teplotě 20 °C 0,457 S.m⁻¹ a konduktivita mléka farmy 0,455 S.m⁻¹. Proto byla jako hraniční hodnota pro danou farmu zvolena hodnota $\gamma = 0,490$ S.m⁻¹ a tuto hodnotu překročilo z 80 vzorků 12 u sedmi dojníc shodných s pozitivním nálezem cytologického vyšetření (tab. II). Pro zajímavost byly vytvořeny průměry hodnot γ uvedených 68 čtvrtí a mléka 12 anomálních čtvrtí i hodnoty nejnížší a nejvyšší (tab. IV).

U všech dojníc kolísaly hodnoty γ shodně u všech přístrojů v rozsahu chyb přístrojů. U většiny čtvrtí kolísaly hodnoty γ shodně a vytypovaly čtvrtě s minimální i maximální hodnotou γ . Z měření vyplynuly celkově nízké hodnoty u dojnice 54617 a o 15 % vyšší hodnoty γ u dojnice č. 64613 (pět dnů po porodu) a č. 18176. Rozdíly v γ čtvrtí jsou vystiženy v tab. V a vyjádřeny v procentech proti ostatním čtvrtím stejné dojnice. Pět dojníc z 20 sledovaných s větším rozdílem γ mezi čtvrtěmi se shoduje podle tab. V s výsledky v tab. III i podle NK-testů.

Vyjadříme-li shodu získaných čtvrtí nad 0,49 S.m⁻¹ se čtvrtěmi, u kterých byl zvýšený počet buněčných elementů nad 0,5 mil. v 1 ml mléka, pak bylo shodně osm pozitivních a 69 negativních čtvrtí a jen u tří došlo k neshodě u obou vyšetření, což je 3,9 %. Shoda stejných dojníc podle naměřené γ s NK-testem byla obdobně u osmi čtvrtí pozitivních a 69 negativních, což je opět 3,9 % neshody srovnáním obou testů - γ a NK-testů.

IV. Průměrné hodnoty γ podsouborů s vysokou i nízkou γ nebo vysokými rozdíly v γ mléka čtvrtí - The average values of the subsets with high and low γ or with large differences in γ of udder quarter milk

Dojnice ¹	Počet ⁷	γ (S.m ⁻¹)	s (S.m ⁻¹)
Normální ²	68	0,457	0,025
Anomální ³	12	0,531	0,064
s nejnížší γ ⁴	2	0,440	0,019
s nejvyšší γ ⁵	3	0,559	0,048
s vysokým rozdílem $\Delta\gamma$ ⁶	3	0,525	0,126

¹dairy cow, ²normal, ³anomalous, ⁴with the lowest γ , ⁵with the highest γ , ⁶with large difference $\Delta\gamma$, ⁷counts

V. Rozdíly v γ mléka čtvrtí stejné dojnice - The differences in γ of milk of the udder quarters of the same cow

Číslo dojnice ¹	Čtvrtě ²	Procento zvýšení γ ³
65012	LP PP	52
64613	LP PP	8
44287	LP PZ	12
44245	LP PP	28
64224	PP PZ	20

¹cow no., ²udder quarters, ³percentual increase

Celkový přehled hodnot a výsledků všech měření obsahuje tab. VI; z 80 odebraných vzorků mléka čtvrtí bylo 13 dojnic a 67 vzorků mléka čtvrtí negativních všemi testy a přístroji a sedm dojnic se 13 čtvrtěmi různě pozitivními, což dokumentuje tabulka.

Porovnání všech výsledků je obsaženo v tab. VII, odkud je shoda získaných výsledků průkazná. Nesouhlas ve všech testech se projevil u šesti čtvrtí různě indikovaných. Podle vyšetření a záznamu v knize byly ze sledovaných dojnic jen dvě čtvrtě pozitivní a dalších pět všemi metodami pozitivních uniklo na farmě jakékoliv kontrole. Časově prověřené výsledky a potvrdil následnou pozitivitu vytypovaných dojnic a čtvrtí.

VI. Výsledky všech sedmi testů u 20 dojnic a 80 vzorků mléka čtvrtí - The results of all seven tests in 20 dairy cows and 80 samples of udder quarter milk

Číslo dojnice ¹	NK-test ²	MAT-4	EVM-4	Záznam ³	Cytologie ⁴	γ	γ_{abs}
	-	γ_{rel}	γ_{rel}	-	(10^3 ml^{-1})	(%)	(S.m^{-1})
18176	-	-	-	-	LP - 620	-	LP - 0,487
65012	LP +++	+	LP	-	LP - 2000	LP - 52	LP - 0,647
	PP +++		PP	PP ++	PP - 1200	PP - 50	PP - 0,630
64613	LP ++	-	-	-	LP - 600	LP - 8	LP - 0,496
	PP +	-	-	-	PP - 500	PP - 6	PP - 0,472
44287	LP +	-	-	-	LP - 650	LP - 11	LP - 0,492
	PZ ++		PZ	-	PZ - 800	PZ - 12	PZ - 0,506
8635	-	-	-	-	LZ - 550	-	LZ - 0,486
44245	LP ++	+	LP	-	LP - 900	LP - 12	LP - 0,530
	PP ++		PP	-	PP - 550	PP - 8	PP - 0,472
64224	PP +++		PP	PP ++	PP - 700	PP - 20	PP - 0,606
	LZ +	+	-	-	-	-	-
	PZ ++		PZ	-	PZ - 600	PZ - 16	PZ - 0,592

For 1 - 3 see Tab. III, ⁴cytology

VII. Shoda vytypovaných anomálních čtvrtí všemi metodami a přístroji - The agreement of anomalous quarters detected by means of all methods and conductometers

Vyšetření ¹	Mez ²	Dojnice ³ 20	Čtvrť ⁴ 80	Souhlas ⁵	Metoda ⁶
1-cytologické ⁷	nad 0,5 mil.ml ⁻¹	7	12	10 čtvrtí	5
2-NK-test	1 až 4 +	5	11	10 čtvrtí	2, 1
				8 čtvrtí	5
3-veterinární ⁸	záznam na farmě	2	2	2 čtvrtě	1, 2, 4, 5
4-relativní γ ⁹	MAT-4	3	-	3 dojnice	1, 2, 3, 5
	EVM-4	4	7	7 čtvrtí	1, 2, 3, 5
5-absolutní γ ¹⁰	nad 0,485 S.m ⁻¹	7	10	10 čtvrtí	1
				8 čtvrtí	2

¹examination, ²limit, ³cow, ⁴quarter, ⁵agreement, ⁶method, ⁷cytological, ⁸veterinary, ⁹relative γ , ¹⁰absolute γ

Z pohledu konduktivity vytypovaly relativní konduktometry tři jednoznačně anomální dojnice z 20, z pohledu absolutní konduktivity všech sedm shodně pozitivních čtvrtí a dvě čtvrtě nejednoznačně pozitivní. S ohledem na rychlost, objektivnost, jednoduchost, opakovatelnost při každém dojení, malý rozptyl mezi přístroji stejného i různého typu a dostupnost v prvovýrobě mléka přímo pracovníky farmy jde o dobrou metodu kontroly stavu dojnice a mléka.

HODNOCENÍ A DISKUSE

Cytologická vyšetření jsou zdlouhavá, vzorky se musejí převážet, provedení rozborů vyžaduje laboratoř a odborný personál a cena za rozbor není také zanedbatelná.

NK-testy jsou metodou rychlou s výsledky dostupnými okamžitě při dojení - je to metoda subjektivní a vyžaduje zkušeného posuzovatele. Výsledky našeho měření souhlasí v případě hodnocení 3 až 4x +, ale shoda na úrovni 1 až 2x + je malá a NK-testy vytypují dojnice jiným vyšetřením nepotvrzené (tab. III i VI).

Relativní konduktometr EVM-4 obdobně jako NK-test stanovil diagnózu okamžitě před zahájením dojení a určil anomální dojnice ve shodě s NK-testy i cytologickým vyšetřením: sedm anomálních čtvrtí bylo v 11 označených NK-testem a ve 12 podle cytologického vyšetření. Relativní konduktometr nezachytil slabě anomální dojnice podle NK-testu a podle cytologického vyšetření.

Relativní konduktometr MAT-4 zachytil tři dojnice s velkým rozdílem γ čtvrtí a jednu dojnici (54617) s enormně nízkou hodnotou γ jedné čtvrtě ($0,3 \text{ S.m}^{-1}$), která by zůstala jinak utajena stejně jako dojnice pět dnů po porodu.

Podle veterinárních pracovníků byly pozitivní z 80 čtvrtí jen dvě a ostatní negativní, což nesouhlasilo s 12 pozitivními podle cytologického vyšetření, s 11 podle NK-testů, se sedmi podle EVM-4, s 10 podle absolutní γ , s 10 podle rozdílů γ mléka čtvrtí a se třemi dojnicemi podle relativního konduktometru MAT-4.

Absolutní konduktivita, kterou lze přenosnými přístroji určit okamžitě před dojením, je metoda objektivní s minimálním rozptylem naměřených hodnot mezi přístroji téže firmy a různých firem.

Výsledky dokumentují naprostou shodu v naměřené γ 11 různými přístroji a shodu s NK-testem i vyšetřením dojnice a mléka. Neshody nebo rozdíly byly dosaženy (podle tab. VI) jen asi u 5 % vzorků mléka sledovaných čtvrtí a byly dané rozdílnou schopností registrovat vznikající změny v mléce.

Ukazuje se, že i naše tuzemské přístroje měří spolehlivě a mohou konkurovat zahraničním, daleko dražším přístrojům. Přesnost tuzemských i zahraničních přístrojů je shodná do 5 %.

V naší zemědělské praxi budou potřebné bez ohledu na druh farmy (pokud nejde o plně automatizovanou dojírnu) dva typy přístrojů:

- *relativní konduktometr*, který během několika sekund zařadí dojnice do skupin:
 - a - normální; b - mastitidní; c - anomální pod minimem; d - anomální nad maximem;
- *absolutní konduktometr* s paletou pro současný odběr mléka všech čtyř čtvrtí najednou a zkrácení intervalu mezi odběrem první a poslední čtvrtě,
 - s akumulátorem, protože na farmě nelze každý týden vyměňovat různé baterie a monočlánky,
 - s jediným ovládacím prvem bez regulace a cejchování,
 - s teplotní kompenzací,

- s displejem,
- bezporuchový a vodotěsný.

Vedle maďarského laboratorního síťového přístroje firmy Radelkis aplikovalo pět firem baterie a pouze firma VDI Obzor použila akumulátory a také - jako jediná - paletu pro mléko čtvrtí; naopak nepoužila displej a teplotní kompenzaci. Akumulátory byly použity i u obou relativních konduktometrů, vyráběných soukromou firmou.

Současná obtížná situace v zemědělství a zemědělském průmyslu vyvolala změnu majitelů firem nebo jejich vyráběného sortimentu. Některé firmy již tyto přístroje nevyrábějí (např. VDI Plzeň, ELKO Povážské Podhradie, STS Červený Kostelec) a při vyloučení laboratorního přístroje zůstávají pro praxi buď z dovozu (např. přístroj japonské firmy Eisai pro absolutní γ jednoho vzorku mléka s kompenzací) nebo tuzemský přístroj soukromé firmy Zemkonzult s paletou pro relativní konduktivitu mléka a tuzemský upravený soukromé firmy Agrotherm pro absolutní γ odebraných vzorků kapalin (tedy i mléka). Tento přístroj má přes uvedené odstranitelné technické nedostatky i nevýhodu měření jediného vzorku a naopak výhodu ve své univerzálnosti měřené látky (vody, medu a jiných zemědělských kapalin a šťáv), tzn. široké použití pro řadu zemědělských provozů (zpracovatelských podniků).

Výhodou obou tuzemských přístrojů přes jejich drobné nedostatky je jejich cena. Jsou dvaapůlkrát až třikrát levnější včetně domácího servisu.

ZÁVĚR

Relativní konduktometr díky své metodě měření nepotřebuje teplotní kompenzaci, protože rozdíly mezi γ mléka čtvrtí jsou stejné při jakékoli teplotě. Při stanovené hodnotící podmínce 10 - 20 % rozdílu mezi γ čtvrtí to odpovídá možnému teplotnímu rozdílu v mléku čtvrtí 4 - 8 °C, což při okamžitém odstřiku mléka čtvrtí a jeho měření nenastává. Maximální změny rozdíl mezi oddojením mléka první a poslední čtvrtě je do 3 °C, proto lze neuvažovat o této teplotní kompenzaci.

Obdobně displej by vyžadoval komplikovaný způsob identifikace čtvrtí nebo přepínací systém, což se zatím ve vývojových verzích projevilo v potřebném složitém cejchování a v ceně. Z obou důvodů se v současné ekonomické situaci nabízí tento laciný jednoduchý přístroj.

Pokud se týká verze absolutního přístroje, připravuje se další verze s uvedenými úpravami pro zemědělskou prvovýrobu.

Výsledky měření prokázaly jednoznačnou shodu s jinými testy i spolehlivost sledovaných přístrojů. Protože je první informace pomocí γ v předstihu před jinými testy, lze měření γ provádět pravidelně a tím zvýšit průkaznost nebo lépe snížit neprůkaznost v uvedených 5 % opakovaným měřením.

V řadě prací jsme proto dokazovali, že „falešně pozitivní nebo falešně negativní“ případy po prvním měření se vyjasní a teprve trojnásobně opakovaný souhlas je směrodatný s vysokou shodou s vyšetřením dojnice a jejím skutečným stavem. Změny v tvorbě mléka předcházejí pozorovatelné změny o několik dnů dříve, proto i dnešní neshoda se během dvou až tří dojení změní ve shodu. Proto doporučujeme zjištěných 5 % mléka se zvýšenou konduktivitou separovat a vyloučit z tanku farmy, provést kontrolu mléka při dalších dvou dojeních a teprve u takto potvrzených dojnic nebo čtvrtí provést jiné testy, směřující k bližší specifikaci anomálie a nápravných opatření.

Literatura

- JANÁL, R.: Vyhodnocovací parametry čtvercového mléka. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. agron., Praha, 1981a, s. 249-262.
- JANÁL, R.: Vyhodnocovací vztahy rozložení měrné vodivosti mléka na farmách. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. mech., Praha, 1981b, s. 179-192.
- JANÁL, R.: Měření γ mléka a její využití v praxi. Monografie. VŠZ Praha, 1986, 160 s.
- JANÁL, R. - GREGA, T. - SZAREK, J. - GARDZINA, E.: Spolupráce při měření mléka. Náš chov, 1991, č. 8, s. 357-358.
- JANÁL, R. - LOUDA, J.: Soubor zařízení pro vyhodnocování mléka z jednotlivých čtvrtí vemene. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. mech., Praha, 1987a, s. 71-78.
- JANÁL, R. - LOUDA, J.: Provozní zkušenosti s indikátorem mastitid EVM-4. In: Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. mech., Praha, 1988, s. 101-108.
- JANÁL, R. - LOUDA, J. - ŠVASTA, J.: Využití ve výrobě a zpracování mléka. Práce s konduktometry. Met. Záv. Výsl. Výzk. Praxe, 1988, č. 1, 38 s.
- PILZ, Z. - LOUDA, J. - JANÁL, R.: Přístroj pro konduktometrické hodnocení čtvercových vzorků mléka. [Dílčí závěrečná zpráva.] Uhlířské, VÚŽV 1987, 36 s.
- WEHowsky, G. - JANÁL, R. - GRAUPNER, M. - OEHME, R. - SCHULZE, H.: Labor. und Praxiserprobung eines transportables Gerätes zur Messung der Milchleitfähigkeit am Stahl oder Melkplatz. Veter. Med., 43, 1988, s. 546-548.

Došlo 22. 6. 1992

JANÁL, R. - LOUDA, J. - ŠVASTA, J. (University of Agriculture, Praha): *Milk evaluation by means of absolute and relative conductometers of foreign and inland provenance*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 367-376.

In addition to absolute conductivity, relative conductivity is mentioned in foreign professional literature, but no relative conductometer has been assembled in any country neither has this method been applied in farming conditions. Relative conductometers are manufactured in the CSFR, and thus directly in the conditions of primary production the farmers can measure all the four samples of udder quarter milk, instead of only one sample, at the identical time and they can evaluate instantly the produced milk and the dairy cow.

In fact the milkmaid is not interested in the values of milk conductivity because this staff does not process them, but a notice is important showing that all values are within the permitted range or that other examinations of milk and dairy cow shall be performed or other measures shall be taken.

Hence the relative conductivity was measured in milk from 80 udder quarters using two conductometers and the absolute conductivity was measured using 10 conductometers of different models; the results were compared instantly on the farm with the results of NK-tests and in a laboratory with the results of measurements on a laboratory conductometer and of cytological examinations of milk.

A comparison of tests, methods, conductometers of different inland and foreign provenance and also of relative and absolute conductivities covered a thousand data obtained in the way described above.

The present economic situation has created difficult conditions for manufacturers, users and consumers. If a farmer decides which model of conductometer to buy taking into account current prices, the universal use and price of the conductometer on the one hand, and simple handling and the speed of information acquisition on the other hand play a key role.

We performed our measurements to answer this question.

relative and absolute conductivity; use of portable conductometers in cowsheds; comparison of results and procedures; conductivity of udder quarter milk

Adresa autorů:

Prof. ing. Rudolf Janál, DrSc., ing. Jindřich Louďa, CSc., doc. ing. Jaroslav Švasta, CSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

M. Růžička, J. Altman

RŮŽIČKA, M. - ALTMAN, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Rovnoměrnost postřiku pásového zavlažovače Sigmat 90/300*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 377-386.

Článek uvádí údaje o rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky na ploše postřikované pásovým zavlažovačem SIGMAT 90/300 firmy Sigma Olomouc. Pásový zavlažovač je nový výrobek, který využívá elektronické prvky pro řízení rychlosti posuvu závlahové trubky. Článek specifikuje údaje doporučených hodnot sponů pro využití pásových zavlažovačů při mírném větru a udává průměrnou závlahovou dávku při dosažení konkrétní rovnoměrnosti závlahové dávky. Výsledky měření uvádíme se souhlasem firmy; cílem je informovat odbornou veřejnost o kvalitě činnosti pásového zavlažovače.

závlaha; závlaha postřikem; rovnoměrnost závlahové intenzity; rovnoměrnost závlahových dávek pásového zavlažovače

Rovnoměrnost rozdělení závlahové dávky je důležitým měřítkem pro hodnocení činnosti závlahových zařízení. Základem pro hodnocení jsou většinou dešťoměrné křivky postřikovače, které se stanovují podle ČSN 11 0046 *Zkoušení postřikovačů*. Dešťoměrná křivka představuje rozdělení závlahové dávky za časovou jednotku (intenzitu postřiku) v závislosti na poloměru dostřiku. Způsoby stanovení rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky u závlahových strojů, kde se samotný postřikovač pohybuje po zavlažovaném pozemku, nejsou zatím v ČSFR stanoveny normou. Zahraniční norma ASAE Standard X494 (návrh) doporučuje postup s použitím dešťoměrných křivek postřikovače, které pomocí výpočetní techniky modifikuje do rozdělení závlahové dávky v okolí mobilního závlahového stroje, v našem případě pásového zavlažovače.

V Československu tuto úlohu řešil K a b e š (1983) a K u b á t (1990). Za nevýhodu takto pojatého řešení lze považovat akceptování předpokladu stejného rozdělení závlahové dávky na obou stranách závlahového potrubí pásového zavlažovače, které je výsledkem výpočtu rozdělení závlahové dávky z dešťoměrných křivek získaných za ideálních podmínek (laboratorních, bezvětrných apod.). Řešení úlohy je přitom značně složité, protože je ovlivněno řadou vstupních faktorů (např. rychlost posuvu závlahové trubky, okamžitý tlak a průměr hubice postřikovače, nastavení sektoru postřikovače atd.). Následně se ze získaných hodnot rozdělení závlahové dávky stanovuje spon (vzdálenost sousedních pásových zavlažovačů) tak, aby se překrytím postřiků souběžně pracujících zavlažovačů dosáhlo požadované rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky na zavlažované ploše (R o l l a n d , 1982). Účinky rovnoměrnosti postřiku na výnos plodin byly tématem řady studií. Hypotetické plodiny podle S o l o m o n a (1984) ukázaly, že výnos a rovnoměrnost závlahy jsou na sobě závislé. L e t e y (1985) pozoroval, že rostliny jsou schopné integrovat účinky nerovnoměrné aplikace a že se tedy určitá nerovnoměrnost může tolerovat bez negativního ovlivnění výnosu.

Praktické ověřování rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky v provozních podmínkách je obtížné pro značnou šíři a variabilitu uvedených faktorů, které ještě násobí meteorologické vlivy (především rychlost větru). Faktem však zůstává, že experimenty prováděné v provozních podmínkách představují zdroj poznání plně použitelný nejen pro správné řízení provozu pásových zavlažovačů, ale i pro další rozvoj závlahové techniky.

METODIKA

Měření pásového zavlažovače probíhala za předem stanovených podmínek, které specifikuje tab. I.

Během průběhu každého experimentu jsme průběžně kontrolovali tlak na vstupu do pásového zavlažovače a udržovali jsme ho na konstantní hodnotě. Měření byla realizována na závlahové síti bez dalších odběrů s cílem zabránit změně tlaku během měření. Během všech experimentů jsme dále sledovali tyto údaje:

1. Rychlost posuvu závlahové trubky, která byla nastavena podle výrobce na hodnotu zajišťující 15 mm závlahovou dávku pro všechny tlaky a průměry hubic postřikovače (tab. I).
2. Počet úderů otáčecího mechanismu postřikovače do vodního proudu.
3. Dobu otáčky postřikovače, který byl nastaven na sektor 180° pro všechny tlaky a průměry hubic postřikovače (tab. I).
4. Průměrná rychlost větru se stanovovala za celou dobu zkoušky. Doba zkoušky představuje časový úsek od prvního dopadu dešťových kapek do dešťoměru po ukončení zachycování vody. V případě, že okamžitá rychlost větru překročila po dobu tří minut limit 2 m.s^{-1} , bylo testování přerušeno.

Základní uspořádání měřicího pracoviště ukazuje obr. 1. Dešťoměry byly rozmístěny ve dvou řadách ve dvou metrových vzdálenostech (výjimku tvoří první dešťoměry od závlahové trubky, které byly umístěny ve vzdálenosti 3 m od potrubí).

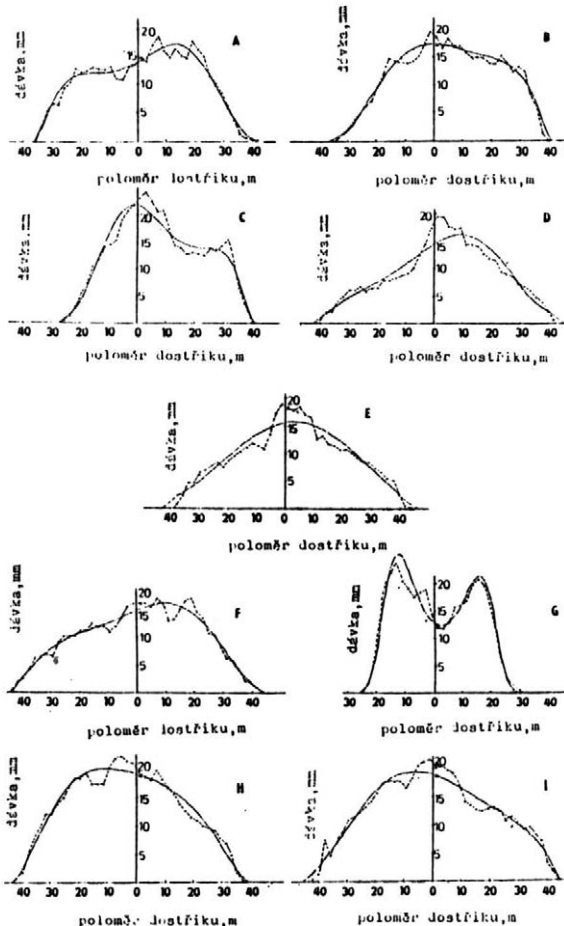
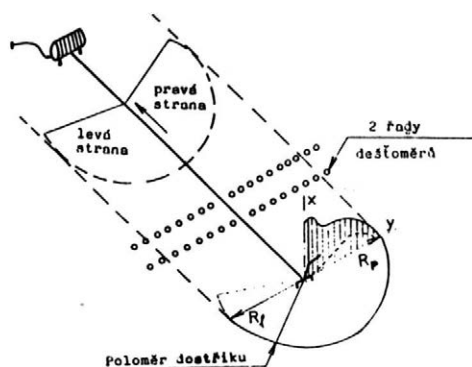
Zpracování výsledků. Výsledky testování pásového zavlažovače se zaznamenávaly v protokolu, který eviduje sledované údaje a hodnoty závlahové dávky jednotlivých dešťoměrů. Hodnoty závlahové dávky jednotlivých dešťoměrů byly vyhodnocovány odděleně pro pravou a levou stranu od závlahové trubky pásového zavlažovače. První krok zpracování hodnot závlahové dávky je stanovení aritmetického průměru závlahové dávky dešťoměrů umístěných ve stejné vzdálenosti od závlahové trubky pásového zavlažovače (dále PZ). Tyto průměrné hodnoty byly vyneseny do grafů A a I na obr. 2 (závislosti označené body „+“, čerchovaná čára). Tyto závislosti průměrných naměřených hodnot byly statisticky zpracovány. Každá křivka byla charakterizována rovnicí s nejvyšším koeficientem korelace a nejmenším součtem čtverců odchylek. Nově stanovené závislosti

I. Podmínky měření pásového zavlažovače - The conditions of measurements of a hose traveller for irrigation

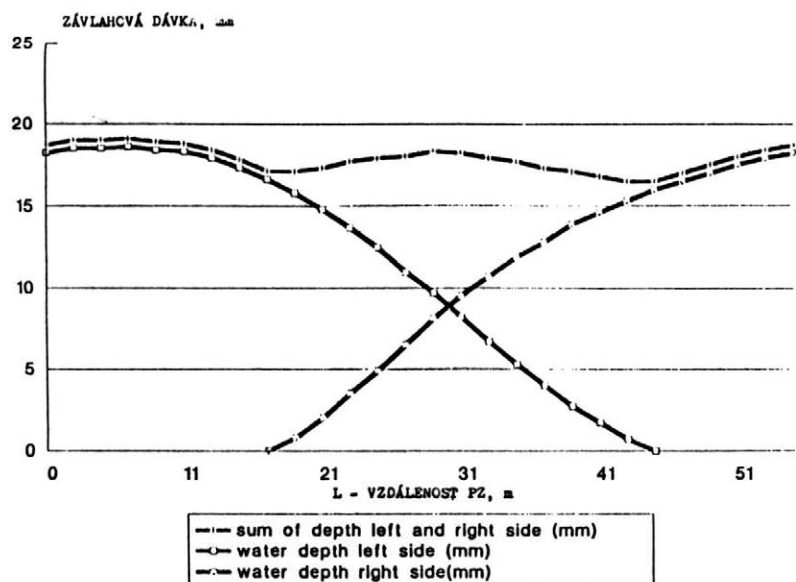
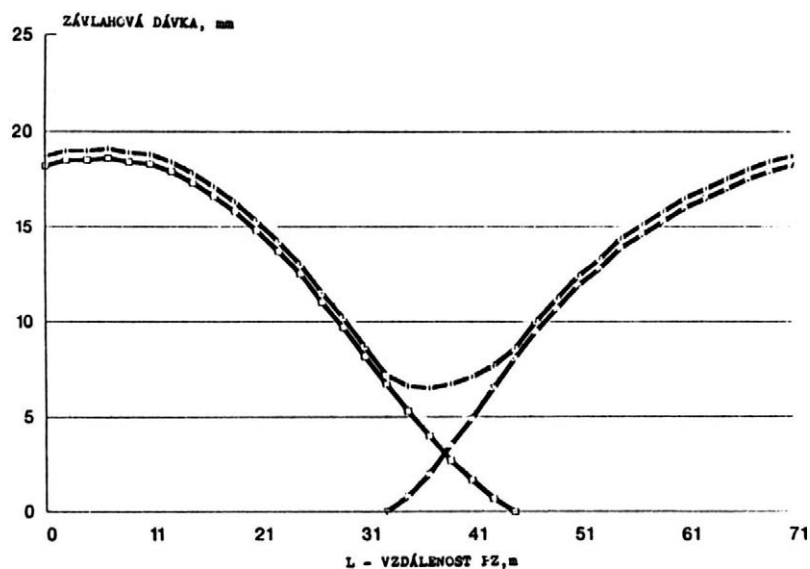
Průměr hubice postřikovače ¹ (mm)	Tlak vody na vstupu do pásového zavlažovače ² (MPa)
20	0,6; 0,8
22	0,7; 0,8; 0,9
24	0,6; 0,8
26	0,6; 0,8

¹ sprinkler nozzle diameter, ² water pressure at the inlet into the hose traveller for irrigation

1. Základní uspořádání měřicího pracoviště - Basic scheme of the site of measurement



2. Rozdělení závlahových dávek PZ - Water depth distribution of hose traveller



3. Posuv závlahových dávek ve sponu dvou PZ - A shift of application rates within the lane spacing of two hose travellers

jsou vyneseny na obr. 2, grafy A-I (závislosti označené body „“, plná čára). Hodnoty takto stanovených závislostí rozdělení závlahové dávky PZ sloužily dalšímu zpracování, které ve své podstatě představuje vyhledání vhodného sponu pro sousedící pásové zavlažovače. Řešení této úlohy vysvětluje obr. 3. Je na něm znázorněno postupné překrývání rozdělení závlahových dávek dvou sousedících (souběžně pracujících) PZ pro dvě různé vzdálenosti (lane spacing) a dále výsledné rozdělení závlahové dávky získané součtem závlahových dávek v místech vzájemného překrytí dostřiků.

S ohledem na různou vzdálenost dostřiků (poloměr dostřiku) levé a pravé strany byl stanoven střední poloměr dostřiku R_S :

$$R_S = (R_L + R_P)/2 \quad (m) \quad (1)$$

kde: R_L - poloměr dostřiku (m) - levá strana,
 R_P - poloměr dostřiku (m) - pravá strana.

Skutečná vzdálenost dvou sousedních pásových zavlažovačů je potom vyjádřena jako

$$L = a \cdot R_S \quad (m) \quad (2)$$

kde: L - skutečná vzdálenost (spon) PZ (m),
 a - koeficient sponu PZ.

Nově vznikající součtová závislost rozdělení závlahové dávky byla hodnocena z hlediska rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky pomocí Christiansenova koeficientu (Christiansen, 1941):

$$Cu = 100 \cdot [1 - (SUM abs (h_i - h_s)/n \cdot h_s)] \quad (%) \quad (3)$$

kde: $SUM abs$ () - součet absolutních hodnot v závorce,
 h_i - velikost závlahové dávky i -tého dešťoměru (mm),
 h_s - aritmetický průměr závlahových dávek n -dešťoměrů (mm),
 n - počet dešťoměrů.

Jako limitní hodnota je brána hodnota Christiansenova koeficientu $Cu = 85$ (%). Pro tuto hodnotu jsou tabelovány průměrné závlahové dávky ve sponu. Dále byla stanovena maximální hodnota Cu a opět s odpovídajícími průměrnými závlahovými dávkami.

Vzájemné překrytí dostřiků je omezeno hodnotou koeficientu sponu $a \geq 1$.

VÝSLEDKY A DISKUSE

S ohledem na velké množství získaných údajů, které charakterizují provedená měření, výsledky prezentujeme se snahou o maximální stručnost, tzn. především grafickou formou. Obr. 2 ukazuje výsledky terénního testování PZ na grafech A-I. Závislosti uvedené na obr. 2 jsme získali za podmínek, které charakterizuje tab. II.

Předložené výsledky měření (grafy A-I) ukazují širokou variabilitnost rozdělení závlahové dávky v okolí PZ. Hodnoty závlahové dávky byly upraveny (vyhlazeny) statistickým šetřením podle metodiky (závislosti označené body „“, plnou čarou).

Další údaje získané během měření jako dobu otáčení postřikovače v sektoru 180° , počet zásahů otáčecího mechanismu do proudu vody aj. neuvádíme, protože nemají přímou souvislost s tématem článku.

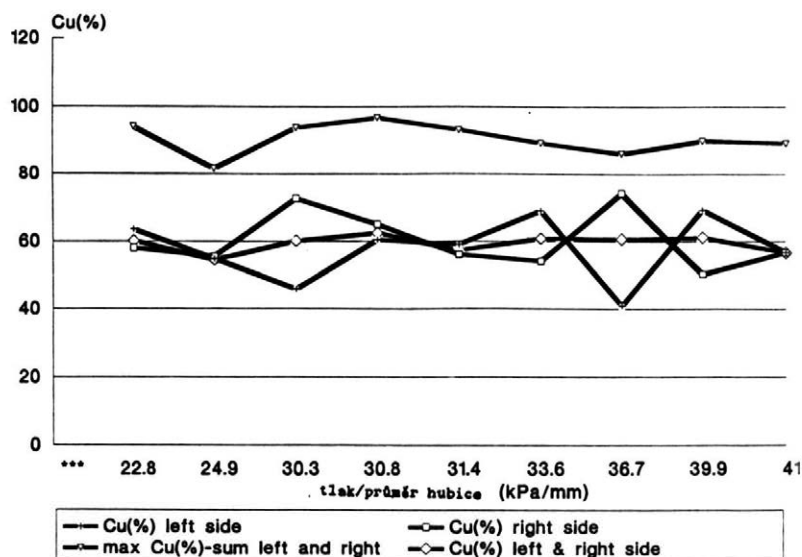
S ohledem na omezený počet zkoušek prováděných s pásovým zavlažovačem se nepodařilo prokázat obecná závislost modifikace rozdělení závlahové dávky při konkrétním tlaku na postřikovači na průměrné rychlosti větru. Výsledky ohodnocující rovnoměrnost závlahové dávky pomocí Christiansenova koeficientu jsou na obr. 4, který srovnává rovnoměrnost rozdělení nalevo (left side) a napravo (right side) od závlahové trubky s rovnoměrností samostatně pracujícího PZ (left & right side). Průměrná hodnota koeficientu C_u pro samostatně pracující PZ je 59 (%).

Další hodnocení činnosti PZ představuje vyhledání vhodných sponů souběžně pracujících PZ tak, aby se splnil požadavek na rovnoměrné rozdělení závlahové dávky. Výsledek řešení této úlohy uvádí tab. III. Pro vysvětlení obr. 5 ukazuje závislost C_u na

II. Podmínky testování PZ - The conditions of testing a hose traveller for irrigation

p/d	0,798/20	0,605/20	0,807/22	0,902/22	0,690/22	0,806/24	0,598/24	0,592/26	0,800/26
Graf	A	B	C	D	E	F	G	H	I
p. r. v.	1,58	1,73	1,89	1,41	1,07	0,49	1,27	0,53	0,67
r. p. h.	50,22	32,7	55,55	63,20	55,97	57,98	35,72	46,22	50,19

- p - tlak na vstupu do PZ (MPa),
 d - průměr hubice postřikovače (mm),
 p. r. v. - průměrná rychlost větru ($m.s^{-1}$),
 r. p. h. - rychlost posuvu hadice ($m.h^{-1}$).



4. Rovnoměrnost závlahy - Regularity of irrigation intensity

vzdálenosti PZ. Hodnoty $Cu = 85\%$ a vyšší jsou ve dvou bodech (dvou vzdálenostech PZ) a tedy uváděné hodnoty koeficientu sponu a^1, a^3 mají pod tab. III stejnou legendu nikoli omylem.

Uváděné spony jsou zaokrouhleny na jedno desetinné místo. Maximální hodnoty koeficientu Cu jsou vyneseny v obr. 4 „max Cu (%) - sum left and right“. Průměrná hodnota těchto koeficientů rovnoměrnosti je $Cu = 90,4\%$. Údaje uvedené v tab. III jsou vyneseny v obr. 6, kde je jako nezávisle proměnná brána střední rychlost větru. Na základě omezeného počtu experimentů lze tvrdit, že při střední rychlosti větru do 2 m.s^{-1} je pro dosažení rovnoměrnosti $Cu \geq 85\%$ průměrná hodnota koeficientu sponu (vztah 2.) $a = 1,45$. Pro dosažení maximální rovnoměrnosti lze doporučit průměrnou hodnotu koeficientu sponu $a = 1,26$.

Provozovatele PZ zajímá především velikost závlahové dávky, která se pochopitelně se změnou sponu mění. Tab. IV uvádí průměrné hodnoty výsledného rozdělení (součtu) závlahové dávky odpovídající hodnotám sponů uváděných v tab. III.

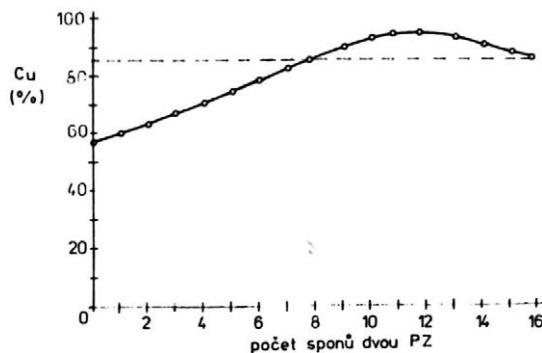
Vynesení hodnot průměrů závlahových dávek je na obr. 7. Získaný výsledek můžeme definovat obdobně jako výsledek stanovení hodnot sponů. Lze tedy tvrdit, že při střední rychlosti větru do hodnoty 2 m.s^{-1} lze při dosažení rovnoměrnosti $Cu \geq 85\%$ aplikovat závlahovou dávku v průměrné hodnotě $14,2 \text{ mm}$; při maximální Cu je průměrná hodnota

III. Koeficient sponu PZ při $Cu \geq 85\%$ - The coefficient of the scheme of hose traveller for irrigation at $Cu \geq 85\%$

Graf ¹	A	B	C	D	E	F	G	H	I
a^1	1,6	1,3	1,5	1,3	1,3	1,6	-	1,5	1,4
a^2	1,5	1,1	1,4	1,1	1,1	1,4	1,6*	1,3	1,2
a^3	1,4	1,0**	1,4	1,0**	1,0**	1,2	-	1,0**	1,0**

¹ graph

- a^1 - hodnota koeficientu sponu při dosažení $Cu = 85\%$,
 a^2 - hodnota koeficientu sponu při dosažení $Cu = \text{maximum}$,
 a^3 - hodnota koeficientu sponu při dosažení $Cu = 85\%$,
 x^* - hodnota sponu při dosažení $Cu = 81,6\%$,
 x^{**} - hodnota sponu při přiblížení se PZ na dostik $R_{L,R} = R_S$.



5. Rovnoměrnost Cu dvou PZ - Regularity Cu of two hose travellers

závlahové dávky 16,1 mm. K největším odchylkám od požadované hodnoty závlahové dávky, tj. 15 mm docházelo při zkouškách s většími průměry hubic postřikovače.

S ohledem na získané výsledky lze doporučit výrobci PZ zabývat se otázkou zlepšení funkce PZ při použití postřikovače s většími průměry hubice. Pro provozovatele PZ je platným poznatkem doporučení pro používání hubic postřikovače PS o průměrech 20 a

IV. Průměr hodnot výsledných závlahových dávek (mm) při překrytí dostřiků dvou PZ - The average of the values of resultant irrigation rates (mm) for the sprinkling range overlap in two hose travellers for irrigation

Graf	A	B	C	D	E	F	G	H	I
M_{d1}	12,6	14	17	13,3	12,6	12,7	-	16	15,7
M_{d2}	13,4	16,2	18,1	15,5	15,4	13,9	17,7*	18,3	18
M_{d3}	14,9	17,5	18,8	15,5	16,6	16	-	23,3	20,3

M_{d1} - průměrná závlahová dávka mezi dvěma souběžně pracujícími PZ při $C_u > 85\%$,

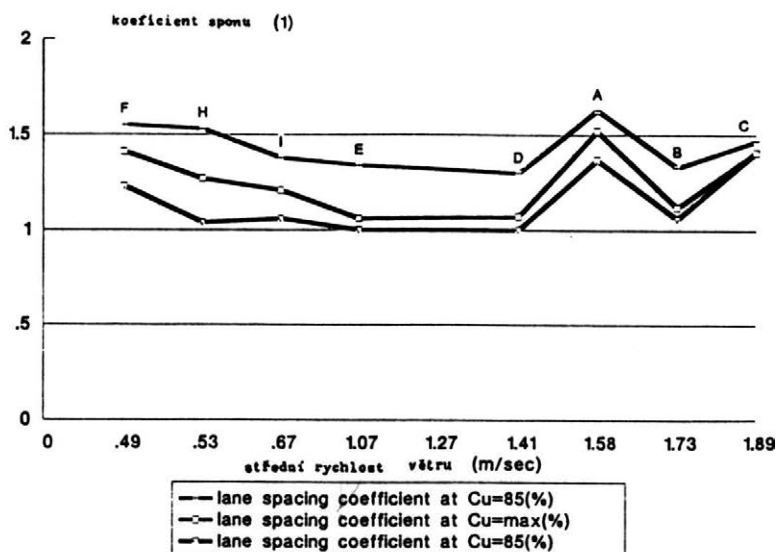
M_{d2} - průměrná závlahová dávka mezi dvěma souběžně pracujícími PZ při $C_u = \text{maximum}$,

M_{d3} - průměrná závlahová dávka mezi dvěma souběžně pracujícími PZ při $C_u > 85\%$,

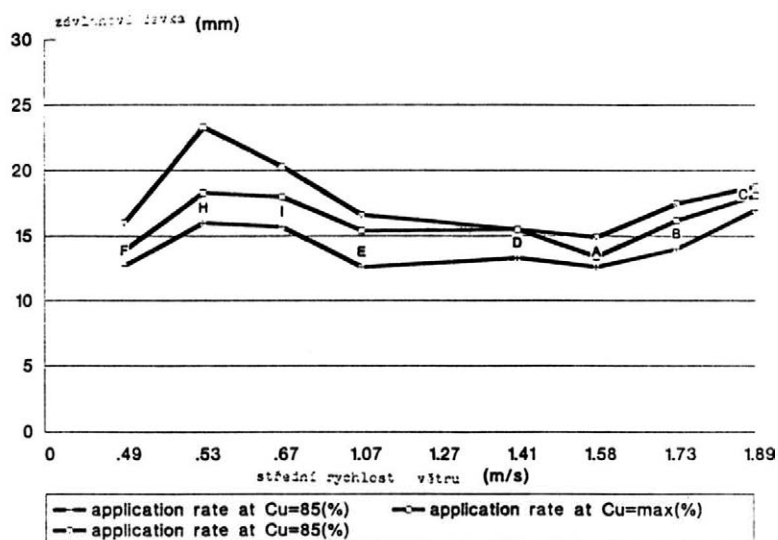
* - hodnota průměrné závlahové dávky $C_u = 81,6\%$

Hodnoty zapsané kurzívou jsou hodnoty označené v tab. III jako **

$R_{L,R} \leftarrow R_S$



6. Spony pásových zavlažovačů - Lane spacings of hose travellers



7. Průměrné závlahové dávky - Average application rates

22 mm, kdy při střední rychlosti větru do $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ lze dodržet dávku v rozmezí 13 až 15 mm pro uvedené spony.

ZÁVĚR

Zkoušky rovnoměrnosti rozdělení závlahové dávky PZ Sigmat 90/300 prokázaly nutnost ověřování závlahové techniky v provozních podmínkách. Výsledky v nich získané korigují teoretické závěry a umožňují provozování závlahové techniky racionálním způsobem. Současně mohou napomáhat i k dalšímu konstrukčnímu zdokonalování této techniky. Pouze technika, kterou dokonale známe, může pomáhat při zemědělské výrobě bez možných škodlivých účinků na životní prostředí. Tento požadavek by se měl respektovat i pro rozvoj a ověřování závlahové techniky.

Literatura

- ASAE Standards, 35th ed. Proposed ASAE Standard X494, traveller irrigation machines - distribution uniformity test method. ST. Joseph MI.
- CHRISTIANSEN, J. E.: The uniformity of application of water by sprinkler system. Agric. Engng, 1941, č. 12, s. 89-92.
- CSN 11 0046. Zkoušení postřikovačů.
- KABEŠ, S.: Rovnoměrnost postřiku u pásových zavlažovačů. In: Sbor. věd. prací VÚZH, Bratislava 1983, s. 30-44.
- KUBÁT, T.: Rovnoměrnost postřiku při pásovém zavlažování. Zeměd. Techn., 37, 1991 č. 2, s. 91-100.
- LETEY, J.: Irrigation uniformity as related to optimum crop production. Addit. Res. Irrig. Sci., 1985, č. 6, s. 253-263.

ROLLAND, L.: Mechanized sprinkler irrigation. FAO Irrigation and drainage pap. 35, Rome, 1982.
SOLOMON, K. H.: Yield related interpretations of irrigation uniformity and efficiency measures. Irrig. Sci., 1984, č. 5, s. 161-172.

Došlo 24. 4. 1992

RŮŽIČKA, M. - ALTMAN, J. (University of Agriculture, Praha): *Sprinkling regularity of a hose traveller* *Sigmat* 90/300. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 377-386.

The uniformity of application rate of the traveller irrigator (hose traveller) equipped with the rain-gun was measured under the light-wind conditions.

The wide variability of water application rate profiles (water depth) is linked with the influence of many factors i.e. the velocity of hose, the instantaneous pressure of water, size of sprinkler nozzle diameter, the angle of irrigated square etc. The determination of water distribution is complicated and the computer simulation is often used. This computer simulation is based on sprinkler wetting patterns measured under the still air conditions. This two-step testing procedure was proposed to avoid the effects of wind variations which inevitably occur during multi-hour travel tests (ASAE 1988). The uniformity of water distribution is usually reported by Christiansen coefficient (C_u) and distribution uniformity (D_u).

The article presents results of measurement of hose traveller with the constant inlet pressure and different sprinkler nozzle diameters. All tests were carried out to obtain the resultant water application rate (water depth) of 15 (mm). The tests were interrupted when the wind velocity overcame the limit of 2 (m/s) during 3 minutes. The obtained sprinkler wetting patterns (depth of water distribution) were used for the computer simulation. The overlapping of two neighbouring hose travellers followed the aim to determine the suitable distance (lane spacing) of these machines. The lane spacing, average application rate for Christiansen coefficient C_u = maximum and C_u = 85% was determined according to the proposed procedure. The results are presented mostly in graphic form.

The obtained coefficients of lane spacings present the average value of $a = 1.45$ (distance of two hose travellers = $a \cdot$ mean sprinkler throw) for C_u = 85% ($a = 0.26$ for C_u = max.). The experiments proved possibilities to obtain required application rate of irrigation water under field conditions. These practical results can be used for the correction of the theoretical results.

irrigation; sprinkling irrigation; regularity of irrigation intensity; regularity of irrigation rates of a hose traveller

Adresa autorů:

Ing. Miroslav R Ů ž i č k a , CSc., ing. Vlastimil A l t m a n , Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

AGRICULTURAL TRACTOR WITH HYDROSTATIC SPLIT TRANSMISSION SYSTEM

M. Mancovič, E. Kurucová, Š. Rašman

MANCOVIČ, M. - KURUCOVÁ, E. - RAŠMAN, Š. (RESYSTEM, Martin; Heavy-Engineering Works, Research and Developmental Institute, Martin): *Agricultural tractor with hydrostatic split transmission system. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 387-396.*

This article covers the mathematical description of the transmission system of an agricultural tractor (ZETOR Type 12145), with hydrostatic pump - motor unit and single differential planetary gear on the P.T.O. The various systems are identified and described as part of the mathematical model. The result of this description is a non-linear mathematical model which is used both for the design and the functional testing of the control system. This model can also be used for calculating the gearbox parameters and the drawbar pull characteristics of an agricultural tractor with hydrostatic transmission system.

tractor; differential hydrostatic split power transmission; aggregate; regulation; control

One of the ways of analysing the operation of equipment is mathematical modelling which, because of the relative accuracy that a model gives, makes it possible to verify the behaviour of a design proposal and at the same time it provides repeat calculations with different parameters, thus reducing both design effort and time.

To reach this aim, a mathematical model of the transmission system of an agricultural tractor with Diesel engine and differential hydrostatic split power transmission was built. With the aid of this model design parameters of the gear box and drawbar pulling characteristic of the tractor can be calculated from basic data.

MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE TRANSMISSION SYSTEM

By the term „system“ we mean the transmission of the agricultural tractor consisting of Diesel engine, differential hydrostatic split power transmission, rear axle and reduced load.

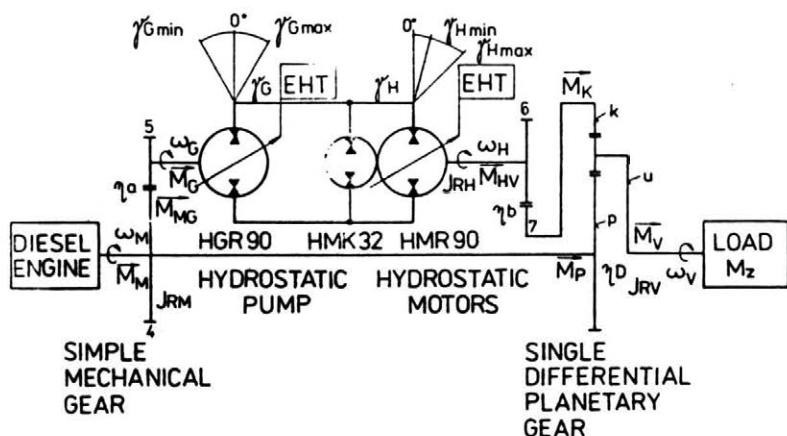
In the first part we will be dealing with the transmission of the engine output to the P.T.O. shaft of the DHST (see Diagram 1).

Input shaft torque balance

$$M_M - M_{GM} - M_p - I_{RM} \cdot \frac{d\omega_M}{dt} = 0 \quad (1)$$

Output shaft torque balance

$$M_H - M_{HV} - I_{RH} \cdot \frac{d\omega_H}{dt} = 0 \quad (2)$$



1. Differential hydrostatic split transmission

P.T.O. shaft of DHST torque balance

$$M_V - M_Z - I_{RV} \cdot \frac{d\omega_V}{dt} = 0 \quad (3)$$

Pressure ratios in the hydraulic circuit are expressed by the following equations, which include corrections for the noncompressible fluid.

$$\frac{d\Delta p}{dt} = \frac{E_L Q}{V_{H1}} \cdot [Q_G - (Q_H + Q_{H2}) - Q_{PV}] \quad (4)$$

$$Q_G = \frac{V_{G \max}}{2 \cdot \pi \cdot \tan \gamma_{G \max}} \cdot \tan \gamma_G \cdot \omega_G - Q_{SG} \cdot \operatorname{sgn}(\Delta p) \quad (5)$$

$$Q_H = \frac{V_{H \max}}{2 \cdot \pi \cdot \tan \gamma_{H \max}} \cdot \tan \gamma_H \cdot \omega_H - Q_{SH} \cdot \operatorname{sgn}(\Delta p) \quad (6)$$

$$\operatorname{sgn}(\Delta p) = 1 \quad \text{for} \quad \Delta p \geq 0$$

$$\operatorname{sgn}(\Delta p) = -1 \quad \text{for} \quad \Delta p < 0$$

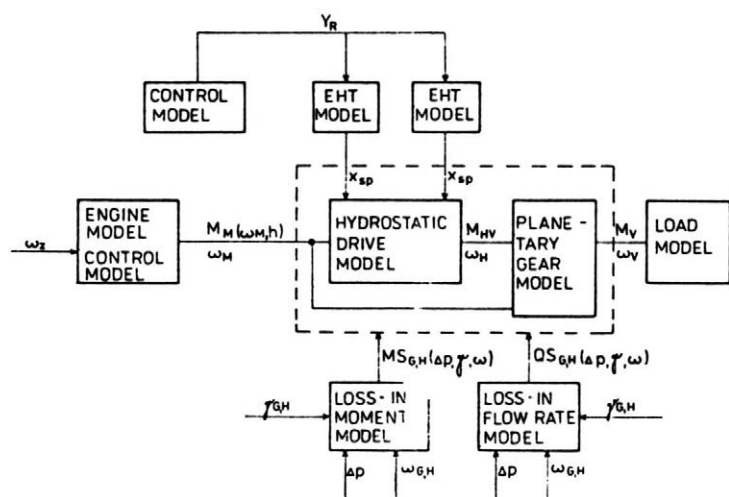
$$Q_{PV} = K_{PV} \cdot (\Delta p - \operatorname{sgn}(\Delta p) \cdot p_{PV}) \quad \text{for} \quad |\Delta p| > p_{PV}$$

$$Q_{PV} = 0 \quad \text{for} \quad |\Delta p| \leq p_{PV}$$

The engine output, as a function of $M(\omega)$, is calculated in the mathematical model from design data of the throttle. This has been verified by measurement.

Similarly the driving moments and flows of the hydraulic pump and motor are calculated from polynomial functions that are obtained by fitting to experimental data. This gives four quantities, each a function of three parameters.

$$M_{SG}(\omega_G, \Delta p, \gamma_G), M_{SH}(\omega_H, \Delta p, \gamma_H), Q_{SG}(\omega_G, \Delta p, \gamma_G), \text{ and } Q_{SH}(\omega_H, \Delta p, \gamma_H)$$



2. Transmission models structure and linking

Hydraulic pump torque

$$M_G = \frac{V_{G \max}}{2 \cdot \pi \cdot \tan \gamma_{G \max}} \cdot \Delta p \cdot \tan \gamma_G + M_{SG} \quad (7)$$

Hydraulic motor torque

$$M_H = \frac{V_{H \max}}{2 \cdot \pi \cdot \tan \gamma_{H \max}} \cdot \Delta p \cdot \tan \gamma_H - M_{SH} \cdot \operatorname{sgn}(\omega_H) + \frac{V_{H2}}{2\pi} \cdot \Delta p - M_{SH2} \cdot \operatorname{sgn}(\omega_H) \quad (8)$$

Angular velocity of the single planetary gear.

$$r_p \cdot \omega_M + r_k \cdot \omega_k = (r_p + r_k) \cdot \omega_V \quad (9)$$

Then (see Diagram 1)

$$\omega_H = \frac{r_7}{r_6} \cdot \left[\frac{r_p + r_k}{r_k} \cdot \omega_V - \frac{r_p}{r_k} \cdot \omega_M \right] \quad (10)$$

$$\frac{d\omega_H}{dt} = \frac{r_7}{r_6} \cdot \left[\frac{r_p + r_k}{r_k} \cdot \frac{d\omega_V}{dt} - \frac{r_p}{r_k} \cdot \frac{d\omega_M}{dt} \right]$$

Torque the single planetary gear

$$M_V = M_{HV} \cdot \frac{r_7}{r_6} \cdot \left(1 + \frac{r_p}{r_k} \right) \cdot \eta_b \cdot \eta_D \quad (11)$$

By introducing equations from 7 to 11 into equations 1,2 and 3 and simplifying we obtain two differential equations with non-linear coefficients. These are the equations of motion of the transmission system from the engine to the P.T.O. shaft of the gearbox

$$\frac{d\omega_M}{dt} = \frac{B \cdot F + D \cdot C}{D \cdot A - B^2} \quad (12)$$

$$\frac{d\omega_V}{dt} = \frac{A \cdot F + C \cdot B}{D \cdot A - B^2} \quad (13)$$

where:

$$A = I_{RM} + I_{RH} \cdot \frac{r_7}{r_6} \cdot \frac{r_p^2}{r_k^2} \cdot \eta_b$$

$$B = I_{RH} \cdot \frac{r_7^2}{r_6^2} \cdot \frac{r_p}{r_k} \cdot \frac{r_p + r_k}{r_k} \cdot \eta_b \cdot \eta_D$$

$$C = M_M - \frac{r_4}{r_5} \cdot M_G \cdot \eta_a - M_H \cdot \frac{r_7}{r_6} \cdot \frac{r_p}{r_k} \cdot \eta_b$$

$$D = I_{RV} + I_{RH} \cdot \frac{r_7^2}{r_6^2} \cdot \left(\frac{r_p + r_k}{r_k} \right)^2 \cdot \eta_b \cdot \eta_D$$

$$F = M_H \cdot \frac{r_7}{r_6} \cdot \left(\frac{r_p + r_k}{r_k} \right) \cdot \eta_b \cdot \eta_D - M_Z$$

while A, B, C are dynamic terms.

Equation of motion of the electrohydraulic transducer (EHT) by which the plates of the hydraulic pump and motor are controlled.

$$\frac{dX_{sp}}{dt} = \frac{Y_R - X_{sp}}{T_1} \quad (14)$$

Equation of motion of the swash plate of the hydraulic pump and motor

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\gamma_G}{dt} &= K_G \cdot X_{sp} \\ \frac{d\gamma_H}{dt} &= K_H \cdot X_{sp} \end{aligned} \right\} \text{for } (\gamma_H < \gamma_{H \max}) \wedge (X_{sp} < 0) \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\gamma_G}{dt} &= 0 \\ \frac{d\gamma_H}{dt} &= -K_H \cdot X_{sp} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{for } (\gamma_G \geq \gamma_{G \max}) \wedge \left(\frac{\omega_M}{\omega_V} \leq K_p \right) \wedge (X_{sp} > 0) \\ &\text{and for } (\gamma_G \leq -\gamma_{G \max}) \wedge (X_{sp} > 0) \end{aligned} \quad (16)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\gamma_G}{dt} &= K_G \cdot X_{sp} \\ \frac{d\gamma_H}{dt} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ for other cases}$$

MATHEMATICAL MODEL OF THE SYSTEM

Equations 4, 12, 13, 14, 15 and 16 make up a set of six non-linear differential equations of the first order.

The equations of the stage system

$$\dot{X}[t] = X[X(t), U(t)]$$

where:

$$\begin{aligned} \frac{dx_1}{dt} &= X_1[x_1, x_2 \dots x_6, U_1, U_2] \\ \frac{dx_2}{dt} &= X_2[x_1, x_2 \dots x_6, U_1, U_2] \\ &\vdots \\ \frac{dx_6}{dt} &= X_6[x_1, x_2 \dots x_6, U_1, U_2] \end{aligned}$$

stage quantities

$$\begin{aligned} X_1 &= \omega_M \\ X_2 &= \omega_V \\ X_3 &= \Delta p \\ X_4 &= X_{sp} \\ X_5 &= \gamma_G \\ X_6 &= \gamma_H \end{aligned}$$

The independent controlling variables are

$$\begin{aligned} U_1 &= \omega_{MZ} - \text{Requested motor speed} \\ U_2 &= M_Z - \text{Load torque} \end{aligned}$$

Load torque can be either constant or a function of time. The system of nonlinear equations was analysed numerically by computer.

DETERMINATION OF THE OUTPUT PARAMETERS OF DHST

With the aid of the above mathematical model, the steady state speeds, moments and pressures in the DHST were calculated for constant values of load torque, efficiency and output from the gearbox, and the drawbar pull (neglecting slippage).

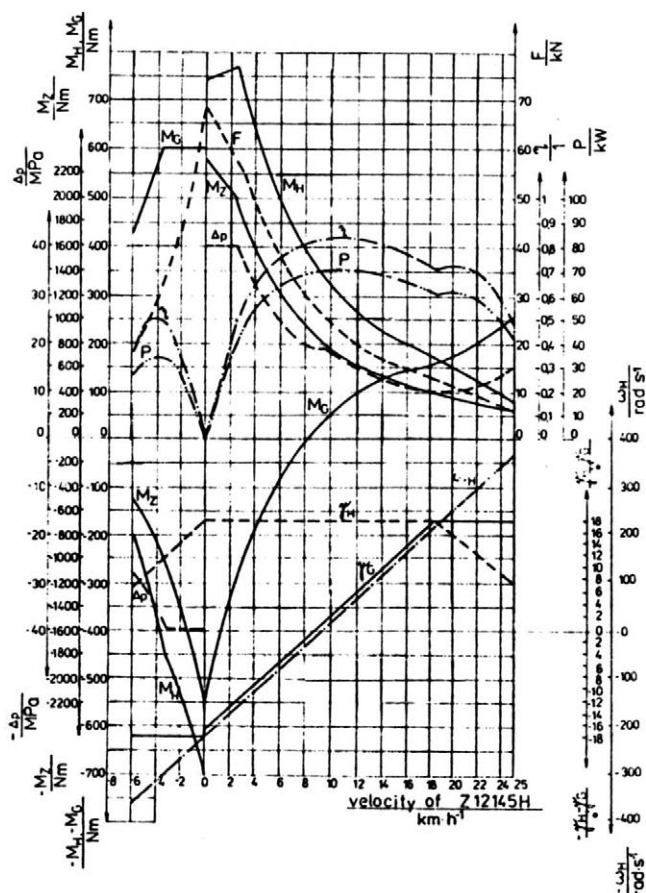
Diagram 3 shows the calculated parameters for an input power of 85 kW and requested speed 36.66 per sec.

Diagram 4 shows efficiencies for input powers of 85 kW, 68 kW, 45kW and 30 kW and the engine speed of 2200 rpm.

Diagram 5 shows the same data for an input of 67.5 kW and 25 per sec.

CALCULATION OF DRAWBAR PULLING CHARACTERISTICS

The mathematical relations (S e m e t k o , 1986) were put into the programme together with the slippages and rolling resistances with all four wheels driven. Diagram 6 shows the calculated drawbar pulling characteristic of the ZETOR tractor type Z 12145 with DHST on concrete, cut field and plough field.



3. Steady state characteristics

CONCLUSIONS

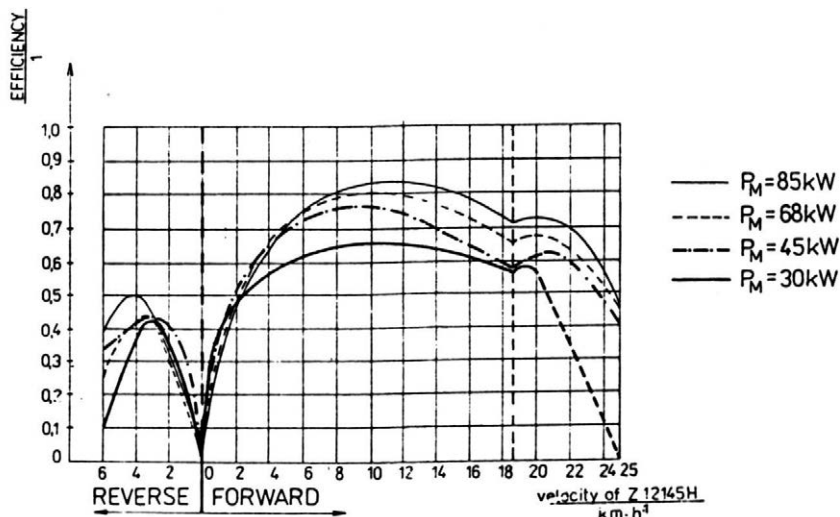
Using the data obtained from the calculated output of the mathematical model of the tractor transmission with differential hydrostatic split, it is clear that the maximum efficiency behind the gearbox, for an engine speed of 25/s and output of 67.5 kW, is 0.88 and the max gross efficiency of the transmission, at a tractor speed of 10 - 12 km/hour, is 0.83.

Maximum efficiency behind the gearbox at nominal engine output and speed (85 kW, 36.66/s) is 0.84 at a speed of 10 - 12 km/hour.

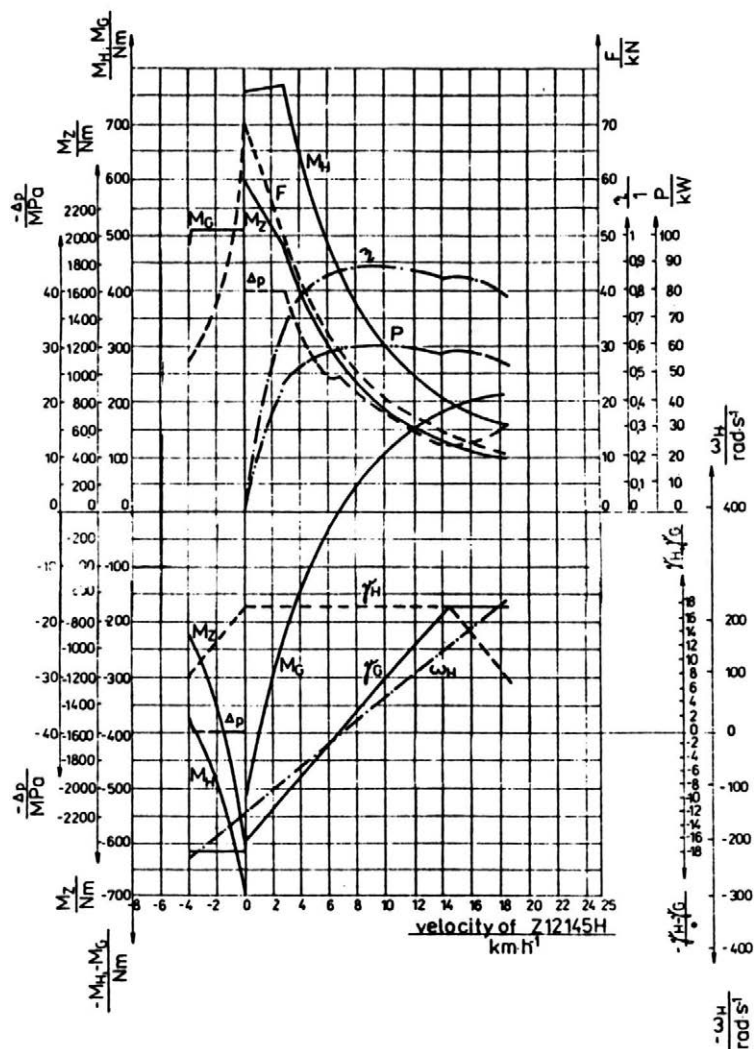
During the calculation the tractor transmission was considered using the HST type Dubax HGR 90 + HMR 90 and HMK 32 (produced by the ZTS Company) in monoblock form. The regulating hydraulic pump and motor were controlled by the electrohydraulic transducer EHT. An electrohydraulic proportional flow valve was used for this purpose.

Indications

- F (N) - drawbar pull
- M (Nm) - torque
- ω (rad s⁻¹) - angular velocity
- E_{LQ} (MPa) - modulus of elasticity
- V_n (m³) - volume of pressure line of HST
- Q (m³·s⁻¹) - flow rate
- V (m³) - volumetric displacement per revolution
- I_R (kg m²) - reduced moment of inertia
- K_{pv} (MPa) - slope of relief valve
- γ (rad) - angle of swash plate of hydrostatic unit
- K (rad s⁻¹/m) - speed coefficient of the change in hydrostatic unit angle
- r - number of gear teeth

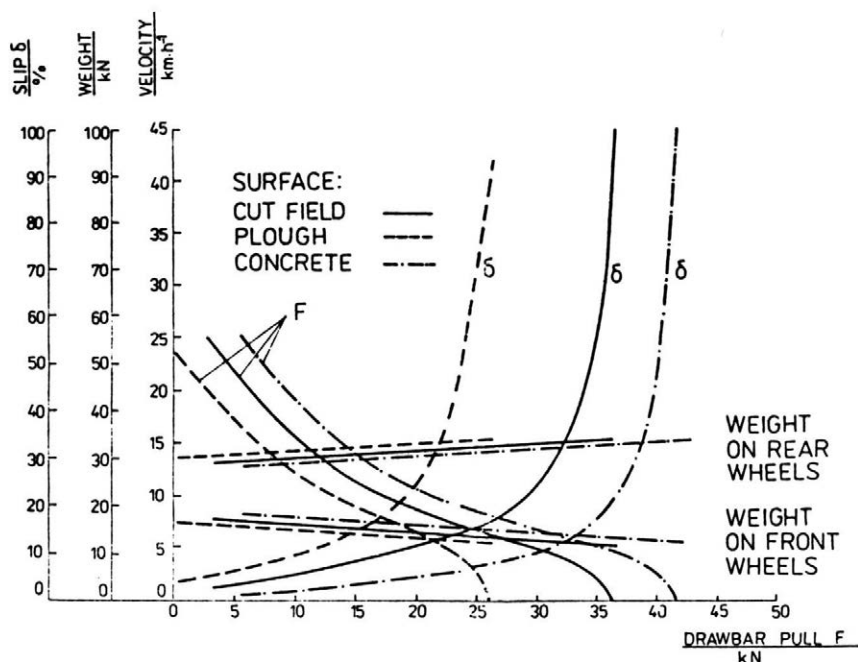


4. Efficiency behind differential hydrostatic split transmission



5. Steady state characteristics

- η - efficiency
- X_{sp} (m) - stroke of sleeve EHT
- Δp (Pa) - pressure drop
- T_1 (s) - time constant
- h (m) - stroke of control bar of fuel injection pump
- EHT - electrohydraulic transducer
- DHST - differential hydrostatic split power transmission
- HST - hydrostatic transmission



6. Drawbar pull characteristics of Z 121 45H

Indices:

- G - pump
- H - motor
- M - combustion engine
- R - reduced
- V - output
- Z - load
- s - losses
- p - sun wheel
- k - planet wheel
- U - satellite - gear carrier

References

SEMETKO, J.: Mobilné energetické prostriedky (Mobile power units). Bratislava, Príroda 1986.

Došlo 14. 4. 1992

MANCOVIČ, M. - KURUCOVÁ, E. - RAŠMAN, Š. (RESYSTEM, Martin; Závody ťažkého strojárstva, Výskumno-vývojový ústav, Martin): *Poľnohospodársky traktor s diferenciálnou hydrostatickou prevodovkou*. Zeméd. Techn., 38, 1992 (6): 387-396.

Článok uvádza matematický popis transmisie s hydrostatickou prevodovkou a s diferenciálom na výstupe. Transmisia bola navrhnutá pre poľnohospodársky traktor ZETOR Z 12145. Súčasťou matematického popisu je identifikácia jednotlivých agregátov. Výsledkom popisu je nelineárny matematický model slúžiaci k návrhu a funkčnému overeniu regulácie. Tento model zároveň slúži aj k výpočtu parametrov prevodovky a ťahových charakteristík poľnohospodárskeho traktora s hydrostatickým transmisným systémom.

traktor; diferenciálna hydrostatická prevodovka; agregát; regulácia; kontrola

The Authors' Address:

Ing. Milan Mancovič, Ing. Eva Kurucová, RESYSTEM, spol. s r. o., Jesenského 25, 036 01 Martin
Ing. Štefan Rašman, Závody ťažkého strojárstva, Výskumno-vývojový ústav, a.s., Komenského 19,
036 21 Martin

OPTIMALIZÁCIA DIAGNOSTICKÝCH INTERVALOV DOJACEJ TECHNIKY

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Bratislava): *Optimalizácia diagnostických intervalov dojacej techniky*. Zeměd. Techn., 38, 1992 (6): 397-404.

Príspevok sa zaoberá optimalizovaním diagnostických intervalov dojacích zariadení s dojením do mliekovodného potrubia s použitím elektromagnetických pulzátorov a dojární. Optimálny diagnostický interval bol stanovený minimalizáciou súčtu merných nákladov na diagnostické prehliadky a na opravy zariadení. Diagnostický interval bol vyjadrený počtom dní a množstvom nadojeného mlieka medzi dvoma diagnostickými prehliadkami.

dojacie zariadenie; merné náklady; diagnostický interval

Jednou z požiadaviek, ktoré prináša technický rozvoj poľnohospodárskej výroby, je i potreba výrazne zlepšiť využitie výrobných prostriedkov. K tomu je potrebné vytvárať technické, technologické a organizačné podmienky a zdokonaľovať metódy údržieb. Tieto metódy sú často poplatné prehnaniu prakticismu. Zásadný pokrok na tomto úseku je možné dosiahnuť aplikáciou záverov teórie spoľahlivosti.

Spoľahlivosť je jednou z dôležitých akostných vlastností a je možné ju definovať ako obecnú vlastnosť objektu (výrobku), ktorá spočíva v schopnosti plniť požadované funkcie pri zachovaní hodnôt stanovených prevádzkových ukazovateľov v daných medziach a v čase podľa stanovených podmienok (ČSN 01 0102-79). Ak je optimálna akosť výrobku, aj jeho prevádzková spoľahlivosť je na optimálnej úrovni.

Za optimálnu spoľahlivosť je možné definovať takú jej úroveň, pri ktorej sa dosahuje maximálneho ekonomického efektu - minimálne náklady a maximálny zisk (H a v l í - č e k , L e g á t , 1990).

Osobitný význam v tejto oblasti má technická diagnostika. Diagnostika je definovaná ako veda o zisťovaní porúch a celkového technického stavu zariadení (J a r o u š e k et al., 1988). Technická diagnostika (V e r z a k o v et al., 1968) je vedný odbor, ktorý sleduje formy prejavu porúch v technických zariadeniach, vypracováva metódy ich zisťovania a princípy konštruovania diagnostických zariadení.

Zavedením preventívnych plánovaných diagnostických prehliadok a technických údržieb sa znižuje výskyt porúch. Súčasne sa predlžuje doba životnosti zariadení, znižujú sa náklady na opravy a celkové náklady na ich prevádzku. Zvyšovaním nákladov na diagnostické prehliadky klesajú náklady na opravy. Potrebné je nájsť minimálny súčet nákladov na diagnostické prehliadky a nákladov na opravy príslušného zariadenia (K o b e l , 1988).

Pri riešení teoretických problémov v tejto oblasti je potrebné sa zaoberať optimalizáciou údržbárskych a diagnostických intervalov (L e g á t , 1986). To si vyžaduje vypracovať

modely pre stanovenie optimálnych cyklov diagnostických prehliadok. Takýmto spôsobom je potrebné rozšíriť v súčasnom období prevládajúci systém štandardných údržieb o diagnostické prehliadky, ktorých vykonanie je určované na základe skutočnej potreby.

K základným bodom moderných metód údržby patrí stanovenie diagnostických intervalov. Na rozdiel od predchádzajúcich metodík plánovania technických prehliadok podľa pevných časov - alebo pri neplánovanej údržbe až po vznik poruchy - je v súčasnom období snaha o optimálne riadenie diagnostických intervalov. Diagnostický interval sa často určuje vyhodnotením frekvencie diagnostických meraní na základe sledovania určujúceho diagnostického parametra.

V mnohých prípadoch je vhodné a dostatočne určiť diagnostické intervaly empiricky podľa ekonomického hodnotenia (Zetek, Pekárek, 1980). Pri tomto spôsobe výpočtu využívame údaje o nákladoch na prevádzku zariadenia pri realizovanej technickej diagnostike.

MATERIÁL A METÓDA

Počas obdobia troch rokov boli vykonávané diagnostické prehliadky a opravy na 47 dojaciach zariadeniach s dojením do mliekovodného potrubia s elektromagnetickými pulzátorami (typy ZD3-010, ZD2-030) a počas piatich rokov na 21 dojárňach (DZKD 15, DZD 2 x 5). Diagnostický interval sa menil od 60 do 150 dní. Diagnostický interval bol vyjadrený buď počtom dní, alebo množstvom nadojeného mlieka medzi dvoma po sebe nasledujúcimi diagnostickými prehliadkami. Sledovali sa náklady na diagnostické prehliadky na opravy zariadení pri rôznych diagnostických intervaloch. Súčasne sa zisťovalo množstvo nadojeného mlieka a vek zariadení. Vypočítané boli merné náklady na diagnostické prehliadky a merné náklady na opravy pri nadojení 1000 l mlieka. Ako optimálny diagnostický interval bol stanovený taký interval, pri ktorom bola najmenšia hodnota súčtu merných nákladov na diagnostické prehliadky a merných nákladov na opravy zariadení. Vzhľadom na to, že bola zistená závislosť objemu merných nákladov na opravy od veku zariadení, sledovaná bola v kvadratickej rovnici - vyjadruje závislosť minimálnych merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy do dĺžky diagnostického intervalu - závislosť koeficientov A , B a C od veku zariadení. Zistená bola závislosť koeficientu C od veku zariadenia, čo bolo i funkčne vyjadrené, pričom rovnica tejto závislosti bola doplnená za koeficient C v príslušnej kvadratickej rovnici. Výsledky boli spracované programom Windows Excel 2 (Novák, 1991).

VÝSLEDKY

Dojacie zariadenia s dojením do mliekovodného potrubia s elektromagnetickými pulzátorami

Pri sledovaní závislosti merných nákladov na diagnostické prehliadky tohoto typu od dĺžky diagnostického intervalu vyjadreného počtom dní je možné konštatovať, že tieto merné náklady sú takmer konštantné. Táto skutočnosť bola spôsobená tým, že sa jedná o nový typ dojacieho zariadenia a merné náklady odzrkadlili problémy so zavádzaním a osvojovaním si novej metodiky diagnostických prehliadok v praxi.

Závislosti merných nákladov na diagnostické prehliadky (y_1) od zmeny diagnostického intervalu vyjadreného v dňoch (x) vyhovuje exponenciálna rovnica:

$$y_1 = 2,01245 \cdot e^{(0,0019 \cdot x)}$$

Priebehu závislosti merných nákladov na opravy (y_2) od dĺžky diagnostického intervalu vyhovuje kvadratická rovnica:

$$y_2 = 0,007675 \cdot x^2 - 1,892 \cdot x + 128,05$$

Veľmi podobný priebeh má aj závislosť celkových merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy (y) od diagnostického intervalu. Vzťah je vyjadrený kvadratickou rovnicou:

$$y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

Pri sledovaní závislosti koeficientu C od veku zariadenia (t) sa dospelo k záveru, že tejto závislosti vyhovuje rovnica:

$$C = 4,234 \cdot \log(t) + 125,01$$

Dosadením tejto rovnice do pôvodnej nadobúda nasledovný tvar:

$$y = 0,007679 \cdot x^2 - 1,889 \cdot x + 4,234 \cdot \log(t) + 125,01$$

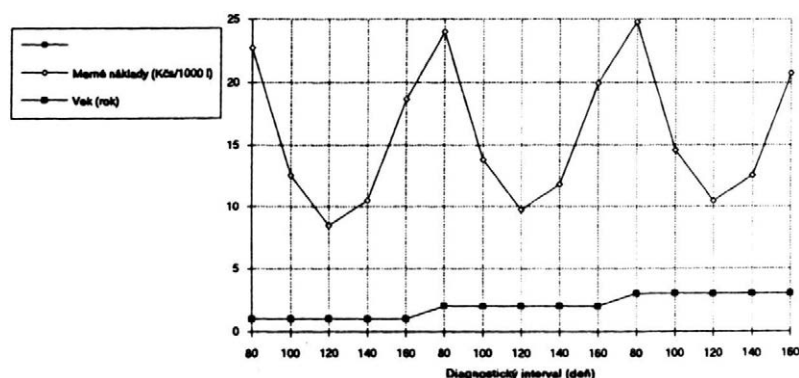
Najmenšie celkové merné náklady - 13,94 Kčs.1000 l⁻¹ sú pri diagnostickom intervale 123 dní. V grafe (obr. 1) sa prejavil i vplyv zmeny diagnostického intervalu na objem celkových merných nákladov. Možno sledovať i vplyv veku zariadenia na celkové merné náklady a to i napriek tomu, že v ich veku bol malý rozdiel.

Merné náklady na diagnostické prehliadky sa vplyvom zmeny množstva nadojeného mlieka (y₁) takmer nemenia - mierne klesajú. Tejto závislosti vyhovuje exponenciálna rovnica:

$$y_1 = 2,784 \cdot e^{(-0,00000011 \cdot x)}$$

Hyperbolická rovnica vyjadruje závislosť merných nákladov na opravy dojacích zariadení od zmeny diagnostického intervalu vyjadreného množstvom nadojeného mlieka (y₂). Rovnica má nasledovný tvar:

$$y_2 = 1424560,60 \cdot \frac{1}{x} + 13,23$$



1. Závislosť merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení s dojením do potrubia od diagnostického intervalu a veku - Dependence of specific costs of diagnostic overhauls and repairs of milking machines in which milk is drawn into a pipeline on the diagnostic interval and age
 diagnostický interval (deň) - diagnostic interval (day)
 merné náklady (Kčs/1000 l) - specific costs (Kčs/1,000 l)
 vek (rok) - age (year)

Závislosti celkových merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení od zmeny množstva nadojeného mlieka (y) najlepšie vyhovuje kvadratická rovnica:

$$y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

Vek zariadení ovplyvňuje hodnotu koeficientu C v tejto rovnici. Uvedenú závislosť vyjadruje rovnica:

$$C = 4,430 \cdot \log(t) + 83,03$$

Pôvodná rovnica po dosadení za koeficient C má tvar:

$$y = 0,000000000623 \cdot x^2 - 0,000428 \cdot x + 4,430 \cdot \log(t) + 83,03$$

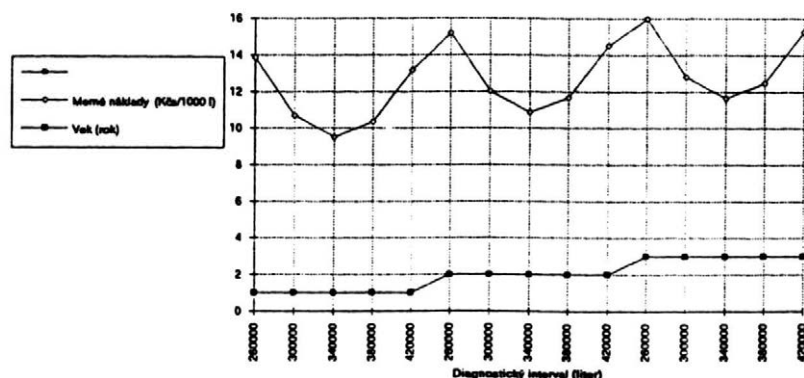
Z priebehu tejto závislosti vidieť, že najmenšie celkové merné náklady - 10,71 Kčs.1000 l⁻¹ sú pri diagnostickom intervale 343 533 l. Celkové merné náklady ovplyvňuje veľkosť diagnostického intervalu výraznejšie ako vek zariadení (obr. 2).

Dojárne

Závislosť merných nákladov na diagnostické prehliadky (y_1) od dĺžky diagnostického intervalu (x) má klesajúcu tendenciu. Vyjadruje ju exponenciálna rovnica:

$$y_1 = 7,103 \cdot e^{(-0,0130 \cdot x)}$$

Klesajúcu tendenciu má i závislosť merných nákladov na opravy dojární (y_2) od veľkosti diagnostického intervalu. Tento pokles však nie je taký prudký ako pri predchádzajúcej skupine dojacích zariadení, čo je dôsledkom toho, že v dojárňach sa dojí



2. Závislosť merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení s dojením do potrubia od diagnostického intervalu a veku - Dependence of specific costs of diagnostic overhauls and repairs of milking machines in which milk is drawn into a pipeline on the diagnostic interval and age

podstatne väčšie množstvo mlieka a tým sú merné náklady nižšie. Túto závislosť vyjadruje rovnica hyperboly:

$$y_2 = 90,997 \cdot \frac{1}{x} + 6,2559$$

Celkové merné náklady majú minimálnu hodnotu -7,55 Kčs.1000 l⁻¹ pri diagnostickom intervale 93 dní. Závislosti celkových merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojární vyhovuje kvadratická rovnica:

$$y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

Priebeh závislosti koeficientu C v tejto rovnici vystihuje rovnica:

$$C = 9,168 \cdot \log(t) + 8,47$$

Po jej dosadení pôvodná rovnica nadobúda tvar:

$$y = 0,0020163544 \cdot x^2 - 0,375949 \cdot x + 9,168 \cdot \log(t) + 8,47$$

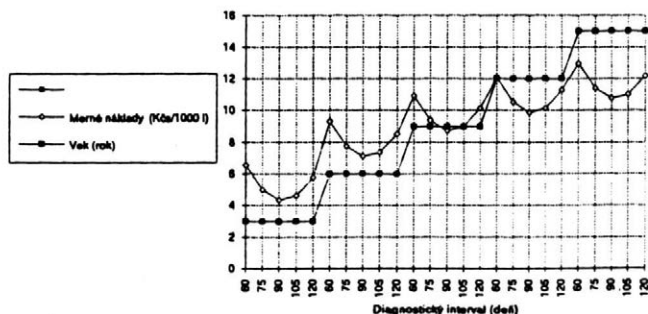
Pri týchto dojacích zariadeniach je možné vidieť (obr. 3) veľký vplyv veku na objem merných nákladov.

Podobne plynule klesajúci priebeh má aj závislosť merných nákladov na diagnostické prehliadky dojární v závislosti od dĺžky diagnostického intervalu, ktorý je vyjadrený množstvom nadojeného mlieka (y_1). Táto závislosť je vyjadrená exponenciálnou rovnicou:

$$y_1 = 6,312 \cdot e^{(-0,0000030 \cdot x)}$$

Merné náklady na opravy dojární v závislosti od množstva nadojeného mlieka (y_2) pomerne prudko klesajú až do asi 250 000 l mlieka. Pri väčšom množstve nadojeného mlieka je pokles menší. Tento priebeh vystihuje rovnica:

$$y_2 = 1804547,116 \cdot \frac{1}{x} + 1,10$$



3. Závislosť merných nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojární od diagnostického intervalu a veku - Dependence of specific costs of diagnostic overhauls and repairs of milking parlours on the diagnostic interval and age

Pri sledovaní závislosti celkových memých nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojární od množstva nadojeného mlieka (y) je vidieť pokles týchto nákladov. Minimálne náklady sú pri 623 812 l mlieka. Nad túto hodnotu celkové memé náklady opäť stúpajú. Táto závislosť je vyjadrená kvadratickou rovnicou:

$$y = A \cdot x^2 + B \cdot x + C$$

Závislosti vplyvu veku dojární na veľkosť koeficientu C vyhovuje rovnica:

$$C = 1,1694 \cdot \log(t) + 35,66$$

Dosadením tejto rovnice za koeficient C má rovnica tvar:

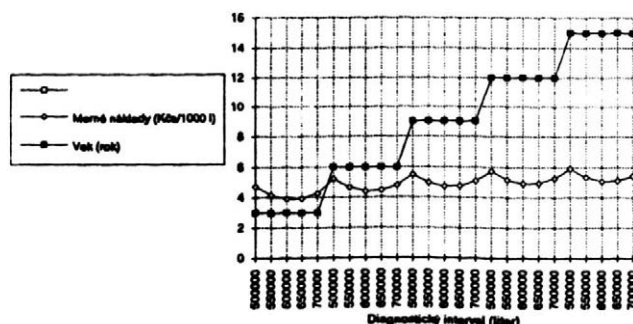
$$y = 0,000000000059 \cdot x^2 - 0,000073 \cdot x + 1,694 \cdot \log(t) + 35,66$$

Priebeh grafu (obr. 4) poukazuje na tú skutočnosť, že zmenou diagnostického intervalu vyjadreného zmenou diagnostického intervalu vyjadreného množstvom nadojeného mlieka - v intervale od 500 000 do 700 000 l mlieka - nedochádza k veľkým zmenám v celkových memých nákladoch.

Pri všetkých typoch dojacích zariadení sa zistili vysoké memé náklady na opravy pri krátkom diagnostickom intervale. Bolo to spôsobené tým, že opravy väčšieho rozsahu sa robili po diagnostických prehliadkach a po týchto opravách boli opäť vykonané diagnostické prehliadky, čím sa diagnostický interval podstatne skrátil, pričom memé náklady na opravy v tomto krátkom intervale boli najväčšie.

DISKUSIA

Stanovovanie diagnostického intervalu bolo vykonané na základe minimalizácie súčtu memých nákladov na diagnostické prehliadky a na opravy dojacích zariadení. Takýto spôsob určovania veľkosti diagnostických intervalov obrábacích strojov použili K o b e l (1988) a O l s e n (1987).



4. Závislosť memých nákladov na diagnostické prehliadky a opravy dojární od diagnostického intervalu a veku
- Dependence of specific costs of diagnostic overhauls and repairs of milking parlours on the diagnostic interval and age

Pri realizácii starostlivosti o prevádzkovú spoľahlivosť dojacej techniky majú osobitný význam diagnostické prehliadky. Dosiahnuté výsledky podobne ako výsledky, ktoré uvádzajú Juríček (1988), Lobotka et al. (1987) a Stírl et al. (1988), tento poznatok jednoznačne potvrdzujú.

Skracovaním diagnostického intervalu dochádzalo k zníženiu výskytu prevádzkových porúch a k zníženiu nákladov na ich opravy. K takýmto poznatkom dospeli i Finley (1987) a Nolden (1986).

Diagnostické prehliadky dojární je potrebné vykonávať štyrikrát ročne a stredných dojacích zariadení dvakrát ročne (Dalsgaard, 1991). Dosiahnuté výsledky sú v súlade s týmito poznatkami.

Literatúra

- DALSGAARD, H.: Vplyv dojenia a dojacích zariadení na zdravotný stav vemien. In: Symp. Dni dánskej techniky, Bratislava, 22. 2. 1991.
- FINLEY, H. F.: Reduce costs with knowledge - based maintenance. *Hydrocarbon Process.* 1987, č. 1, s. 64-66.
- HAVLÍČEK, J. - LEGÁT, V.: Teoretické základy optimalizácie jakosti spoľahlivosti a obnovy techniky v zeméľstve. In: Zbor. ČSVTS, Spoľahlivosť poľnohospodárskej techniky. Banská Bystrica, 5. - 6. 6. 1990, s. 89-96.
- JAROUŠEK, I. a kol.: Technická diagnostika, Praha, SNTL 1988.
- JURÍČEK, J.: Einsatz der technischen Diagnostik zur Durchsetzung der planmäßig vorbeugenden Instandhaltung von Melk- und Kuhltechnik, *Agrartechnik*, 38, 1988, č. 3, s. 128-130.
- KOBEL, R.: Verfügbarkeit und Kosten im Griff. *Techno-tip*, 1988 s. 270-274.
- LEGÁT, V.: Řízení optimální spoľhlivosti a obnovy strojů a jejich prvků v zemědělství. [Vědecká monografie.] Praha, VŠZ 1986, 200 s.
- LOBOTKA, J. a kol.: Zariadenia na dojenie, chladenie a ošetrovanie mlieka. Bratislava, Príroda 1987, 228 s.
- NOLDEN, C.: Gaining control over maintenance costs. *Pl. Engng.*, 62, 1986, č. 5, s. 62-68.
- NOVÁK, P.: Microsoft Excel. Příručka pro uživatele. Praha, Grada 1991. 147 s.
- OLSEN, U.: Kontinuierlich überwacht. Maschinen Anlagen Verfahren, 1987, č. 11, s. 72-73.
- STÍRL, A. a kol.: Diagnose von Melkanlagen. *Agrartechnik*, 38, 1988, č. 9, s. 415-419.
- VERZAKOV, G. F. a kol.: Vvedenie v techničeskiju diagnostiku. Moskva, Energija 1968.
- ZETEK, K. - PEKÁREK, J.: Technická diagnostika v údržbě výrobních strojů. In: Sbor. DT ČSVTS, Diagnostické systémy, Praha, 1980.

Došlo 17. 8. 1992

JURÍČEK, J. (Research Institute for Rural and Food Economy, Bratislava): *Optimization of diagnostic intervals in milking equipment*. *Zeměd. Techn.*, 38, 1992 (6): 397-404.

Diagnostics plays an important role with respect to the maintenance of machine reliability. Preventive checks and technical upkeep reduce the frequency of failures, repair costs, total operational costs while the machine life is being prolonged. Increasing costs of diagnostic checks reduce the cost of repairs. Hence it is good to optimize a diagnostic interval.

The paper deals with optimization of diagnostic intervals in milking machines in which milk is drawn into milk pipelines and electromagnetic pulsators and milking parlours are used. Such a diagnostic interval was taken as an optimum diagnostic interval for which the sum of specific costs of diagnostic checks and specific costs of milking machine repairs was minimum. Specific costs were calculated in Kčs per 1,000 litres of milk. The age of machines was also included in the determination of the cost level. Relationships were determined between the level of specific costs of diagnostic checks and repairs on the one hand, and the diagnostic intervals and

machine age on the other. A diagnostic interval was calculated either as the number of days or the amount of milk obtained between two diagnostic checks.

A diagnostic interval of 123 days was found to have the lowest total specific costs, 13.94 Kčs per 1,000 l, in milking machines in which milk is drawn into a milk pipeline and electromagnetic pulsators are used. In respect of milking parlours, the interval of 93 days showed the lowest total specific costs, 7.55 Kčs per 1,000 l.

milking machine; specific costs; diagnostic interval

Adresa autora:

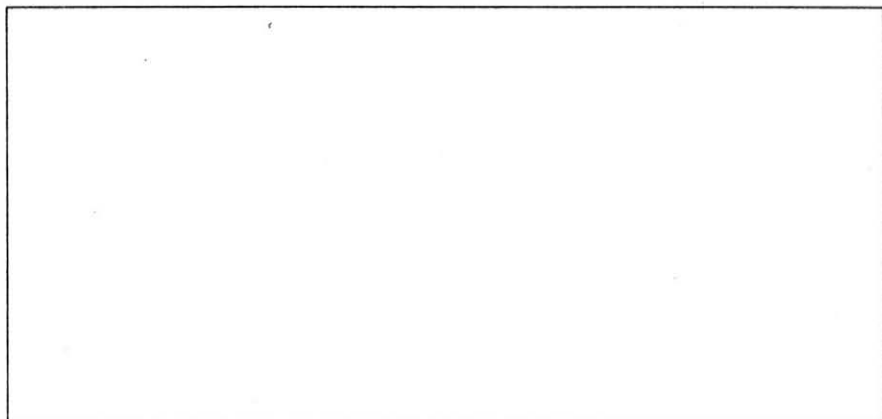
Ing. Ján Juríček, CSc., Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Trenčianska 55,
824 80 Bratislava

A d a m o v s k ý R.: Výsledky sledování výskytu druhotných energetických zdrojů v agropotravinářském komplexu The results of investigation into the occurrence of secondary power sources in the agri-food complex.	359
C o w e l l P. A.: Zvyšování přesnosti řízení traktorem nesených pleček Improvements in the accuracy of control of tractor mounted hoes	325
D e b r u y c k e r e M., V a n s t e e l a n t B.: Ustájení dobytka a životní prostředí - emise amoniaku a zamoření pachy Livestock housing and environment-ammonia emission and odour nuisance	279
D u n c a J.: Meranie rezonančných frekvencií a vnútorného tlmenia stebel jačmeňa Measuring resonance frequencies and inner damping in barley stems	345
F i a l a J., L a c i n o v á Z.: Setí předklíčených semen Pregerminated seed planting.....	227
H a r m s H. H.: Výzkum a vývoj zemědělské techniky v zájmu ochrany životního prostředí Research and development of farm machinery in the interests of the environmental protection	271
H r u b e c J., K o v á č P.: Program výpočtu ukazovateľov spoľahlivosti objektov pre normálne a Weibullovo rozdelenie The programme for calculating the reliability parameters in objects for the normal distribution and for the distribution according to Weibull.....	77
C h e z e B.: Technologie vstupující do zemědělství Coming technologies in agriculture	331
J a n á l R., L o u d a J.: MAT-4, inovovaný faremní tester konduktivity mléka MAT-4, an innovated milk conductivity farm tester.	235
J a n á l R., L o u d a F., Š v a s t a J.: Hodnocení mléka pomocí absolutních a relativních konduktometrů zahraniční a tuzemské provenience Milk evaluation by means of absolute and relative conductometers of foreign and inland provenance	367
J í l e k J.: Kritické teploty sladovnického ječmene Critical temperatures in malting barley	189
J u r í č e k J.: Náklady na diagnostické prehliadky a opravy dojacích zariadení The costs of diagnostic check-up and repair of milking machine	113
J u r í č e k J.: Optimalizácia diagnostických intervalov dojacej techniky Optimization of diagnostic intervals in milking equipment	397

Kochan J.: Ztráty produkce cukrovky zaviněné prostoji sklizňové techniky vlivem provozních poruch Losses in beet production caused by the idle hours of harvesting machinery in results of breakdowns	101
Lobotka J., Said J., Kováč Š.: Hodnotenie tlakových pomerov v do- jacom zariadení s mliekovodným potrubím Evaluation of pressure relations in a milking machine with milk pipeline ...	197
Machálek A., Ambrož P.: Měření měrné elektrické vodivosti a teploty mléka v průběhu dojení Measuring of electric conductivity and temperature of milk during milking .	45
Mancovič M., Kurucová E., Rašman Š.: Poľnohospodársky trak- tor s diferenciálnou hydrostatickou prevodovkou Agricultural tractor with hydrostatic split transmission system	387
Mareš Z.: Řepkový olej jako alternativní náplň pro hydraulické systémy Rapeseed oil as an alternative lubricant for hydraulic systems	153
Mihaľ P., Nozdrovický L.: Hodnotenie efektu kyprenia pôdy rôznymi kypričmi na základe zmien intenzity difúzie kyslíka Evaluation of the effect of soil pulverization with different pulverizers on the basis of changes in oxygen diffusion intensity	129
Mišun V., Bauer F.: Zatížení hnacích kol traktoru při orbě s neseným pluhem Load of the tractor driving wheels in tillage with mounted plough	1
O'Callaghan J. R.: Systém zemědělských strojů The machinery system	291
Pellizzi G.: Trendy v mechanizaci zemědělství Trends in agricultural engineering	255
Petranský J., Kurucová E.: Matematický model skúšobného stavu so simulátorom záťaže realizovaným hydrostatickým obvodom Mathematical model of testing state with the load simulator realized by hydrostatic circuit	65
Pineda A. V., Hnilica P., Kic P., Velebil M., Dominguez P. L.: Analýza činnosti experimentálneho zariadenia a návrh paramet- rov prúmslo- vého zariadenia na výrobu krmnej bielkovinnej pasty na Kubě Analysis of the operation of an experimental installation and a projection of industrial installation parameters for the production of protein feeding paste in Cuba	203
Polák M.: Vplyv keramických vrstiev na životnosť odhrňovačiek The influence of ceramic layers on operation life of mouldboards	23
Poničan J.: Vplyv úderu rotujúceho ramena na poškodenie semien fazule The effect of the rotating arm on the damage to seeds	29

R e p p o B.: Vliv pracovních podmínek a účinky pracovního zatížení na spolehlivost lidského organismu The effect of working conditions and working stress on reliability of the human organism	159
R ů ž i č k a M., A l t m a n V.: Rovnoměrnost postřiku pásového zavlažovače Sigmat 90/300 Sprinkling regularity of a hose traveller Sigmat 90/300	377
S a l a n c i J., K a s t e l o v i č E.: Meranie krátkodobých přetážení malotraktora v agregácii s náradím v prevádzke Measurement of mini-tractor short-term load in aggregation with the tools during the operation	11
S a t o r i a J., Š a f r á n k o v á A., Š t ě r b a M.: Kompaktnost a adaptabilita ukazatelů úrovně jakosti zemědělské techniky v ČSFR The compactness and adaptability of the quality indicators of farm machinery in the ČSFR	177
S e m e t k o J.: Ekologické podmienky parametrov traktora Ecological conditions in relation to tractor parameters	95
S m u t n ý M., V a r g a J.: Vplyv obalových konštrukcií na mikroklimu v ustajňovacích objektoch The effect of covering constructions on microclimate in animal housing ...	145
S o s n o w s k i S., J e c h J.: Prístroj pre dynamické zaťažovanie zŕn s možnosťou snímania zaťažujúcej sily An apparatus for grain dynamic load enabling to record the load force	353
S t u d e n í k B.: Stanovenie optimálneho ročného nasadenia traktorov Determination of optimum annual operational engagement of tractors	85
S t u d e n í k B.: Vybavenie poľnohospodárskych podnikov mobilnou strojovou technikou Agricultural enterprises providing with the mobile machine equipment	37
S t u d e n í k B.: Zdôvodnená výmera poľnohospodárskej pôdy na traktor Reasonable farm land acreage per tractor	241
Š o l c M.: Počítačová simulace rozmetání granulovaných hnojiv Computer simulation of granulated fertilizers	167
Š t u l c P., K á r a J.: Rekuperační výměníky vzduch-vzduch z plastových tepelných trubíc Recuperative air-air exchangers made of plastic heat-conducting tubes	217
T o n l e i n P., L a v č á k F., K u f e l J.: Nepriame meranie spotreby a strát vzduchu dojacej súpravy Indirect measuring of air consumption and losses in a milking set	135
Y u l e I. J., E l s h a m i O. M. E.: Informační systém pro řízení provozu zemědělských strojů A management information system for agricultural machinery management	315

Žaludová A. H., Legát V.: Tendence v zavádění programů výchovy a vzdělávání k jakosti a spolehlivosti Trends in quality and dependability programs: education, training and implementation.	303
INFORMACE	
Fiala J., Jelínek A.: Technologie a technika ekologického zemědělství.	250
TERMINOLOGIE V OBORU ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA	
Žák K.: Sážeče.	60
AKTUALITY	
Šedivá Z.: Technickoekonomická efektivnost výroby řepkového metylesteru v zemědělských podnicích	121
ÚVODNÍK	
Blahovec J.: TAE 92.	253



Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR - Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Dvoutměsíčník ● Redaktorky: ing. Marie Černá, CSc., Radka Chlebečková, RNDr. Eva Stříbrná ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Sazba Studio DOMINO - ing. Jakub Černý, Popovice 144, Králův Dvůr, tel.: 0311/21642 ● Tisk ÚVTIZ Praha ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1992

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, doručovatel tisku a Administrace centralizovaného tisku, Kačkova 19, 160 00 Praha 6.