

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 32 (LIX)
PRAHA
ČERVEN 1986
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1986

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

■
Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

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

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

V. Vrba

VRBA, V. (Výskumný ústav krmivárskeho priemyslu a služieb, Ivanka pri Dunaji): *Prevzdušňovanie zrnovín v obilnom sile 21 000 t*. Zeméd. Techn., 32, 1986 (6) : 321-330.

Podľa návrhu projektu bol realizovaný systém aktívneho prevzdušňovania v hlbinných bunkách obilných síl. Možnosti využitia boli overované pokusne. Z meraní sme vyvodili predbežné závery a odporúčenia.

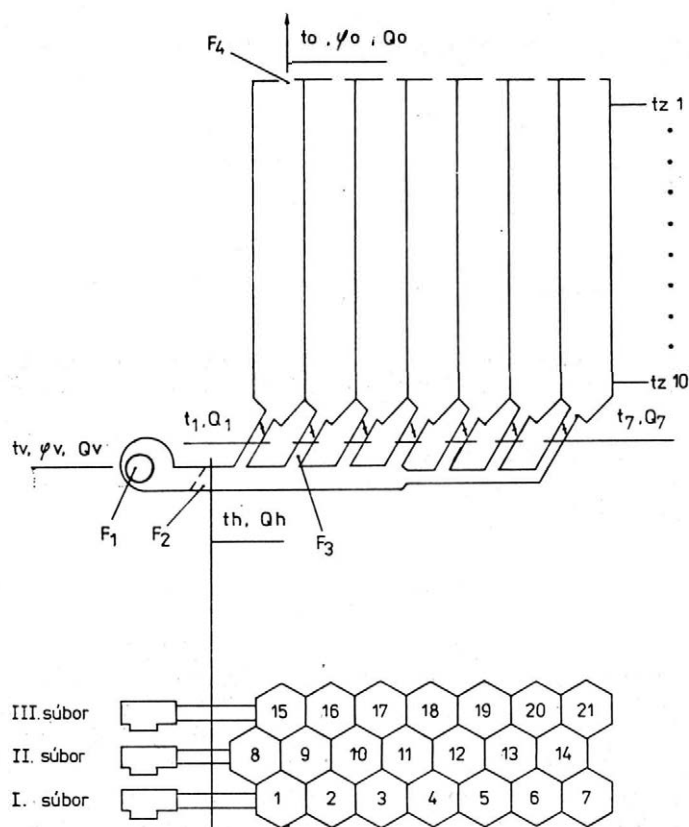
aktívne prevzdušňovanie; hlbinné sílá

Podstatná časť zrnovín sa v ČSSR skladuje vo veľkokapacitných silách. Najrozšírenejším je železobetónové obilné silo na 21 000 ton, ktoré pozostáva z 21 buniek, každá o kapacite 800 až 1000 ton podľa druhu a mernej hmotnosti zrna. Teleso bunky tvorí šesťuholníková základňa o ploche 32 m² s výškou podstavy 44 m. V hornej časti je stropný otvor a v spodnej časti kuželová výsypka (schematicky znázornené v pôdoryse a náryse na obr. 1).

Pri pozberovej úprave zrnovín sušením pred ich uložením v sile majú zrnoviny najmenej o 5 °C vyššiu teplotu, ako je teplota okolitého vzduchu, teda chladenie v sušiarňi je priamo závislé od vonkajších teplotných podmienok. Tieto podmienky sú premenné, avšak v jednotlivých bunkách je nutné vytvoriť podmienky konštantné. Podmienky v bunkách umožňujú dlhodobé skladovanie len tých zrnovín, ktoré majú presne ohraničenú vlhkosť a teplotu. To sa v prevádzke dosahuje rôznymi mechanickými zásahmi, hlavne presypávaním a premiestňovaním obsahu jednej bunky do druhej, čím sa zrnoviny zhomogenizujú. Tento spôsob ošetrovania je však sprevádzaný zvyšovaním mechanického poškodenia a obrusovania zŕn a pomerne vysokými energetickými nárokmi na ich premiestňovanie. Okrem toho je blokovaná časť dopravných ciest v sile na naskladňovanie alebo vyskladňovanie. Nie sú zanedbateľné ani straty biologickej hmoty (prach a odrol, ktorý pri manipulácii vzniká, avšak odsávaním sa pre ďalšie použitie stráca).

Pri realizácii úsporných energetických opatrení sa v posledných rokoch stále v širšej miere presadzuje ošetrovanie zrnovín aktívnym prevzdušňovaním. Podľa kvality (teplota, relatívna vlhkosť) a množstva vhaňaného vzduchu a v závislosti od druhu, vlhkosti a teploty sa zrnoviny ošetrojú:

- chladením,
- sušením,
- periodickou výmenou vzduchu z medzizrnového priestoru.



1. Schéma meracích miest — Diagram of the measuring sites

Na základe rozhodnutia Generálneho riaditeľstva Poľnohospodárskeho zásobovania a nákupu v Bratislave bolo v dvoch etapách realizované prevzdušňovanie hlbinných buniek dvoch obilných sít 21 000 t.

Predpokladaná vlhkosť prijímaných zrnovín bola do 16 %, s možnosťou zníženia o 1 %. Ďalším predpokladom bolo zníženie spotreby elektrickej energie na manipuláciu so zrnovinami.

Cieľom riešenia bolo zistiť skutočnú účinnosť realizovaného aktívneho prevzdušňovania v obilnom sile 21 000 t v Stredě nad Bodrogom a výsledky porovnať s predpokladmi uvedenými v jednostupňovom projekte (Jednostupňový projekt, 1982; Vrba a Dlabaja, 1985).

MATERIÁL A METÓDA

POUŽITÁ MERACIA TECHNIKA A ZARIADENIA

- Pre rýchle meranie teploty: Miniterm, typ STMT, výrobca AIS M. Foss Elektric, Hillerød, Denmark.
- Pre meranie rýchlosti prúdenia vzduchu: Airflow TA 6000, rozsah 0—30 m.s⁻¹ a Airflow TA 400, rozsah 0—2 m.s⁻¹.
- Pre meranie relatívnej vlhkosti vzduchu: HYGROCOR, typ IHR.
- Kontrolné prístroje: vlasové hygrometre, typ 899, vybavené ortuťovými teplomermi.
- Pre meranie tlaku vzduchu v potrubí: Airflow, Type 5 Test Set. — mikromanometer U trubica.
- Obkročný merací transformátor napätia a prúdu PK 110 (Metra Blansko).

OVEROVANÝ MATERIÁL

Overovali sme potravinársku a krmnú pšenicu o priemernej vlhkosti 15,8 %, kukuricu o priemernej vlhkosti 31,4 % a jačmeň o priemernej vlhkosti 14,7 %.

METODIKA

Pre splnenie vytýčeného cieľa práce bol zvolený tento metodický postup:

- a) sledovanie parametrov vonkajšej atmosféry — vzduchu nasávaného do sústavy, a to: teploty t_v (°C), relatívnej vlhkosti φ_v a množstva Q_v ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$);
- d) dynamická charakteristika prevetrávacieho vzduchu v hlavnom potrubí, v jednotlivých vetvách pred vstupom do buniek;
vo všetkých prípadoch treba sledovať teplotu vzduchu t_h , t_1 ... t_{21} a množstvo vzduchu Q_h , Q_1 ... Q_{21} ;
- c) sledovanie teploty v bunkách na desiatich miestach po 4 m výšky sila t_{21} ... t_{210} (°C);
- d) sledovanie parametrov vzduchu na výstupe z buniek — teplota vzduchu t_o (°C), relatívna vlhkosť vzduchu φ_o a množstvo vychádzajúceho vzduchu Q_o ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$);
- e) sledovanie príkonu ventilátorov v závislosti od prevzdušňovania jednej až štyroch buniek (kW);
- f) meranie vlhkosti zrna na desiatich miestach po intervaloch výšky násypu 1,5 m.

POSTUP MERANIA

Parametre vonkajšej atmosféry (teplota t_v , relatívna vlhkosť φ_v) boli merané pred ventilátorom prístrojmi Miniterm a Hygrocor. Kontrolné merania teploty a relatívnej vlhkosti boli vykonané vlasovým hygrometrom.

Množstvo vzduchu (Q_v) dodávané (nasávané) ventilátorom bolo stanovené výpočtom z priemernej rýchlosti prúdenia vzduchu a prierezovej plochy nasávacieho potrubia — $F = 0,125 \text{ m}^2$. Rýchlosť prúdenia vzduchu bola meraná v tesnej blízkosti nasávacieho potrubia prístrojom Airflow TA 6000.

Množstvo vzduchu dodané do jednotlivých buniek bolo určené z priemernej rýchlosti prúdenia vzduchu v príslušnej vrstve potrubia, násobenej jej prierezovou plochou — $F_3 = 0,125 \text{ m}^2$. Priemernú rýchlosť sme vypočítali z dynamického tlaku, ktorý bol meraný mikromanometrom Airflow, typ Test Set. Pre výpočet rýchlosti prúdenia bol použitý štandardný vzorec

$$v = 1,291 \sqrt{P_{dyn}}$$

kde: v — rýchlosť prúdenia vzduchu ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 P_{dyn} — dynamický tlak (Pa)

Tento vzorec platí pre hustotu vzduchu pri teplote 16 °C a atmosferickom tlaku 1000 hPa, avšak dostatočne presné výsledky poskytol aj pre konkrétne podmienky v čase merania (1003 hPa, 26,4 °C).

Množstvo vzduchu (Q_o) vychádzajúceho z buniek sme zistili meraním rýchlosti prúdenia vzduchu odchádzajúceho cez horný otvor v strope nad bunkou prístrojom Airflow TA 400, násobené plochou otvoru ($F_4 = 0,49 \text{ m}^2$).

Parametre vychádzajúceho vzduchu (t_o , φ_o) sme merali pomocou vlasových hygrometrov s teplomerami umiestnenými v otvoroch stropu nad meranými bunkami. Relatívnu vlhkosť (φ_o) sme merali prístrojom Hygrocor.

Pre zisťovanie teploty uložených zrnovín v bunkách sme použili údaje zo zabudovaných siloteplomerov. Miesta meraní uvedených parametrov sú vyznačené na obr. 1.

Príkon ventilátorov sme zisťovali obkročným meracím transformátorom napätia a prúdu PK 110. Všetky uvedené merania boli vykonané súčasne v hodinových intervaloch.

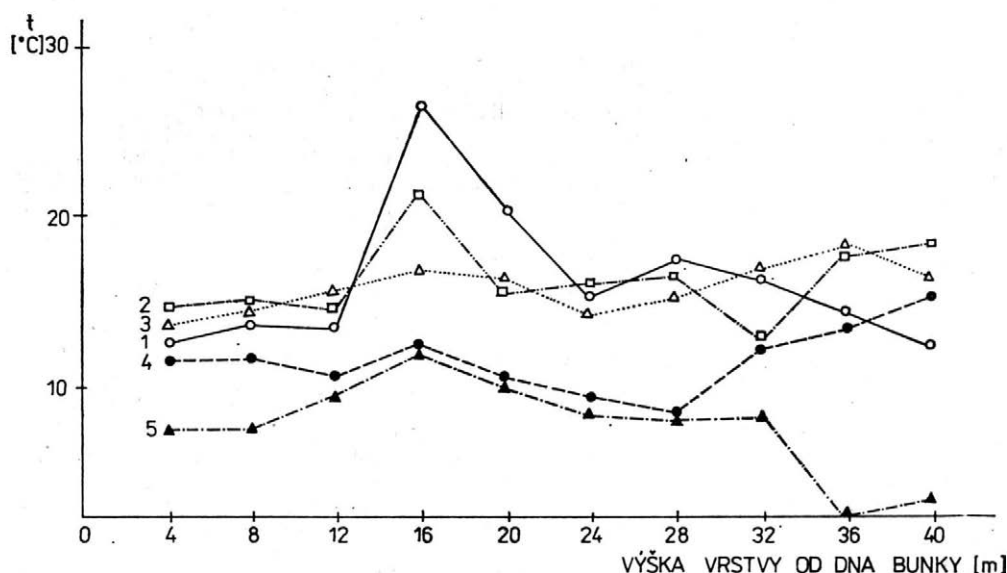
Merania prebiehali v troch termínoch, a to od 22. do 24. 8. 1984, od 26. do 28. 9. 1986 a od 11. 12. do 13. 12. 1984 podľa naznačenej metodiky.

Systém aktívneho prevzdušňovania pre železobetónové silá 21 000 t je vytvorený samostatnými súborami. Pre každý rad buniek (obilné silo 21 000 t má tri) je určený jeden súbor. Každý súbor pozostáva z ventilátora RVE-800 ($3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 3200 Pa, 18,5 kW) umiesteného v priestoroch po zrušených aspiračných zásobníkoch, klapky 400 PJ 120 611 umiestenej tesne za ventilátorom, hlavného potrubia SPIRO $\varnothing 400$ zavedeného do suterénu pod bunky. Z hlavného potrubia vychádzajú bočné vetvy o $\varnothing 250$ mm, ktoré prechádzajú cez dno bunky a ústia do rozvodných perforovaných prstencov uložených vo vnútri každej bunky na kužeľovom dne. V každej vetve potrubia pred silom je uložená ručne ovládaná tesná klapka o $\varnothing 250$ PM 120 612. Hlavné potrubie je vedené vedľa vyskladňovacích dopravníkov. Jednotlivé súbory nie sú vzájomne prepojené. Vzduch vychádza cez otvory o rozmeroch $0,7 \times 0,7$ m do galérie nad bunkami a odtiaľ cez okná do atmosféry. Predpokladaný výkon ventilátora v každom súbore je 14,5 kW, pre silo spolu 43,5 kW. Automatizácia ovládania ventilátora v meranom objekte nie je zatiaľ doriešená, celý proces sa riadi ručne.

VLASTNÁ PRÁCA

Výsledky merania dodávky vzduchu ventilátorom tretieho súboru s variabilnou dodávkou vzduchu do buniek 17, 18, 20 a 21 sú uvedené v tab. I. V žiadnom prípade nedosiahla dodávka vzduchu $3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Výsledky zistené pri sušení aktívnym prevzdušňovaním pšenice súčasne vo všetkých troch súboroch sú uvedené v tab. II. Množstvo odsušku bolo stanovené na základe zisteného množstva a parametrov odpadového vzduchu a porovnané s parametrami vonkajšieho vzduchu.



2. Priebeh teplôt zrna (krmivárska pšenica) — bunka č. 19 — The course of grain temperatures (fodder wheat) — bin 19 [1 — počiatočný stav 29. 9. 1984, 2 — stav 4. 10. 1984 po prevzdušňovaní 1. 10. 1986 ($\varphi = 60\%$, $t_v = 16^\circ\text{C}$), 2. 10. 1984 ($\varphi = 85\%$, $t_v = 16^\circ\text{C}$), 3 — stav po prevzdušňovaní 12. 10. 1984 ($\varphi = 70\%$, $t_v = 22^\circ\text{C}$), 4 — stav po prevzdušňovaní 27. 10. 1984 ($\varphi = 70\%$, $t_v = 13^\circ\text{C}$), 5 — konečný stav po prevzdušňovaní 16. 11. 1984]

I. Namerané a vypočítané hodnoty dodávky vzduchu do sít v rôznych alternatívach (III. súbor) — The measured and calculated amounts of air supplied to the silos in different variants (set III)

Miesto merania	Variant otvorených buniek	Namerané P_{dyn} (kPa)	Vypočítaná rýchlosť prúdenia vzduchu v danom potrubí ($m \cdot s^{-1}$)	Vypočítané množstvo vzduchu prúdiaceho daným potrubím		Poznámka
				$\frac{m^3 \cdot s^{-1}}{kg \cdot s^{-1}}$	$\frac{m^3 \cdot h^{-1}}{kg \cdot h^{-1}}$	
1	2	3	4	5	6	7
Hlavné potrubie za ventilátorom	17, 18, 20, 21	0,25	20,41	2,55/3,06	9180/11 016	prikon ventilátora 17,6 kW
	17, 18, 20	0,24	20,00	2,50/3,00	9000/10 800	
	17, 18	0,20	18,25	2,28/2,74	8208/ 9 850	
	17	0,19	17,79	2,22/2,67	7990/ 9 590	
Vetva potrubia pred bunkou 17	17, 18, 20, 21	0,18	17,32	0,85/1,02	3055/ 3 666	
	17, 18, 20	0,25	20,41	1,00/1,20	3600/ 4 320	
	17, 18	0,27	21,21	1,04/1,25	3750/ 4 500	
	17	0,26	20,81	1,20/1,44	4320/ 5 184	
Vetva potrubia pred bunkou 18	17, 18, 20, 21	0,21	18,71	0,96/1,15	3456/ 4 147	
	17, 18, 20	0,25	20,41	1,00/1,20	3600/ 4 320	
	17, 18	0,27	21,21	1,04/1,25	3750/ 4 400	
	18	0,29	21,98	1,08/1,30	3888/ 4 680	
Vetva potrubia pred bunkou 20	17, 18, 20, 21	0,32	23,09	1,13/1,35	4068/ 4 881	
	17, 18, 20	0,39	25,49	1,25/1,50	4500/ 5 400	
	17, 20	0,44	27,08	1,32/1,59	4752/ 5 702	
	20	0,50	28,86	1,41/1,69	5076/ 6 091	
Vetva potrubia pred bunkou 21	17, 18, 20, 21	0,24	20,00	0,98/1,17	3528/ 4 233	
	17, 18, 21	0,30	22,36	1,09/1,21	3924/ 3 709	
	17, 21	0,37	24,83	1,21/1,46	4356/ 5 227	
	21	0,40	25,82	1,26/1,52	4536/ 5 443	

Základné údaje: $F_2 = 0,125 m^2$
 $F_3 = 0,049 m^2$
 $v = 1,291 \sqrt{P_{dyn}} (m \cdot s^{-1})$

Výška násypu pšenice v bunkách:
 (číslo bunky — násyp v m)
 17 — 40 m, 18 — 28 m, 20 — 20 m, 21 — 22 m
 Priemerná vlhkosť pšenice 15,8 %

Rozdiel medzi množstvom vzduchu dodávaného ventilátorom III. súboru a množstvom výstupného vzduchu je spôsobený netesnosťou vlastného súboru a obilných buniek a predstavuje stratu 1898 kg vzduchu za hodinu, čo je využitie dodaného vzduchu na 82,3 % (tab. I a II).

Priemerné odsušky v jednotlivých súboroch sú od 0,8 do 1,9 (priemer 1,5) g $\cdot kg^{-1}$ vzduchu. Jednostupňový projekt uvažoval s odsušením 3,5 g vody na 1 kg dodaného vzduchu. Tento parametr, ako aj množstvo

II. Výpočet výkonnosti v sušení pšenice — Performance calculation in wheat drying

Bunka číslo	Súbor	Parametre vonkajšieho vzduchu			Parametre vychádzajúceho vzduchu			Množstvo vychádzajúceho vzduchu			Odsušok	
		φ_v (%)	t_v (°C)	$g_1 \cdot \text{kg}^{-1}$	φ_o (%)	t_o (°C)	$g_2 \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$	$g \cdot \text{kg}^{-1}$	$\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	I				77	17,2	9,7	0,588	0,705	2538	1,4	3,55
2					80	17,6	10,3	0,710	0,852	3067	2,0	6,13
5					80	17,0	10,0	0,220	0,264	950	1,7	1,61
6					78	19,0	11,4	0,416	0,500	1800	3,1	5,58
Spolu										8355	1,9	16,42
9	II				80	18,0	10,3	0,632	0,758	2729	2,0	5,46
10					71	18,2	9,4	0,294	0,353	1271	1,1	1,40
11		70	16	8,3	74	17,5	9,5	0,563	0,675	2432	1,2	2,92
12					78	20,0	11,7	0,490	0,588	2117	3,4	7,19
13					70	19,0	9,7	0,147	0,176	633	1,4	0,88
Spolu										9182	1,8	16,97
17	III				78	17,0	9,6	0,460	0,552	1987	1,3	2,58
18					80	16,6	9,8	0,325	0,390	1404	1,5	2,10
20					69	17,0	8,5	0,833	1,000	3600	0,2	0,72
21					75	17,0	8,4	0,493	0,591	2127	0,1	2,13
Spolu										9118	0,8	7,53

Základné údaje: $F_4 = 0,49 \text{ m}^2$

Výška násypu pšenice v bunkách:

1 — 32 m	9 — 31 m	17 — 33 m
2 — 30 m	10 — 20 m	18 — 30 m
5 — 34 m	11 — 33 m	19 — 40 m
6 — 20 m	13 — 30 m	21 — 40 m
	12 — 30 m	

III. Zmeny teploty vzduchu v potrubí (III. súbor) — Changes of air temperature in the pipeline (set III)

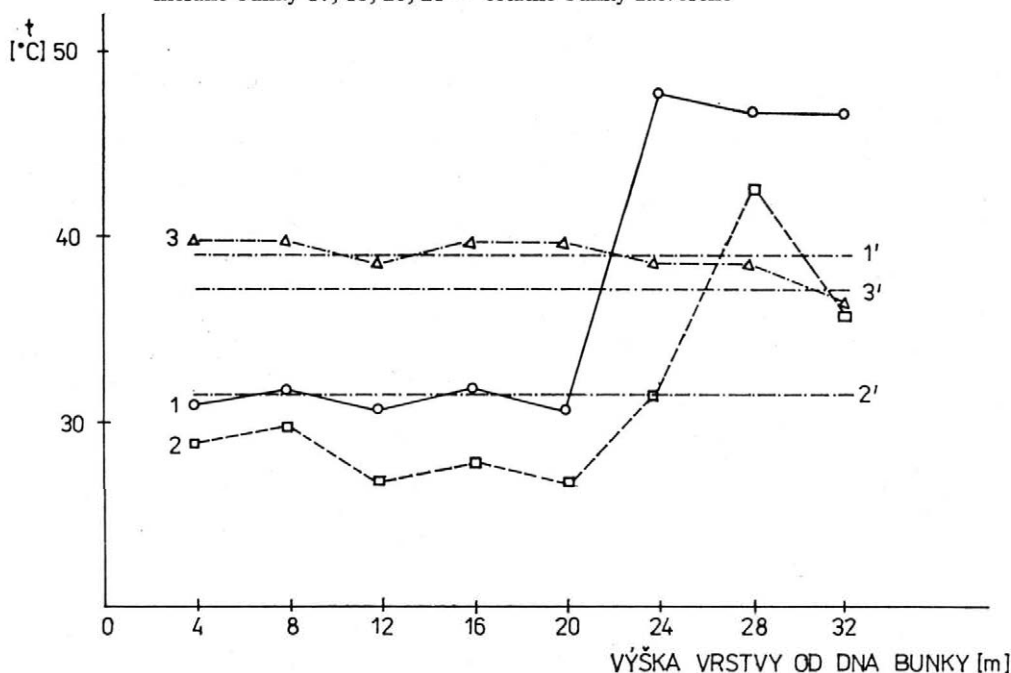
Varianty otvorenia prívodu vzduchu do buniek	Miesta merania				
	teplota vzduchu v hlavnom potrubí (°C)	teplota vzduchu (°C) v bočnej vetve potrubí pred bunkami číslo			
		17	18	20	21
17, 18, 20, 21	24,0				
17, 18, 20	26,3				
17, 18	27,2				
17	20,2	27			
18			26		
20				25	
21					24,3

Deň: 22. 8. 1984

Podmienky: vonkajšia teplota vzduchu 23,5 °C

teplota vzduchu v suteréne 21 °C

merané bunky 17, 18, 20, 21 — ostatné bunky zatvorené



3. Priebeh teplôt zrna (kukurica nesusšená) pri prevzdušňovaní a mechanickom premiestení — The course of grain temperatures (undried maize) during aeration and mechanical displacement [1 — počiatočný stav 13. 11. 1984, 2 — stav 14. 11. 1984 po nepretržitom prevzdušňovaní 24 h ($\varphi = 70\%$, $t_v = -1^\circ\text{C}$), 3 — stav 16. 11. 1984 ($\varphi = 40\%$, $t_v = 9^\circ\text{C}$) po mechanickom premiestení do inej bunky, 1' — priemerná počiatočná teplota, 2' — priemerná teplota po prevzdušňovaní, 3' — priemerná teplota po mechanickom premiestení]

vzduchu sme v skutočnosti pri meraní nedosiahli. Približné množstvo odvedených pár na 1 kg vzduchu sme dosiahli len výnimočne pri zahájení sušenia a pri prevzdušňovaní zrnovín zohriatych cca na 30 °C v bunkách č. 6 a 12 (obr. 2).

Zmeny teploty vzduchu v dôsledku kompresie vzduchu od ventilátora III. súboru sú uvedené v tab. III. Teplota vzduchu v hlavnom potrubí závisela od počtu prevzdušňovaných buniek. Čím sa prevzdušňoval menší počet buniek, tým teplota narastala a naopak. V bočných vetvách potrubia sa teplota pohybovala od 24,3 do 27,0 °C a závisela od vzdialenosti bunky od zdroja tlaku, teda od veľkosti ochladzovacej plochy potrubia.

Zámerne realizované chladenie bolo odskúšané od 28. 9. do 16. 11. 1984 v bunke 19, naplnenej kŕmnou pšenitou. Pôvodná teplota sa pohybovala podľa vrstiev od 12,0 do 27,5 °C, konečná teplota od 3,0 do 13,0 °C. Priebeh teplôt v jednotlivých výškových pásmach obilnej bunky znázorňuje obr. 2. Výsledok potvrdzuje použiteľnosť systému pre chladenie zrnovín.

13. 11. 1984 bolo zahájené chladenie prevzdušňovaním v bunke č. 7, naplnenej kukuricou o priemernej vlhkosti 31,4 % priamo od kombajnu do výšky 30 m. Uskladnenie kukurice v hlbinej bunke bolo vynútené nedostatkom sušiarenských kapacít. V dňoch 13. až 14. 11. 1984 bolo prevzdušňovanie nepretržité. Teplota na začiatku prevzdušňovania, meraná silotermomerom, bola podľa vrstiev 31 až 48 °C. Počas prevzdušňovania v týchto dňoch sa teplota výrazne znížila — z priemernej teploty 37,3 °C na teplotu 27,6 °C. V dňoch 15. až 16. 11. 1984 bola kukurica mechanicky premiestená z bunky 7 do bunky 6. Za túto dobu sa teplota zvýšila v priemere na 39,2 °C. Priebeh zmien teplôt v jednotlivých vrstvách a ich priemernú hodnotu graficky znázorňuje obr. 3. Tým boli dokázané a potvrdené predchádzajúce poznatky, že pri vhodných poveternostných podmienkach je pre chladenie zrnovín aktívne prevzdušňovanie výhodnejšie a účinnejšie než ich mechanické premiestňovanie z bunky do bunky.

Pri dávke vzduchu do buniek 1, 2, 5 a 6 v množstve 2,817 m³ · s⁻¹ bol zistený príkon ventilátora 17,6 kW. Príkon ďalšieho súboru pri otvorení buniek č. 9, 10 a 11 bol taktiež 17,6 kW.

V poslednom súbore boli otvorené bunky č. 18, 19, 21 a 22 a príkon ventilátora bol 16,17 kW, pričom výška prevzdušňovanej vrstvy bola u bunky č. 18—20 m, u bunky č. 19—30 m, u bunky č. 21—40 m a u bunky č. 22—30 m (výšky násypu v ostatných bunkách boli zhodné s údajmi v tab. II).

DISKUSIA

Jednostupňový projekt aktívneho prevzdušňovania v obilných silách 21 000 t v Strede nad Bodrogom počítal s odsušením 3,5 g vody zo zrna pri dodávke 1 kg vzduchu. V skutočnosti bol za daných podmienok dosiahnutý priemerný odvod vlhkosti zo zrnovín 1,5 g na 1 kg vzduchu. Nakoľko sa nedosiahla ani projektovaná dodávka vzduchu [3 m³ · s⁻¹, skutočnosť 2,06 m³ · s⁻¹] jedným ventilátorom, spomalil sa celkový odvod vody, a tým proces sušenia. Približné projektom predpokladané množstvo odvedenej vody sa výnimočne dosiahlo pri zahájení sušenia a pri prevzdušňovaní zrnovín zohriatych na teplotu cca 30 °C, kedy je

však predpoklad, že sa výkon a súčasne i teplota zrnovín budú postupne znižovať. Okrem toho zámerne zvyšovanie teploty zrnovín samozahrievaním, a tým zvyšovanie nasýtenosti sušiaceho vzduchu je zásadne nesprávne, nakoľko teplo vzniká spaľovaním sušiny. Tento stav by sa nemal pripustiť. Ak vylúčime využívanie zámerného samozahrievania zrnovín, je systém aktívneho prevzdušňovania v tomto prevedení pre sušenie málo použiteľný a sušenie by sa predĺžilo na neúnosne dlhú dobu.

Za daných podmienok je reálne odsušenie 1,5 g vody zo zrna na 1 kg vzduchu. Potom je celkove potrebné pri odsušení 21 000 t zrna odvieť 247 t vody. Na toto množstvo je potrebných 257 dní nepretržitej práce ventilátorov a sušenie by bolo ukončené až v apríli. Uvedené skutočnosti dokumentujú nereálnosť úvahy o sušení celej kapacity obilnými silami.

Ak sa bude realizovaný systém aktívneho prevzdušňovania využívať na chladenie zrnovín, je potrebné chladenie zahájiť súčasne s plnením buniek. Teplota zrnovín vychádzajúcich zo zosypných sušiarň je minimálne o 5 °C vyššia ako teplota okolitého vzduchu. Potom môžeme uvažovať o tom, že obilniny naskladňované do obilných síl v Strede nad Bodrogom v júli budú mať teplotu 25,2 °C, pretože podľa jednostupňového projektu je v oblasti Somotora priemerná denná teplota v tomto mesiaci 20,2 °C. Za predpokladu, že v decembri je potrebné dosiahnuť teplotu zrna 10 °C, musí byť teplota znížená o 15,2 °C. Podľa priemerných poveternostných podmienok v oblasti Stredy nad Bodrogom by chladenie zrnovín cca na 11 °C mohlo byť zabudovaným systémom ukončené koncom októbra, ak však vylúčime prihrievanie vzduchu kompresiou ventilátorami a samozahrievaním zrnovín.

Z meraní príkonu ventilátorov vyplýva, že spotreba energie na ich pohon sa približovala k štítkovému výkonu elektromotora 18,5 kW. Za predpokladu, že tlakovzdušná sústava bude kvalitnejšie utesnená, tento príkon pravdepodobne vzrastie a dosiahne plný výkon.

Na zlepšenie činnosti zabudovaného aktívneho prevzdušňovania odporúčame tieto úpravy:

- a) potrubie tepelne izolovať;
- b) medzi ventilátor a hlavné potrubie umiestiť vhodný výmenník tepla s chladiacim ventilátorom, aby sa znížil nepriaznivý vplyv prihrievania vzduchu kompresiou (pre prípad chladenia);
- c) sacie potrubie ventilátora doplniť tesnou klapkou, aby sa zabránilo samovoľnému prúdeniu vzduchu, ak ventilátor nepracuje;
- d) pre využitie samovoľnej ventilácie obísť rozbehovú klapku ventilátora paralelnou odbočkou s vlastnou tesnou ručne ovládanou klapkou.

ZÁVER

V práci sú uvedené výsledky merania daného konštrukčného riešenia aktívneho prevzdušňovania v obilných silách 21 000 t na daných naskladnených zrnovinách pri uvedených kvalitatívnych parametroch vonkajšieho vzduchu. Z týchto podmienok vyšli čiastkové výsledky meraní, ktoré budú ďalej spresňované. Zatiaľ čo výsledky neukazujú vhodnosť využitia daného zariadenia na sušenie zrnovín, merania ukázali vhodnosť použitia pre chladenie zrnovín v priebehu skladovania s účin-

nosťou vyššou, než je účinnosť doposiaľ používaného spôsobu mechanického premiestňovania zrnovín z jednej bunky do druhej. Účinnosť chladenia za vhodných poveternostných podmienok je možné zvýšiť úpravami navrhovanými v tejto práci.

Literatúra

Jednostupňový projekt prevzdušňovania OS 21 kt Streda nad Bodrogom. Piešťany, Projektové stredisko PNZ 1982.

VRBA, V. — DLABAJA, Z.: Vyhodnotenie prevzdušňovania OS 21 kt v Strede nad Bodrogom. [Záverečná správa.] Šamorín, VÚKPS 1985.

Došlo dňa 16. 12. 1985

ВРБА, В. (Научно-исследовательский институт кормовой промышленности и услуг, Иванка-при-Дунай): Оценка аэрации зернохранилища на 21000 т. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 321-330.

На базе проекта реализована система активного проветривания глубоких ячеек зернохранилищ. Ее возможности испытывали в экспериментальном порядке. Измерения позволили вывести предварительные выводы и рекомендации.

активное проветривание; глубокие зернохранилища

VRBA, V. (Research Institute of the Feed Industry and Services, Ivanka pri Dunaji): *Evaluation of the Aeration of Grain Silo for 21 000 t.* *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 321-330.

According to a draft project, an active aeration system was developed for the ground bins of grain silos. The possibilities of use were experimentally verified. Preliminary conclusions and recommendations were drawn from the measurements.

active aeration; ground silos

VRBA, V. (Forschungsinstitut für Futtermittelindustrie und Dienstleistungen, Ivanka pri Dunaji): *Auswertung der Durchlüftung des Getreidesilos für 21 000 t.* *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 321-330.

Entsprechend dem Projekt wurde das System der aktiven Durchlüftung in Tief-schichten der Getreidesilos realisiert. Die Ausnutzungsmöglichkeiten wurden in Versuchen überprüft. Anhand der durchgeführten Messungen wurden vorläufige Schlussfolgerungen gezogen.

aktive Durchlüftung; Tiefsilos

Adresa autora:

Ing. Viktor Vrba, Výskumný ústav krmivárskeho priemyslu a služieb Ivanka pri Dunaji, pracovisko Bratislava, Vysoká 32, 813 42 Bratislava

ENERGETICKÁ NÁROČNOST ÚPRAVY SLÁMY NESENÝM DRTIČEM NA SKLÍZECÍ MLÁTIČCE

J. Maleř

MALEŘ, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Energetická náročnost úpravy slámy neseným drtičem na sklízecí mlátičce*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6): 331–344.

Pro úpravu slámy v polních podmínkách bylo navrženo a ověřeno několik variant pracovních strojů neseného drtiče na sklízecí mlátičce. Varianty jsme porovnali z hlediska energetické náročnosti a na základě tohoto porovnání jsme vybrali optimální řešení neseného drtiče na sklízecí mlátičce. Řešení rotoru D a odhrnovací desky D je původní. Zjištěnou závislost středního příkonu na průchodnosti slámy jsme v rozsahu měření ohodnotili jako lineární. Při drcení slámy neseným drtičem s optimálním rotorem (D) a optimální rozptylovací deskou (D) v rozpětí výkonnosti 9,0 až 21,5 t.h⁻¹ stoupal střední příkon lineárně od 7,6 do 18,0 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,846 na 0,837 kWh.t⁻¹. Pro sklízecí mlátičky s průchodností 5 kg.s⁻¹ (minimální průchodnost ve slámě 3 kg.s⁻¹) je potřebný střední příkon do 10 kW, tj. 12,9 % nominálního výkonu motoru (77,2 kW). Pro sklízecí mlátičky s průchodností 10 kg.s⁻¹ (minimální průchodnost ve slámě 6 kg.s⁻¹) je potřebný střední příkon do 20 kW, tj. 11,9 % nominálního výkonu motoru (167,6 kW). Nesený drtič byl podroben teoretickému rozboru s cílem odvodit jednotlivé složky příkonu (příkon spotřebovaný na urychlení slámy, příkon spotřebovaný na drcení slámy, příkon při chodu naprázdno a při rozběhu). Teoretickému rozboru byl podroben i pohyb slámy (pohyb částice slámy v drtiči, volný pohyb částice slámy po výletu z drtiče.

rotor s noži; rozptylovací deska; průchodnost; příkony

V některých případech se sláma nesklízí (řepková sláma, sláma určená k obohacení půdy o organickou hmotu), ale zaorává. Před zaoráním se musí rozdrtit a rovnoměrně rozptýlit po pozemku. K jejímu drcení a rozptylování po pozemku se může použít nesený drtič na sklízecí mlátičce.

Strokov aj. (1971) popsali nesený drtič slámy UNI-3,5 ke sklízecí mlátičce SK-4. U tohoto drtiče byl pracovním orgánem rotor s pevnými noži a s protiostrím. Jmenování pracovníci řešili nesený drtič nejen k drcení a rozptylování slámy po pozemku, ale i k drcení a pneumatické dopravě do připojeného přívěsu (tedy ke sklizni slámy).

Huber (1969) a Heuschen (1971) se zabývali výzkumem drcení a rozptylování slámy nesenými drtiči. Používali nesený drtič s rotorem s pevnými noži a protiostrím. Drtili a rozptylovali pšeničnou slámu.

Estler (1971) uvedl výsledky pokusů s drcením a rozptylováním kukuřičné slámy nesenými drtiči na sklízecí mlátičce. Ověřoval nesené drtiče s různými pracovními orgány, které však podrobně nepopsal.

Feuerlein (1971) se zabýval zapracováním drcené a rozptylované slámy do půdy. Doporučil hnojení slámou, neboť se tím zvyšuje produktivnost půdy.

Elema (1971) se zabýval energetickou náročností nesených drtičů na sklízecích mlátičkách a uvedl potřebu středního příkonu v závislosti na průchodnosti od 15 do 37 kW.

V zahraničí používané nesené drtiče se vyznačují tím, že na slámu působí rotor s protiosťřím kombinovaným účinkem — řezáním, trháním, drcením. Sláma se rozmělní na částice o nestejné délce, které jsou odříznuty čistým řezem, „rozcupovány“ trháním a narušeny podélně i na průměru drcením. Zahraniční autoři považují tento způsob úpravy slámy za vhodný, neboť po zapravení do půdy umožňuje intenzivnější působení mikroorganismů a rychlejší rozklad slámy.

Škarda (1971) uvedl výsledky agrotechnického výzkumu se závěry, které doporučují zaorávat slámu s vyrovnávací dávkou dusíku (10 kg N na 1 tunu slámy). Výzkum úpravy slámy neseným drtičem na sklízecí mlátičce v podstatě navazoval na tento agrotechnický výzkum (Maleš, 1973).

Nesené drtiče se v naší zemědělské praxi osvědčily. Vzhledem k nutnosti jejich dalšího vývoje jsme přistoupili k podrobnějšímu rozboru jejich energetické náročnosti. Cílem má být pokud možno snížená měrná spotřeba energie.

METODIKA

Při rozboru jsme vycházeli z energetických měření nesených drtičů v JZD Přeštovice (okres Strakonice).

Proces drcení slámy pracovním orgánem neseného drtiče (tj. rotorem se souborem nožů a s protiosťřím) byl podroben teoretickému rozboru. Na základě tohoto teoretického rozboru a výsledků energetického měření jsme vypočítali podíl příkonů na urychlení (přemístění) slámy a podíl příkonů na vlastní drcení slámy.

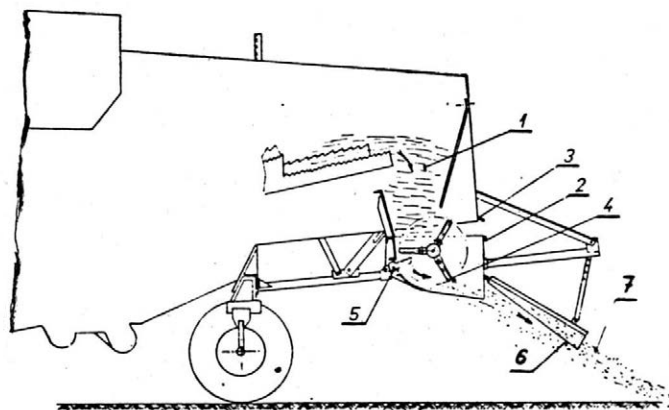
Naším cílem bylo vytvořit předpoklady pro konstrukci pracovních orgánů neseného drtiče s nižší energetickou náročností.

VLASTNÍ PRÁCE

POPIS POUŽITÉHO ZAŘÍZENÍ

Drcení slámy neseným drtičem je znázorněno na obr. 1. Sláma padá z vytrásadel sklízecí mlátičky do drtiče (2), který je uchycen ke spodní části krytu sklízecí mlátičky (3). Nože rotoru (4) procházejí mezerami mezi noži protiosťří (5). Rotor slámu odhazuje na rozptylovací desku (6) a ta ji usměrňuje po šířce záběru sklízecí mlátičky.

K pracovním ústrojím neseného drtiče patří: rotor se souborem nožů, protiosťří a rozptylovací deska. Dalšími částmi drtiče jsou pomocné celky: skříň drtiče, konzola k uchycení drtiče, pohon rotoru.

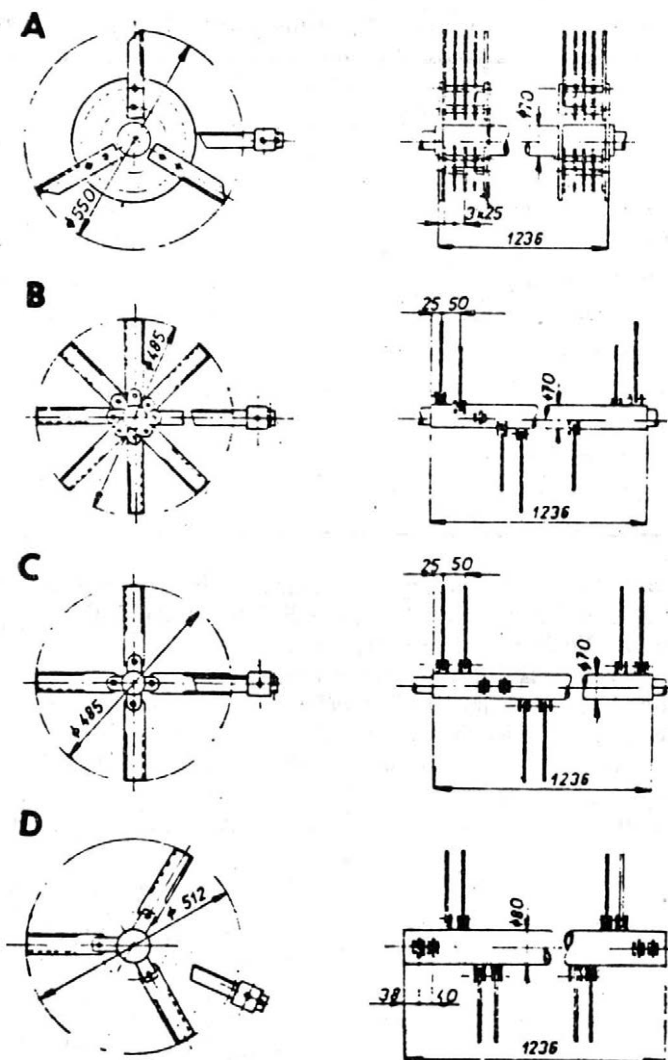


1. Nesený drtič na sklízecí mlátičce (funkční model VÚZT) — Straw shredder mounted on the harvester-thresher (functional model built in the Research Institute of Agricultural Engineering)

1 — sláma padající z vytrásadel, 2 — skříň neseného drtiče, 3 — kryt sklízecí mlátičky, 4 — nože rotoru, 5 — nože protiosťří, 6 — rozptylovací deska, 7 — drcená sláma vylétající z drtiče

2. Ověřované rotory neseného drtiče — Tested rotors of the mounted shredder

A — rotor s pevnými noži, B — rotor s jednoduchými kyvnými noži, C — rotor s dvojitými kyvnými noži ve čtyřech řadách, D — rotor s dvojitými kyvnými noži ve třech řadách



Navržené a ověřené rotory neseného drtiče jsou zachyceny na obr. 2. Postupně byl ověřen rotor s pevnými noži (A), s jednoduchými kyvnými noži (B) a s dvojitými kyvnými noži ve čtyřech řadách (C). Na základě zkušeností s těmito rotory vznikl rotor s dvojitými kyvnými noži ve třech řadách (D).

Každý rotor se skládal ze silnostěnné trubky s čepy na obou koncích. Na tuto trubku byly přivařeny držáky k uchycení nožů. Všechny ověřované rotory se staticky i dynamicky vyvažovaly. Technické údaje ověřovaných rotorů jsou v tab. I.

Konstrukce protiostří (obr. 3) i způsob ovládání polohy nožů byly u všech rotorů stejné, tj. s délkou řezné hrany 140 mm a šířkou nože 40 mm.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

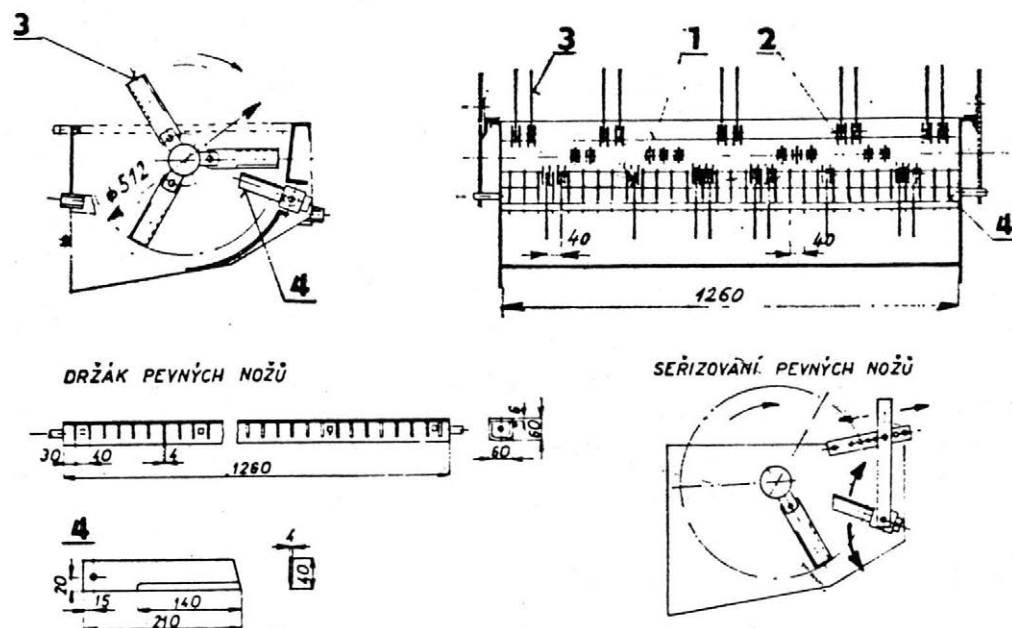
Točivé momenty jsme snímali tenzometry nalepenými na hřídeli rotoru neseného drtiče a měřili jsme je při různých průchodnostech. Současně se snímaly i otáčky hřídele.

Údaj	Rotor			
	A	B	C	D
Délka rotoru (mm)	1280	1280	1280	1280
Průměr rotoru (mm)	520	485	512	512
Otáčky rotoru (s^{-1})	33,3	33,3	33,3	33,3
Počet řad nožů	3	1	4	3
Počet nožů v řadě	48	24	6	10
Celkový počet nožů	144	24	24	30
Rozteč nožů (mm)	25	50	50	40
Šíře nože (mm)	50	50	50	50
Délka aktivního ostří (mm)	115	120	120	115

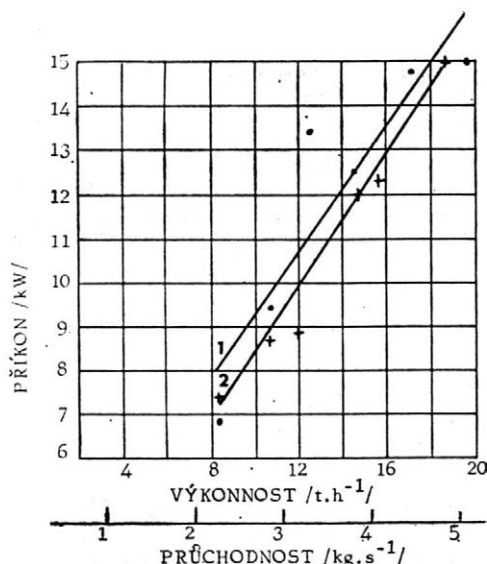
Točivé momenty a otáčky se zaznamenávaly oscilografem N-700 na fotografický papír. Z naměřených středních hodnot točivých momentů a otáček jsme vypočítali střední příkon na hřídeli rotoru neseného drtiče.

Zjištěná závislost středního příkonu na průchodnosti slámy byla v rozsahu měření ohodnocena jako lineární. Vypočítali jsme rovnice lineární regrese, korelační koeficienty a testovali jsme jejich významnost.

Výsledky měření středních příkonů u rotorů A a B jsou uvedeny na obr. 4. Při drcení slámy neseným drtičem s rotorem A v rozpětí výkonnosti 8,2 až 19,6 t · h⁻¹ stoupal střední příkon lineárně od 8,0 do 16,2 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,95 na

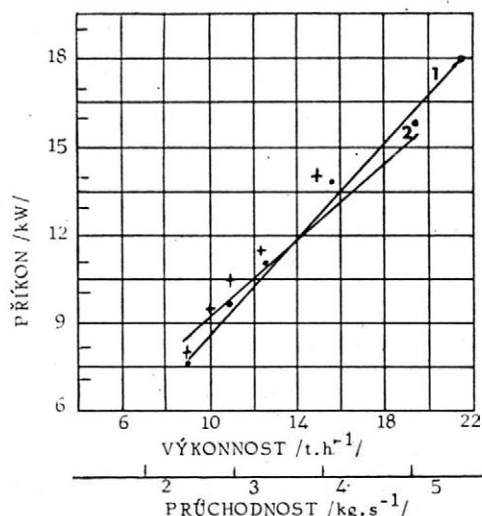


3. Protiostrí neseného drtiče — Counter-knives of the mounted shredder



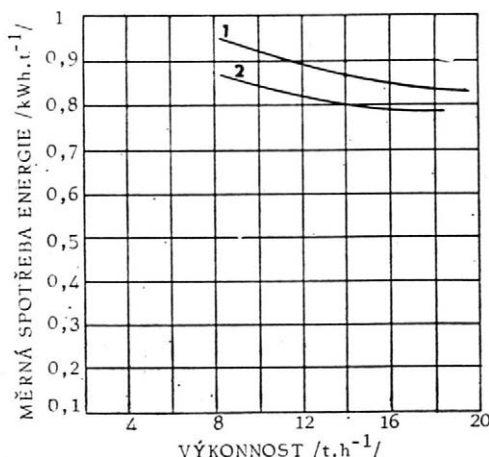
4. Střední příkon při úpravě pšeničné slámy neseným drtičem s rotorem A a B v závislosti na výkonosti (průchodnosti) — The mean power input for wheat straw crushing by means of the mounted shredder with rotors A and B in relation to performance (throughput)
1 — rotor A, 2 — rotor B

$$\begin{aligned} 1 - \\ y' &= 2,207 + 0,708x & V(0,01) \\ r &= 0,907 & V(0,01) \\ 2 - \\ y' &= 0,734 + 0,763x & V(0,01) \\ r &= 0,9 & V(0,01) \end{aligned}$$

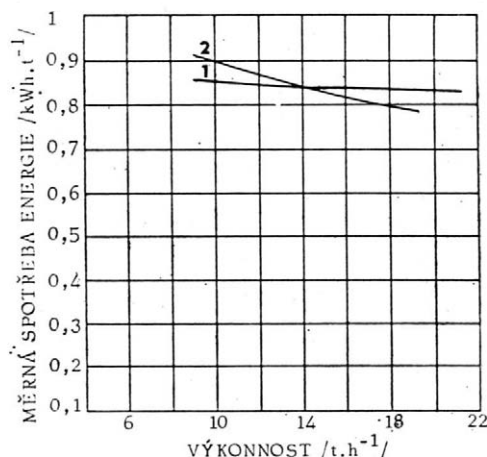


6. Střední příkon při úpravě pšeničné slámy neseným drtičem s rotorem C a D v závislosti na výkonosti (průchodnosti) — The mean power input for wheat straw crushing by means of a mounted shredder with rotors C and D in relation to performance (throughput)

$$\begin{aligned} 1 - \\ y' &= 0,484 + 0,811x & V(0,01) \\ r &= 0,997 & V(0,01) \\ 2 - \\ y' &= 2,69 + 0,65x & V(0,01) \\ r &= 0,894 & V(0,01) \end{aligned}$$



5. Měrná spotřeba energie při úpravě pšeničné slámy neseným drtičem A a B v závislosti na výkonosti — Specific power consumption for straw crushing with mounted shredders A and B in relation to throughput



7. Měrná spotřeba energie při úpravě pšeničné slámy neseným drtičem C a D v závislosti na výkonosti — Specific power consumption for wheat straw crushing by means of mounted shredders C and D in relation to throughput

0,83 kWh.t⁻¹ (obr. 5). Při použití drtiče s rotorem B v rozpětí výkonnosti 8,4 až 18,9 t.h⁻¹ stoupal střední příkon lineárně od 7,3 do 15,0 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,87 na 0,79 kWh.t⁻¹ (obr. 5).

Výsledky měření středních příkonů u rotorů C a D jsou zachyceny na obr. 6. Při drčení slámy neseným drtičem s rotorem C v rozpětí výkonnosti 9,0 až 19,5 t.h⁻¹ stoupal střední příkon lineárně od 8,2 do 15,4 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,91 na 0,79 kWh.t⁻¹ (obr. 7). Při použití drtiče s rotorem D v rozpětí výkonnosti 9,0 až 21,5 t.h⁻¹ stoupal střední příkon lineárně od 7,6 do 18,0 kW a měrná spotřeba energie klesala z 0,846 na 0,837 kWh.t⁻¹ (obr. 7).

TEORETICKÝ ROZBOR

DODÁVANÉ MNOŽSTVÍ SLÁMY

Průchodnost drtiče musí odpovídat maximálnímu hmotnostnímu toku slámy od sklízecí mlátičky. Sláma volně padá do násypného otvoru drtiče, takže pro hustotu volně sypané slámy ρ_0 , průřezovou plochu násypného otvoru A_p a rychlost slámy v_p vychází sekundové množství slámy

$$Q_m = A_p \cdot v_p \cdot \rho_0 \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (1)$$

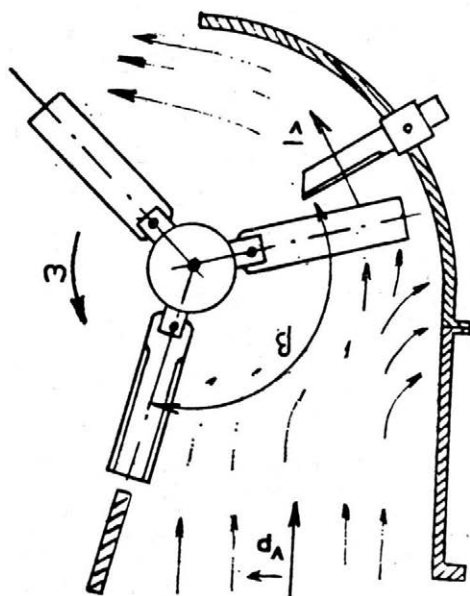
PRŮCHODNOST DRTIČE

Při sekundových otáčkách rotoru n (s⁻¹), počtu řad nožů p a počtu nožů v řadě s platí pro okamžité množství slámy připadající na jeden průchod řady nožů

$$q_r = \frac{Q_m}{n \cdot p} \quad (\text{kg}) \quad (2)$$

a na jeden nůž

$$q_1 = \frac{q_r}{s} = \frac{Q_m}{n \cdot p \cdot s} \quad (\text{kg}) \quad (3)$$



8. Přísun slámy — Straw feeding

Volně padající sláma od sklízecí mlátičky je postupně strhávána jednotlivými řadami nožů, urychlována na obvodovou rychlost rotoru $\bar{v} = \pi \cdot n \cdot d_{stř}$, drcena o stacionární protiostrží a posléze vymršťována z prostoru drtiče tangenciálním směrem za sklízecí mlátičku. Přisun slámy nechtě je považován za přibližně vertikální, popřípadě určený směrem svodného plechu (obr. 8). Celková úhlová dráha pro styk nožů se slámou před vlastním drcením je určena úhlem β . Na tomto úhlovém přemístění jsou částice slámy strhávány řadou nožů, přičemž lze předpokládat i částečné štípání o rotující nože a není vyloučena ani možnost vymršťování slámy na stěnu skříňe ještě před stacionárními noži (tuto eventualitu budeme brát v úvahu v rozboru sil mezi nožem a částicí slámy).

Po urychlení na obvodovou rychlost $\bar{v}$ má sláma poněkud vyšší (zhuštěnou) hustotu ρ_d a prochází drtičím průřezem A_d , který je dán vztahem

$$A_d = (b_d - \bar{s} \cdot b_n) (h_n + h_o) \quad (\text{m}^2) \quad (4)$$

kde: b_d — šířka pracovního prostoru drtiče

b_n — šířka jednoho stacionárního nože

$\bar{s}$ — počet stacionárních nožů

h_n — pracovní výška nožů

h_o — vůle mezi hlavou rotačních nožů a pláštěm drtiče

Pro průchodnost drtiče platí

$$Q_m = A_d \cdot \bar{v} \cdot \rho_d \quad (\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (5)$$

a porovnáním s dodávaným množstvím v rovnici (1) plyne pro poměr rychlostí vztah

$$\frac{\bar{v}}{v_p} = \frac{A_p \cdot \rho_o}{A_d \cdot \rho_d} = k \cdot \frac{\rho_o}{\rho_d} \quad (6)$$

kde: konstanta $k = A_p/A_d$ — konstrukční parametr daného zařízení

Rovnice (6) může sloužit např. k určení změny hustoty volně sypané slámy ρ_o na hustotu ρ_d při průchodu drtičem.

PŘÍKON SPOTŘEBOVANÝ NA URYCHLENÍ SLÁMY

Volně padající sláma vstupuje na rotor drtiče téměř v radiálním směru, tj. ve směru nožů, rychlostí v_p a musí být urychlena na střední obvodovou rychlost $\bar{v}$ nožů. Protože tečná složka v_p^t vstupní rychlosti slámy je téměř nulová, platí pro změnu hybnosti slámy na jednom noži

$$q_1 \cdot \bar{v} = F_1 \cdot \Delta t = F_1 \cdot \frac{\kappa \beta}{\omega} \quad (7)$$

kde: součinitel $\kappa \in (0,1)$ — vyjadřuje malý úsek úhlové dráhy β , na kterém je sláma urychlena

Síla působící mezi nožem a slámou je tedy

$$F_1 = \frac{q_1 \cdot \bar{v} \cdot 2\pi n}{\kappa \beta} = \frac{2\pi \cdot Q_m}{p \cdot s \cdot \kappa \beta} \cdot \bar{v} \quad (\text{N}) \quad (8)$$

Příkon potřebný k urychlení slámy na jednom noži je

$$P_{u1} = F_1 \cdot \bar{v} = \frac{Q_m \cdot 2\pi}{p \cdot s \cdot \kappa \beta} \cdot \bar{v}^2 \quad (\text{W}) \quad (9)$$

Příkon na jednu řadu nožů je zřejmě $P_{u_f} = s \cdot P_{u_1}$ a pro celý rotor platí

$$P_u = p \cdot s \cdot P_{u_1} = \frac{2\pi \cdot Q_m}{\kappa \beta} \cdot \bar{v}^2 \quad (\text{W}) \quad (10)$$

PŘÍKON SPOTŘEBOVANÝ NA DRCENÍ SLÁMY

Lze předpokládat závislost příkonu na jeden nůž při drcení jako

$$P_{d_1} = C \cdot q_1 \cdot \bar{v} \quad (\text{W}) \quad (11)$$

kde: konstanta C ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) — zahrnuje vliv kvalitativních faktorů a vlastního drtiče (kvalita a materiál řezných hran)

Pro celý rotor je potřebný příkon dán vztahem

$$P_d = p \cdot s \cdot P_{d_1} = C \cdot q_1 \cdot \pi \cdot d_{stř} \cdot n \cdot p \cdot s = Q_m \cdot \pi \cdot d_{stř} \cdot C \quad (12)$$

PŘÍKON PŘI CHODU NAPRÁZDNO A PŘI ROZBĚHU

Pro rotor drtiče platí stejné vztahy jako pro rotor stacionárního štípače (Maleř, 1985), u něhož jsou odvozeny.

Příkon při chodu naprázdno a při rozběhu je dán vztahem

$$P_h = P_z + I_{red} \cdot \omega \cdot \varepsilon = P_z + P_r \quad (13)$$

Po skončení rozběhu rotoru na jmenovité otáčky n je příkon P_h v rovnováze se ztrátovým výkonem P_z a představuje příkon ustáleného chodu naprázdno

$$P_{h_n} = P_z = M_{z_r} \cdot \omega \quad (14)$$

Samotný rozběhový příkon po integraci výchozího vztahu:

$$P_r = E_h \cdot \frac{1}{t_r} \quad (15)$$

kde: t_r — doba rozběhu drtiče na pracovní otáčky n

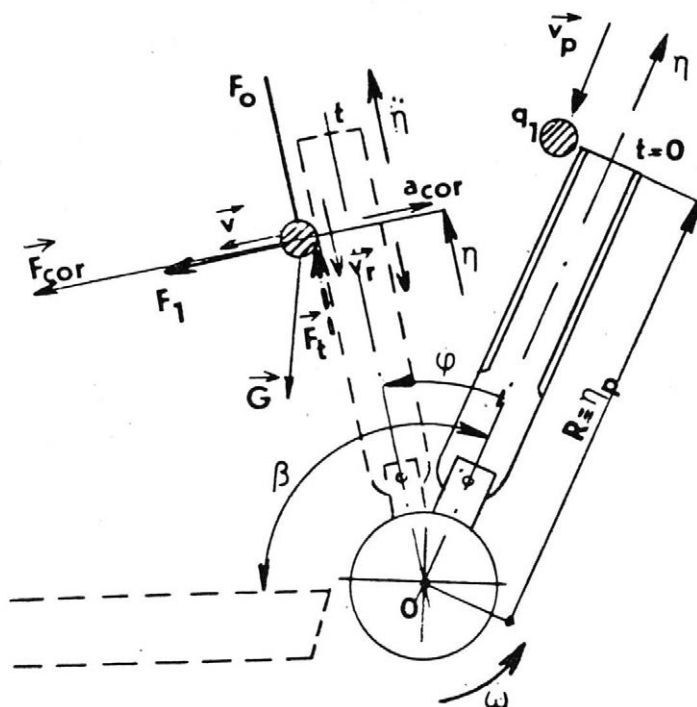
E_h — kinetická energie rotujících hmot drtiče

POHYB ČÁSTICE SLÁMY V DRTIČI

Přesnější rozbor dynamických poměrů na rotoru drtiče vyžaduje řešit pohyb částice slámy od okamžiku styku s rotujícím nožem jako složený pohyb, tj. jednak společný pohyb s nožem (unášivý), jednak pohyb vzhledem k noži (relativní pohyb). Podle obr. 9 vstupuje částice slámy o hmotnost q_1 na nůž přibližně radiální rychlostí $\vec{v}_p$ na poloměru R , což je vnější poloměr rotoru drtiče. Pro řešení relativního pohybu je výhodnější zavést pomocnou radiální souřadnici η a úhlovou souřadnici φ pro otočení z počáteční polohy, takže je v počáteční poloze $\eta_0 = \eta_p$ a $\varphi_0 = 0$.

V obecné poloze φ působí na částici slámy tyto síly: $\vec{G}$ — síla tíže, $\vec{F}_1$ — rázová síla od nože, $\vec{F}_t$ — třecí síla mezi nožem a slámou, působící vždy proti relativní rychlosti $\vec{v}_r$, a dále síly setrvačné, tj. $\vec{F}_o$ — odstředivá síla od unášivého pohybu a $\vec{F}_{cor}$ — Coriolisova síla od složeného pohybu. Protože charakter síly F_1 jako relativně velké impulsní síly

9. Vstup částice slámy
na nůž — Straw particle
in contact with a knife



byl již objasněn, lze relativně malé síly G a F_{cor} proti síle F_1 zanedbat. Pohyb částice slámy tak bude ovlivněn třemi hlavními silami, tj. F_1 , F_t a F_0 . Pro relativní pohyb platí rovnice

$$q_1 \cdot \ddot{\eta} = F_t + F_o = \mu F_1 + q_1 \cdot \eta \cdot \omega^2 \quad (16)$$

kde: μ – součinitel smykového tření mezi slámou a nožem

Sílu F_1 je možné vzít ze vztahu (8) jako střední hodnotu úměrnou okamžité rychlosti částice $v = \eta \cdot \omega$, tedy ve tvaru

$$F_1 = \frac{q_1}{\kappa\beta} \cdot \eta \cdot \omega^2$$

Potom relativní zrychlení z rovnice (16) je

$$\ddot{\eta} = \left(\frac{\mu \cdot \omega^2}{\kappa\beta} + \omega^2 \right) \eta = \eta \omega^2 \left(1 + \frac{\mu}{\kappa\beta} \right) \quad (17)$$

Protože výraz v závorce je konstantní, může být označen jako A , takže

$$\ddot{\eta} = A \cdot \eta \cdot \omega^2$$

Integrací v mezích od $\dot{\eta}(0) = -v_p$ do $\dot{\eta}(\tau) = 0$ vychází po úpravě

$$\dot{\eta} = \dot{\eta} \frac{d\dot{\eta}}{d\eta} \Rightarrow \int_{-v_p}^0 \dot{\eta} d\dot{\eta} = A\omega^2 \int_{\eta_p}^{\eta_p} \eta d\eta \Rightarrow \frac{v_p^2}{2} - \frac{1}{2} A\omega^2 (\eta_o^2 - \eta_p^2)$$

$$\eta_p^2 - \eta_o^2 = \frac{v_p^2}{A\omega^2}$$

takže celkové sklouznutí slámy po noži je

$$\Delta\eta = \eta_p - \eta_o = - \sqrt{\eta_p^2 \frac{v_p^2}{A\omega^2}} + \eta_p \quad (\text{m}) \quad (19)$$

Od poloměru η_o , kde se částice zastaví ve svém dostředivém pohybu, začne se opět pohybovat směrem odstředivého účinku $F_o - F_t$ a pohybová rovnice relativního pohybu určí relativní zrychlení obdobně jako v rovnici (17)

$$\ddot{\eta} = \eta\omega^2 \left(1 - \frac{\mu}{\kappa\beta}\right) = B \cdot \eta \cdot \omega^2 \quad (20)$$

Integrací vyjde pro relativní rychlost slámy na okraji nože

$$\int_{v_r}^0 \dot{\eta} d\dot{\eta} = B\omega^2 \int_{\eta_o}^{\eta_p} \eta d\eta \quad (21)$$

neboli

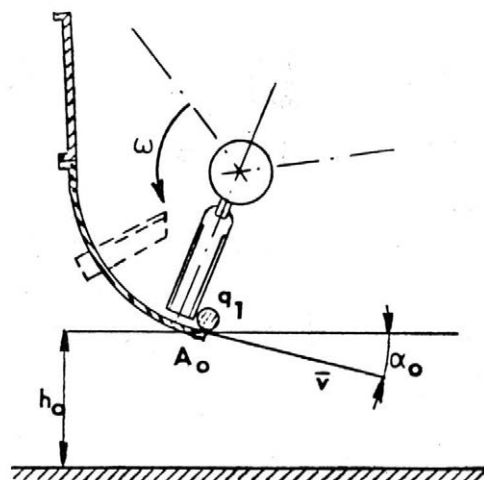
$$\frac{1}{2} v_r^2 = \frac{1}{2} B\omega^2 / \eta_p^2 - \eta_o^2 = \frac{1}{2} B\omega^2 \cdot \frac{v_p^2}{A\omega^2} v_r^2 = v_p^2 \cdot \frac{B}{A} = v_p^2 \cdot \frac{1 - \frac{\mu}{\kappa\beta}}{1 + \frac{\mu}{\kappa\beta}} \quad (22)$$

$$v_r = v_p \sqrt{\frac{\kappa\beta - \mu}{\kappa\beta + \mu}}, (v_r < v_p) \quad (23)$$

Tato rychlost je zřejmě nižší než rychlost vstupní a dá se předpokládat, že bude jen málo ovlivňovat směr výletu slámy z drtiče, neboť počítáme s tím, že $v_r \ll \bar{v}$, což je obvodová rychlost rotoru.

VOLNÝ POHYB ČÁSTICE SLÁMY PO VÝLETU Z DRTIČE

Přeseknuté částice slámy jsou opět urychleny na obvodovou rychlost rotoru $\bar{v} = r_{str} \cdot \omega$ a vylétují přibližně tečným směrem pod úhlem α_o pod horizont na hraně skříň drtiče. Tento úhel α_o a výška výletového místa A_o , nad zemí označená jako h_o (m), jsou považovány za známé parametry, určené konstrukcí drtiče a jeho závěsu na sklízecí mlátičce (obr. 10).

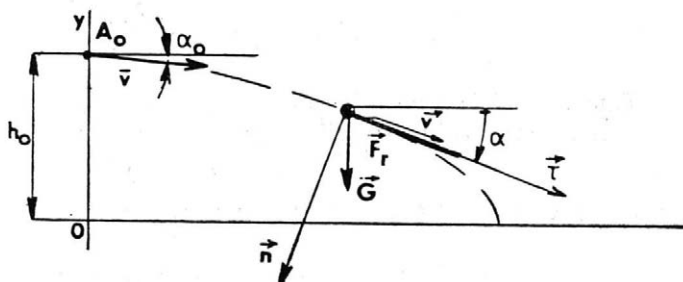


10. Úhel vylétující slámy a výška výletového místa — The angle of straw leaving the shredder and the height of place of discharge

Částice slámy se pohybují ve vzduchu vlivem síly tíže a odporu prostředí, jestliže se zanedbává vliv sekundárních aerodynamických sil od vířivého pohybu prostředí v bubnu drtiče. Při dalším letu je pohyb částic usměrňován rozptylovací deskou, s jejímž účinkem se však při teoretickém rozboru volného letu slámy nepočítá.

Pro pohyb částice v odporujícím prostředí platí pohybové rovnice sestavené ve směru tečny a normály v obecném bodě dráhy (obr. 11).

11. Pohyb částice v odporujícím prostředí — Movement of straw particle in a resisting environment



Platí

$$q_1 \cdot \frac{dv}{dt} = G \cdot \sin \alpha - F_R \quad (24)$$

$$q_1 \cdot \frac{v^2}{R} = G \cdot \cos \alpha$$

kde: R — okamžitý poloměr křivosti dráhy ($R = \frac{ds}{d\alpha} = \frac{v dt}{d\alpha}$)

α — okamžitý směrový úhel rychlosti (tečny)

$G = q_1 \cdot g$ — tíhová síla na částici

$F_R = k \cdot q_1 \cdot v^2$ — síla odporu vzduchu na částici

k — součinitel odporu částice ve vzduchu (m^{-1})

Po dosazení za síly a po úpravě jsou rovnice (24) přepsány do tvaru

$$\frac{dv}{dt} = g \cdot \sin \alpha - k \cdot v^2 \quad (25)$$

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{g}{v} \cdot \cos \alpha$$

a řeší se pro počáteční podmínky $t_0 = 0$, $x_0 = 0$, $y_0 = h_0$, $v_{x0} = \bar{v} \cdot \cos \alpha_0$, $v_{y0} = -\bar{v} \cdot \sin \alpha_0$.

Pro souřadnici y vyjde z tohoto řešení vztah

$$y = h_0 + x \cdot \tan \alpha_0 - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot \bar{v}^2 \cdot \cos \alpha_0} \left(1 + \frac{2 k x}{3 \cdot \cos \alpha_0} + \dots \right) \quad (26)$$

V případě, že se počáteční úhel $\alpha_0 \rightarrow 0$ (výlet přesně horizontální), vztah (26) se dále zjednoduší na

$$y(\alpha_0 = 0) = h_0 - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot \bar{v}^2} \left(1 + \frac{2}{3} k \cdot x + \dots \right) \quad (27)$$

Poznámka: Výrazy v závorce odpovídají rozvoji mocninné řady e^{px} , jejíž vyšší členy lze zanedbat (s ohledem na rostoucí hodnotu jejich jmenovatele).

Ze vztahu (27) plyne po srovnání s pohybem částice ve vzduchoprázdnu, že vliv odporu prostředí je dán členy v závorce.

Maximální dolet částice slámy bez vlivu rozptylovací desky se dá stanovit z podmínky $y = 0$, takže po zanedbání vyšších členů rozvoje a pro počáteční úhel $\alpha_0 = 0$ vychází kubická rovnice pro x :

$$\frac{g \cdot k}{3 \cdot \bar{v}^2} x^3 + \frac{g}{2 \cdot \bar{v}^2} x^2 - h_0 = 0$$

nebo po úpravě

$$x^3 + \frac{3}{2k} x^2 - \frac{3v^2 h_0}{g \cdot k} = 0 \quad (28)$$

Tuto rovnici je lépe řešit přímo numericky po dosazení jednotlivých konstant. Praktický význam mají pouze její reálné kořeny $x_r > 0$.

PŘÍKLAD VÝPOČTU DOLETU ČÁSTIC SLÁMY

Nechť jsou vstupní úlohy zadány např. $\alpha_0 = 0$, $h_0 = 1$ m, $\bar{v} = 42$ m.s⁻¹, $k = 0,02$ m⁻¹.

Potom rovnice (28) má tvar $x^3 + 75,0 x^2 - 26\,972,5 = 0$. Zde vychází reálný kořen $x_r = 17,11$ m, což je teoretický horizontální dolet částice slámy s uvedeným součinitelem odporu.

NĚKTERÉ NUMERICKÉ HODNOTY NESENÉHO DRTIČE

Maximální průchodnost neseného drtiče byla zjištěna $Q_m = 5,7$ kg.s⁻¹.

Rotor má tyto parametry: $p = 3$, $s = 10$, $n = 33,3$ s⁻¹, takže ze vztahu (2) a (3) plyne:

$$q_r = \frac{Q_m}{n \cdot p} = \frac{5,7}{3 \cdot 33,3} = 0,057 \text{ kg}$$

$$q_1 = \frac{q_r}{s} = 0,0057 \text{ kg} = 5,7 \text{ g}$$

Toto množství slámy připadající na jeden nůž je téměř 16krát vyšší než u stacionárního drtiče (Maleř, 1985).

Z naměřených hodnot příkonu při chodu naprázdno a z naměřených hodnot příkonu při pracovním chodu se může určit konstanta ze vztahu (14). Výpočet je uveden pro rotor D.

Nejprve se ze vztahu (13) určí příkon potřebný pro přemístění materiálu

$$P_u = p \cdot s \cdot P_{u1} = \frac{2\pi Q_m}{\kappa\beta} \cdot \bar{v}^2 \quad (W)$$

Užijí se některá zjednodušení: průměrný úhel $\beta = 1,5 \pi$, $\kappa = 1$, $d_{st} = 0,39$ m, $n = 33,3$ s⁻¹. Pak $\bar{v} = \pi \cdot n \cdot d_{st} = \pi \cdot 33,3 \cdot 0,39 = 40,8$ m.s⁻¹. Pro průchodnost 2,5 kg.s⁻¹ $P_u = 5,36$ kW, pro průchodnost 5 kg.s⁻¹ $P_u = 10,6$ kW.

Příkon při chodu naprázdno a pro přemístění (urychlení) 2,5 kg.s⁻¹ slámy $P_{hn} + P_u = 1,5 + 5,36 = 6,86$ (kW), pro přemístění (urychlení) 5 kg.s⁻¹ $P_{hn} + P_u = 1,5 + 10,6 = 12,1$ (kW).

Celkový příkon při průchodnosti 2,5 kg.s⁻¹ $P_C = 8,3$ kW, při průchodnosti 5 kg.s⁻¹ $P_C = 15,9$ kW (naměřené hodnoty jsou na obr. 6).

Pak příkon potřebný na drcení slámy při průchodnosti $2,5 \text{ kg.s}^{-1}$ $P_d = P_C - (P_{hn} + P_u) = 8,3 - 6,86 = 1,44 \text{ (kW)}$ a příkon potřebný na drcení při průchodnosti 5 kg.s^{-1} $P_d = P_C - (P_{hn} + P_u) = 15,9 - 12,1 = 3,8 \text{ (kW)}$.

Upravená rovnice (14) pro celý rotor bude

$$P_d = C_1 \cdot Q_m \cdot \bar{v}$$

kde:

$$C_1 = \frac{P_d}{Q_m \cdot \bar{v}} \quad (\text{m.s}^{-1})$$

Pro průchodnost $2,5 \text{ kg.s}^{-1}$ $C_1 = 13,6 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$, pro průchodnost 5 kg.s^{-1} $C_1 = 18,6 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$. Konstanta C_1 pro rotor $D = (13,6 - 18,6) \text{ m.s}^{-1}$.

DISKUSE

V práci jsou popsány rotory neseného drtiče slámy, vhodného pro sklízecí mlátičky s průchodností 5 kg.s^{-1} a 10 kg.s^{-1} . Varianty rotorů byly porovnány z hlediska kvality práce (Maleř, 1973) i z hlediska energetické náročnosti. Na základě tohoto porovnání jsme vybrali optimální řešení neseného drtiče na sklízecí mlátičce. Řešení rotoru D je původní. Zjistili jsme závislost středního příkonu na průchodnosti slámy, která byla v rozsahu měření ohodnocena jako lineární.

Při drcení slámy neseným drtičem s optimálním rotorem (D) v rozpětí výkonnosti $9,0$ až $21,5 \text{ t.h}^{-1}$ stoupal střední příkon lineárně od $7,6$ do $18,0 \text{ kW}$ a měrná spotřeba energie klesala z $0,846$ na $0,837 \text{ kWh.t}^{-1}$.

Cílem této práce byl teoretický rozbor činnosti rotoru drtiče a protiotřetí, který by umožnil lepší pohled na energetickou náročnost vykonávané operace, popřípadě by odhalil rezervy při snižování této energetické náročnosti.

Výsledky teoretického rozboru umožňují přehodnotit konstrukční řešení nesených drtičů, zejména pak pro sklízecí mlátičky s vyšší průchodností (nad 10 kg.s^{-1}).

ZÁVĚR

Předkládaná práce rozšiřuje naše poznatky o drcení slámy nesenými drtiči na sklízecích mlátičkách. Objasňuje zejména energetickou náročnost operace drcení slámy v závislosti na dosahované průchodnosti, objasňuje i pohyb částice slámy v drtiči a po výletu z drtiče.

Literatura

- ELEMA, H. M.: Hakselen en onderwerken van stro. Bedrijfsontwikkeling, Ed. Akkerbouw, 2, 1971, č. 6, s. 61-63.
 ESTLER, M.: Was tun mit dem Stroh nach der Körnermaisernte. Prakt. Landtechn., 24, 1971, č. 17, s. 365-368.
 FEUERLEIN, W.: Geräte zur Bodenbearbeitung. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer 1971. 195 s.
 HEUSCHEN, J.: Welches Gerät zur Stroheinbringung in den Acker? Lohnunterneh. Land-Forstwirtschaft., 26, 1971, č. 5, s. 178-179.
 HUBER, E.: Die Verwertung der Strohernte als Düngung. Fortschr. Landwirt, 47, 1969, č. 14, s. 2-3.
 MALER, J.: Drcení a rozptylování slámy nesenými drtiči na sklízecích mlátičkách. Zeměd. Techn., 19, 1973, č. 2, s. 105-122.
 MALER, J.: Energetická náročnost mechanické úpravy slámy stacionárním štípačem. Zeměd. Techn., 31, 1985, č. 9, s. 535-548.
 STROKOV, A. S. a kol.: Dviženje izmelčenoj solomy v prisposoblenii UNI-3,5. Mechaniz. i. Elektr. social. sel. Choz., 29, 1971, č. 6, s. 28-29.
 ŠKARDA, M.: Vliv hnojení na produktivnost půdy. Rostl. Výr., 1971, č. 9, s. 917-928.

Došlo dne 8. 1. 1986

МАЛЕРЖ, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы): Энергоемкость обработки соломы с помощью прицепного соломоизмельчителя на комбайне. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 331-344.

Для обработки соломы в полевых условиях проектированы и испытаны несколько вариантов рабочих органов прицепных соломоизмельчителей за комбайном. Варианты сопоставляли с точки зр. энергоемкости, и на основе сравнения определяли оптимальное решение дробилки. Решение ротора D и отгребной доски D остается первоначальным. Установленную зависимость средней потребл. мощности от пропускной способности соломы мы оценили в объеме измерений как линейную. В процессе измельчения соломы прицепным измельчителем с оптимальным ротором (D) и оптимальной распределительной доской (D) в диапазоне производительности 9,0–21,5 т/ч средняя потребл. мощность возрастала линейно с 7,6 до 18,0 кВт, а удельный энергорасход падал с 0,846 до 0,837 кВт.ч/т. На уборочных комбайнах с производительностью 5 кг/с (она минимальна в соломе 3 кг/с) требуется средняя потребл. мощность до 10 кВт, т.е. 12,9% номинальной мощности двигателя (77,2 кВт). На комбайнах производительностью 10 кг/с (макс. в соломе 6 кг/с) требуется средняя потребл. мощность до 20 кВт, т.е. 11,9% номин. мощности двигателя (167,6 кВт). Соломоизмельчитель подвергался подробному теорет. анализу в целях выведения компонентов потребляемой мощности: затрачиваемой на ускорение соломы, на ее измельчение, на холостой ход и на запуск. Анализировали и движение соломы: движение ее частиц в измельчителе, свободное их движение на вылете из измельчителя.

ротор с ножами; распределительная доска; пропускная способность; потребляемая мощность

MALER, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Power Demand for Straw Crushing by a Shredder Mounted on the Harvester-Thresher*. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 331-344.

Several variants of the working mechanisms of a straw shredder mounted on the harvester-thresher were designed and tested under field conditions. The variants were compared as to their power demand, and the optimum design of a straw shredder mounted on a harvester-thresher was selected on the basis of the comparison. The design of rotor D and the straw board is original. Within the range of measurements, the dependence of the mean power input on the straw throughput of the machine was judged to be linear. In the process of straw crushing by means of a mounted shredder with the optimum rotor (D) and the optimum spreading board (D) within the performance range of 9.0 to 21.5 t per h, the mean power input increased linearly from 7.6 to 18.0 kW and the specific power demand dropped from 0.846 to 0.837 kWh.t⁻¹. For harvester-threshers with a throughput of 5 kg.s⁻¹ (minimum straw throughput 3 kg.s⁻¹), the mean power input should be 10 kW, i. e. 12.9% of the rated power of the engine (77.2 kW). For harvester-threshers with a throughput of 10 kg.s⁻¹ (maximum straw throughput 6 kg.s⁻¹), the mean power input should be 20 kW, i. e. 11.9% of the rated power of the engine (167.6 kW). The mounted shredder was subjected to a theoretical analysis aimed at deriving the power input components (input needed for straw acceleration, input for straw crushing, input at idle run and input needed for starting). The movement of straw (movement of straw particles in the shredder, free movement of straw particles leaving the shredder) was also theoretically analyzed.

rotor with knives; spreading board; throughput; power input

Adresa autora:

Doc. ing. Josef Maleř, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

PROVOZNÍ SPOLEHLIVOST SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK POUŽÍVANÝCH V ČESKOSLOVENSKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ

F. Novotný

NOVOTNÝ, F. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Provozní spolehlivost sklízecích mlátiček používaných v československém zemědělství*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6) : 345-354.

Věda o spolehlivosti techniky byla za poslední dvě desetiletí rozpracována do značné šíře a hloubky zejména po teoretické stránce. Při praktických aplikacích teorie na zemědělskou techniku však vyvstaly určité problémy v souvislosti se specifickostí exploatace této techniky. Jedním z nich je významný výskyt tzv. technologických poruch. Proto se ukázalo jako potřebné a užitečné při analýzách provozní spolehlivosti zemědělské techniky hodnotit vedle úrovně technické pohotovosti také úroveň technologické pohotovosti a v důsledku toho pak i úroveň celkové pohotovosti strojů. Konkrétním přínosem příspěvku je analýza vývojových tendencí na úseku technologické, technické a celkové pohotovosti sklízecích mlátiček používaných v československém zemědělství za posledních třicet let. Největšího pokroku bylo zatím dosaženo na „poli“ technologické pohotovosti. Pokrok v oblasti technické pohotovosti je dosud brzděn celou škálou nepříznivých faktorů, z nichž některé (např. nepřízeň počasí) není v lidských silách odstranit. Ke zvýšení úrovně celkové pohotovosti sklízecích mlátiček významně přispívá systematické úsilí výrobců o přesunutí těžiště pečovatelských úkonů mimo vlastní sklizňovou sezónu.

bezporuchovost; udržitelnost; technická pohotovost; technologická pohotovost; celková pohotovost

Rozvoj vědy a techniky, pronikavě ovlivňující hospodářské dění průmyslově vyspělých států zhruba od padesátých let 20. století, umožnil zvyšovat technické a exploatační parametry vyráběné strojové techniky tempem dosud nevídaným v dějinách společenské výroby. Charakteristickým rysem tohoto procesu byl růst konstrukční složitosti jak samotných strojních prvků, tak jejich sestav. Oprávněné požadavky spotřebitelské sféry na zabezpečení přiměřené ekonomické efektivity provozu stále složitějších a dražších strojů nutily výrobce, aby se v daleko větší míře než dosud zajímali o spolehlivostní stránku svých produktů.

Věda o spolehlivosti technických systémů prošla během šedesátých let počátečním stadiem bouřlivého rozmachu spolehlivostní teorie, která byla nejprve rozpracována pro oblast elektroniky. Do této doby spadají i počátky vytváření prvních informačních soustav v ČSSR ke zjišťování skutečné úrovně spolehlivosti technických prostředků v běžných provozních podmínkách.

Ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích byl první průzkum spolehlivosti zemědělských strojů zorganizován v roce 1967.

Zahrnoval tehdy sklízecí řezačky různého stáří, nasazené v různých podmínkách a sledované po celou sezónu. Od té doby se podobné průzkumy organizovaly každoročně až do roku 1976. Jejich smyslem bylo zjistit skutečnou úroveň bezporuchovosti, opravitelnosti a provozní pohotovosti rozhodujících polních mechanizačních prostředků.

Na základě dlouhodobých zkušeností, získaných v sedmdesátých letech v zahraničí i u nás, se dospělo k závěru, že trvalých a soustavně pozitivních výsledků při zabezpečování spolehlivosti složitých technických výrobků lze dosáhnout pouze systémovým přístupem prostřednictvím tzv. programu spolehlivosti v rámci komplexního systému řízení jakosti.

METODIKA

Nauka o spolehlivosti techniky byla v polovině sedmdesátých let rozpracována do té míry, že se v rámci zemí RVHP mohlo přistoupit k ujednacení klasifikace dílčích spolehlivostních vlastností a odpovídající soustavy charakteristik (ST SEV 292-76). V ČSSR se tyto snahy promítly v novelizované názvoslovné normě ČSN 01 0102 (1981).

V roce 1971 byl odborné veřejnosti předložen k posouzení návrh normy ČSN 01 0103 Výpočet ukazatelů spolehlivosti dvoustavových soustav. Po upřesnění v roce 1981 se lhůta jeho praktického ověřování prodloužila o další dva roky. Z hlediska komplexnosti pojetí postrádá uvedený návrh ekonomické ukazatele spolehlivosti. Úloha těchto ukazatelů při hodnocení provozní spolehlivosti techniky zůstává nadále předmětem diskuse. Pramení to z celkové nejasnosti vztahů mezi užitnou hodnotou, hodnotou a jakostí produktů práce v podmínkách vědeckotechnického pokroku. Přesto však jsou již některé ekonomické ukazatele uváděny v Přehledu nejpoužívanějších ukazatelů spolehlivosti (příloha V citovaného návrhu).

Realizace spolehlivostních programů je pracovně náročnou a nákladnou záležitostí. Proto se usilovně hledají cesty k jejich racionalizaci. Pro účely plánování potřeby zemědělské strojové techniky se ukazuje jako výhodné orientovat se především na spolehlivostní vlastnost komplexního charakteru — pohotovost. Ta zahrnuje vliv bezporuchovosti strojů, životnosti jejich prvků a vliv udržitelnosti a opravitelnosti strojů, včetně technické a organizační úrovně provozní péče. V důsledku toho se ukazatele pohotovosti vyznačují vysokou vypovídací schopností.

V názvoslovné normě ČSN 01 0102 (1981) je konkrétně definován pouze součinitel pohotovosti, který bere v úvahu výskyt technických poruch (heslo 171, s. 28). Pro naše potřeby ho vyjadřujeme vztahem

$$K_{42} = \frac{\Sigma t_i}{\Sigma t_i + \Sigma t_{oi}} \quad (1)$$

kde: K_{42} — součinitel technické pohotovosti

Σt_i — kumulativní doba provozu

Σt_{oi} — kumulativní doba opravy po technické poruše

Při prvních analýzách poruchovosti zemědělských strojů byl zjištěn vysoký podíl poruch, které vedou k přerušení pracovní činnosti stroje, ale strojní prvky přitom zjevně nepoškozuji. Na základě víceletých zkušeností se došlo k závěru, že výskyt těchto tzv. technologických (funkčních) poruch je charakteristický zejména pro sklízňové stroje nasazené za proměnlivých provozních podmínek. K hodnocení úrovně technologické (funkční) pohotovosti strojů byl zaveden ukazatel součinitel technologické (funkční) pohotovosti, který se vyjadřuje vztahem

$$K_{41} = \frac{\Sigma t_i}{\Sigma t_i + \Sigma t_{ti}} \quad (2)$$

kde: K_{41} — součinitel technologické pohotovosti

Σt_{ti} — kumulativní doba na odstranění technologických poruch

Úroveň celkové pohotovosti strojů se pak hodnotí součinitelem celkové pohotovosti (K_4), vyjádřeným vztahem

$$K_4 = \frac{\Sigma t_i}{\Sigma t_i + \Sigma t_{oi} + \Sigma t_{ii}} \quad (3)$$

Dostupné podklady o exploataci sklízecích mlátiček v československém zemědělství od začátku jejich účinné existence (r. 1952) umožňují usuzovat na vývoj úrovně jejich provozní spolehlivosti především na základě ukazatelů pohotovosti, které uživatelskou sféru od začátku nejvíc zajímaly. Pokud se později začaly sledovat ukazatele bezporuchovosti, udržovatelnosti a opravitelnosti, uvádějí se v příspěvku jako cenný doplněk upřesňující základní představy o úrovni provozní spolehlivosti sklízecích mlátiček. Pro nedostatek solidních podkladů a s přihlédnutím k únosnému rozsahu příspěvku se hodnocení provozní spolehlivosti omezuje na dominantní typy ve vývojové posloupnosti sklízecích mlátiček dosud u nás používaných.

VLASTNÍ PRÁCE

SAMOJÍZDNÁ SKLÍZECÍ MLÁTIČKA S-4

V rozboru časoměřických studií zahrnujících 34 případy provozního nasazení sklízecích mlátiček S-4 během sezón 1952 a 1953 poukazují Čalkovský a Vondráček (1955) na nízké využití pracovního času směny (56 %) v důsledku nadměrných prostojů z organizačních příčin a vlivem výskytu poruch. Na nízké úrovni celkové pohotovosti ($K_4 = 0,58$) se přímé a nepřímé technologické poruchy ($K_{41} = 0,75$) podílejí větší měrou než poruchy technické ($K_{42} = 0,78$). Je to důsledek skutečnosti, že sklízecí mlátička S-4 byla původně stavěna pro výmlat obilí sečeného pod klasem [Vasilenko aj., 1958]. V našich podmínkách (nízký sřez, vysoké hektarové výnosy, slamnatý a často vlhký obilní porost) se tento typ neosvědčil. Rozhodující podíl technologických poruch vyplynul jednak z nedostatečné funkční aktivity některých důležitých pracovních orgánů (např. středního plátňového dopravníku na žacím stole, dopravníku slámy do kopkovače) nebo z jejich nevyhovující dimenze (vytřasadla, čistidla). Podrobnou funkční analýzu typu S-4 zveřejnil Novotný (1985).

Při intenzivním využívání kladla sklízecí mlátička S-4 enormní nároky na preventivní péči. Již po čtyřech hodinách provozu bylo třeba zkontrolovat (popřípadě ošetřit) 17 mazacích míst. Při směnové technické údržbě (normovaná pracnost 3,3 hodiny) se předepisovalo mimo jiné ošetřit 44 mazací místa. V rámci časově zcela nevyhraněného třístupňového systému preventivní péče bylo nutné (protože neexistovalo centrální mazání) ošetřovat až 129 mazacích míst a doplňovat, popřípadě vyměňovat sedm olejových náplní.

Kapic (1954) zjistil průzkumem opotřebení sklízecích mlátiček S-4 na vybraných STS neopodstatněně vysokou spotřebu náhradních dílů a vysoké náklady na opravy. Sledované stroje se např. předávaly do GO v průměru po posekání 278 ha obilovin. Citovaný autor uvádí jako hlavní příčiny tohoto nepříznivého stavu zejména nedostatečnou preventivní péči, všeobecně nízkou jakost oprav a nevhodné uskladnění sklízecích mlátiček.

SKLÍZECÍ MLÁTIČKA ŽM-330

Konstrukce tuzemského typu ŽM-330 se díky rozsáhlému uplatnění automatizačních prvků na bázi hydraulické vyznačovala neobvyklou

progresivností. Většina těchto prvků však nebyla v zemědělském provozu dostatečně ověřena. Proto K o s k u b a (1955) upozornil na základě výsledků sezónních ověřovacích zkoušek prototypů ($K_{42} = 0,72$) na nezbytnost zlepšit u sériově vyráběných strojů spolehlivostní vlastnosti. Při mezinárodních srovnávacích zkouškách sklízecích mlátiček v roce 1960 se ukázalo, že typ ŽM-330, vyráběný od roku 1957 v Maďarsku, zdaleka nedosahuje požadované úrovně provozní pohotovosti ($K_4 = 0,61$) hlavně pro vysokou poruchovost ($K_{42} = 0,72$). Proto byla čs. stranou vehementně požadována náprava. Ale ani radikálně rekonstruovaná verze ŽMV-330, která se hromadně prověřovala v sezóně 1961, neprokázala výraznější zlepšení úrovně technické pohotovosti ($K_{42} = 0,75$). Přetrvávající vysoká poruchovost a v důsledku toho nízká výkonnost byly hlavními důvody, které vedly v roce 1962 k přerušení dodávek typu ŽMV-330 pro naše zemědělství.

Vzhledem k větší konstrukční složitosti byl typ ŽM-330 náročnější i na preventivní péči než jeho předchůdce S-4. Po čtyřech hodinách provozu se předepisovalo zkontrolovat, popřípadě přimazat 30 mazacích míst. Při směnové technické údržbě (normovaná pracnost 3,3 h) bylo třeba mimo jiné ošetřit 63 mazací místa. V rámci třístupňového systému technických údržeb bylo předepsáno ošetřit po 16 hodinách provozu až 101 mazací místo, po 30 hodinách 151 místo a po 60 hodinách až 164 mazací místa. Přitom stroj nebyl vybaven centrálním mazáním. Měl ještě devět olejových náplní, z nichž šest se vyměňovalo po sezóně.

SKLÍZECÍ MLÁTIČKA SK-4

Spolehlivostní vlastnosti sklízecích mlátiček SK-4 prověřoval F l e i s c h m a n (1970) na výběrovém souboru deseti strojů ve stáří od dvou do šesti let, který sledoval v sezóně 1969. Sklízecí mlátičky byly tehdy nasazeny průměrně 27 pracovních dnů a dosáhly průměrné sezónní výkonnosti 164 ha sklizené plochy nebo 459,2 t vymláceného zrna. Přírodní podmínky sklizně byly vcelku příznivé, obsluha strojů i organizační zabezpečení péče o ně na dobré úrovni.

Sklízecí mlátičky SK-4 se tehdy představily jako stroje přijatelné pohotovostní úrovně ($K_4 = 0,82$) hlavně zásluhou vysoké úrovně technologické pohotovosti ($K_{41} = 0,97$). Během celé sezóny totiž u nich nebyla zjištěna typicky převládající technologická porucha. Méně příznivou úroveň technické pohotovosti ($K_{42} = 0,84$) nejvíce ovlivňovaly poruchy žacího ústrojí (19 % všech technických poruch), způsobené nerovnostmi sklizňového terénu a výskytem kamenů.

Podrobným rozbořem celosezónní exploatace sklízecích mlátiček SK-4 byla zjištěna tato úroveň

- bezporuchovosti: střední doba provozu mezi technickými poruchami 346 minut,
střední doba provozu mezi technologickými poruchami 402 minuty;
- opravitelnosti: střední doba opravy po technické poruše 69 minut,
střední doba opravy po technologické poruše 16 minut.

Vysoké úrovni technologické pohotovosti se tedy dosáhlo díky menší četnosti výskytu funkčních poruch, ale hlavně v důsledku podstatně menších časových nároků na jejich odstranění.

Z hlediska udržitelnosti měla sklízecí mlátička SK-4 proti předchozím typům mnoho předností. V rámci preventivní péče se radikálně snížily zejména nároky na údržbu během směny. Po pěti až šesti hodinách provozu se předepisovalo ošetřit pouze šest mazacích míst. Normovaná pracnost směnové technické údržby, kdy se mimo jiné ošetřovalo 49 mazacích míst, se snížila na 2,4 hodiny. Původní třístupňový systém technických údržeb byl zredukován na dvoustupňový. Celkový počet mazacích míst však zůstal i nadále vysoký (171).

SKLÍZECÍ MLÁTIČKA E-512

Úroveň provozní spolehlivosti sklízecích mlátiček E-512 prověřoval rovněž Fleischman (1970) v téže žňové sezóně (1969) a za přibližně stejných přírodních podmínek, jako v případě typu SK-4. Výběrový soubor sledovaných sklízecích mlátiček čítal 12 vesměs nových strojů. Sklízecí mlátičky byly nasazeny průměrně 27 dnů. Na stroj připadla průměrná sezónní výkonnost 283 ha sklizené plochy nebo 774 t vyláčeného zrna.

Přestože sklízecí mlátička E-512 v roce 1969 prakticky zahajovala svou životní historii v našem zemědělství, představila se z hlediska celkové pohotovosti jako typ rovnocenný ($K_1 = 0,82$) s předchozím typem SK-4. Po funkční stránce se ukázala jako pohotovější ($K_{41} = 0,99$) i za podmínky, že si většina jinak zkušených osádek teprve v průběhu sezóny osvojovala pracovní návyky spojené s obsluhou nových strojů. Naopak méně příznivé byly výsledky týkající se úrovně technické pohotovosti ($K_{42} = 0,83$). Vysokou poruchovost vykazovalo zejména žací ústrojí (37 % všech poruch), neboť žací stůl nebyl uzpůsoben pro příčné kopírování sklizňového terénu, u nás často kamenitého.

Na základě exploatačních měření byla pro skupinu sklízecích mlátiček E-512 zjištěna tato úroveň

- bezporuchovosti: střední doba provozu mezi technickými poruchami 295 minut,
střední doba mezi technologickými poruchami 529 minut;
- opravitelnosti: střední doba opravy po technické poruše 52 minuty,
střední doba opravy po technické poruše 9,5 minuty.

Hodnoty ukazatelů bezporuchovosti a opravitelnosti dostatečně přesvědčivě dokumentují příznivější úroveň technologické pohotovosti a méně příznivou úroveň technické pohotovosti sklízecí mlátičky E-512 v porovnání se sklízecí mlátičkou SK-4.

Na úseku preventivní péče je patrna systematická snaha výrobce přesunout těžiště údržbářských úkonů mimo vlastní sklizňovou sezónu.

Během pracovní směny se již nepředepisuje ani jeden údržbářský úkon. Pracnost směnové technické údržby (po 10 mth), při níž se kromě kontrolních a seřizovacích úkonů ošetřují pouze čtyři mazací místa, byla radikálně snížena na 1,2 hodiny. Po 50 mth (TÚ I) se předepisuje ošetřit 13, po 100 mth (TÚ II) 33 a po 200 mth (TÚ III) 115 z celkového počtu 128 mazacích míst.

SKLÍZECÍ MLÁTIČKA E-516

Významnější poznatky z průzkumu provozní spolehlivosti sklízecí mlátičky E-516 jsou k dispozici pouze z NDR. Zde Herrmann a Mühle (1980) sledovali po dobu 31 pracovních dnů skupinu čtyř strojů. Tato skupina sklídila za 275 hodin celkového času (T_{08}) 1440 ha obilí při průměrné plošné výkonnosti $1,4 \text{ ha} \cdot \text{h}^{-1}$.

V průběhu sklizně se usilovalo o omezení ztrátových časů na minimum jednak přísnou organizací práce, jednak zabezpečením plynulé a kvalitní pečovatelské služby. Za těchto podmínek bylo u sledované skupiny dosaženo hodnoty součinitele celkové pohotovosti $K_4 = 0,84$. Přitom se zjistilo, že celková pohotovost sklízecích mlátiček je značnou měrou ovlivňována druhem a zejména stavem sklízeného porostu. Nejvyšší hodnota součinitele celkové pohotovosti ($K_4 = 0,91$) byla naměřena při sklizni jarního ječmene, nejnižší ($K_4 = 0,70$) při sklizni dlouhého a polehlého ozimého žita. Podle výsledků mnoha zkoušek byla určena průměrná hodnota součinitele technologické pohotovosti $K_{41} = 0,96$, součinitele technické pohotovosti $K_{42} = 0,88$.

Z analýzy opravitelnosti vyplývá, že nejvíc času (28 %) z celkového opravářského časového fondu bylo třeba vynaložit na odstranění poruch žacího ústrojí způsobených výskytem cizích těles a kamení na sklízených pozemcích. Druhé místo zaujaly poruchy na uzlech přenášejících energii (14 %).

V ČSSR byly zveřejněny poznatky o exploataci individuálně sledovaných sklízecích mlátiček E-516. Tyto poznatky umožňují usuzovat na úroveň jejich celkové pohotovosti. Pobočka SZZLS Brno testovala v roce 1975 jeden zkušební stroj při sklizni žita, pšenice a ječmene na rovinách a na svazích. Sklízecí mlátička tehdy při intenzivním nasazení a dokonalém pečovatelském servisu, zajišťovaném pracovníky výrobního závodu, sklídila za sezónu plošnou výměru 763 ha obilovin a vymlátila přitom 2649 t zrna. Vypočtená hodnota součinitele celkové pohotovosti $K_4 = 0,85$ se blíží hodnotě zjištěné v NDR ($K_4 = 0,84$).

Pozoruhodné poznatky z průzkumu exploatačních vlastností sklízecí mlátičky E-516 zveřejnili Žák a Zigmund (1983). Jejich stroj, zakoupený v roce 1979, pracoval ve skupině sklízecích mlátiček STS Olešná po celou sezónu 1980. Sklidil přitom výměru 503 ha a vymlátil 2604 t zrna. Při přejezdech překonal vzdálenost 1934 km. Byl nasazen 55 pracovních dnů postupně ve všech výrobních oblastech, kde sklízel — často za nepříznivého počasí — převážně porosty pšenice a ječmene. Vypočtená hodnota součinitele celkové pohotovosti $K_4 = 0,75$ je příznivější než údaje z NDR, získané za nevhodných podmínek ($K_4 = 0,70$).

Po stránce udržitelnosti typu E-516 se vedle soustavné snahy výrobce přesunout těžiště údržbářských úkonů mimo sklizňovou sezónu

projevuje i zřejmé úsilí snížit celkovou náročnost preventivní péče prodloužením předepsaných lhůt údržeb. Z pracovní náplně směnové technické údržby (normovaná pracnost 1,4 h) téměř vymizel úkon mazání (tři místa). Lhůta TÚ II se prodloužila na 150 mth, lhůta TÚ III na 300 mth. Po 50 mth se předepisuje ošetřit 13, po 150 mth 53 a po 300 mth 122 mazacích míst z celkového počtu 129.

DISKUSE

I když v oblasti provozní spolehlivosti techniky bylo za poslední dvě desetiletí mnoho vykonáno především po teoretické stránce, zůstává v rámci zemědělské strojové techniky vzhledem k její specifičnosti nedostatečně zodpovězeno ještě mnoho spolehlivostních otázek. Některé z nich se stávají, často zbytečně, předmětem sporů mezi uživateli a výrobci. V metodické části příspěvku jsme poukázali na jeden z nedostatků dosavadní spolehlivostní normy ČSN 01 0102 [1981] spočívající v tom, že se zde opomíjí existence technologických poruch. Tato norma zřejmě nejlépe vyhovuje požadavkům výrobců stabilních strojů a technických zařízení, kteří se při hodnocení provozní spolehlivosti orientují na technickou a konstrukční stránku svých výrobků. Uživatele mobilní zemědělské techniky však zajímá skutečně dosahovaná úroveň celkové pohotovosti strojů zahrnující vliv jak technických, tak i technologických poruch, které přicházejí v úvahu při značně variabilních provozních podmínkách nasazení strojů.

V souvislosti s hodnocením provozní pohotovosti zemědělských strojů bývá zdrojem diskusí mezi uživateli a výrobcí často i sama struktura času na odstranění poruch. Vzhledem ke specifickému charakteru práce polních strojů se může v zemědělském provozu uplatnit více variant výskytu poruch a možností jejich odstranění. V nejjednodušším případě výskytu pouze technologických poruch, jejichž následky je schopna odstranit sama obsluha stroje pomocí příručního nářadí přímo na pracovišti, se do celkového času na odstranění poruch započítává čas na zjištění druhu a rozsahu poruch, čas na jejich odstranění a čas na opětovné přezkoušení funkce stroje. V nejsložitějším případě, kdy dojde k poruše takového charakteru, že její následky mohou být odstraněny pouze specialistou za pomoci dílenského zařízení a nejsou právě k dispozici potřebné náhradní díly, se do celkového času na odstranění poruchy započítává čas na identifikaci druhu a rozsahu poruchy, čas na přepravu stroje z místa pracoviště do místa opravy, dále čas na demontáž poškozených prvků, čas na opatření náhradních dílů, čas na opětovnou montáž dílů a čas na přezkoušení funkce stroje po opravě. Je zřejmé, že výrobce si bude podle svých záměrů volit jinou strukturu celkového času na odstranění technických poruch ve snaze eliminovat ve svém spolehlivostním hodnocení vliv variability provozních podmínek uživatele.

Z hlediska možnosti opětovného použití cenných a často obtížně získaných spolehlivostních poznatků je proto velmi důležité předem zjistit, jaký byl původní účel hodnocení a za jakých podmínek se spolehlivostní průzkum uskutečnil.

Kritickou analýzou dostupných poznatků z průzkumu exploatačních a spolehlivostních vlastností dominantních typů sklízecích mlátiček používaných v československém zemědělství za posledních třicet let se dospělo k těmto závěrům. Vývojová tendence v oblasti provozní spolehlivosti sklízecích mlátiček evidentně směřuje k vylepšování úrovně jejich provozní spolehlivosti. Nejmarkantnější úspěchů bylo zatím dosaženo v oblasti funkční pohotovosti. I přes různá významná konstrukční zdokonalení prvků sklízecích mlátiček se však dosud nepodařilo vyloučit významný vliv nepříznivého počasí v době sklizně a vliv druhu obilního porostu. Zjevného pokroku bylo dosaženo i v oblasti technické pohotovosti. Zde však jako hlavní překážka výrazného zlepšení dosud přetrvávají tyto nepříznivé faktory: výskyt kamení, nepřízeň počasí, polehlý a vlhký obilní porost, nerovný sklizňový terén, neuspokojivá úroveň pečovatelské služby, nedostatek náhradních dílů. Vlivem působení těchto různorodých faktorů kolísá v naší zemědělské praxi úroveň technické pohotovosti sklízecích mlátiček ve značně širokém rozmezí, a tím i úroveň celkové pohotovosti.

Ke zlepšení provozní spolehlivosti sklízecích mlátiček významnou měrou přispívá tendence usilující o přesun těžiště pečovatelských úkonů mimo vlastní sklizňovou sezónu a snahy o snížení nároků na preventivní péči prodloužováním lhůt pečovatelských zásahů.

Literatura

- ČALKOVSKÝ, S. — VONDRÁČEK, F.: O kolik snižují technické a technologické poruchy výkon kombajnu S-4. *Mechaniz. Zeměd.*, 1955, č. 13, s. 245-246.
- ČSN 01 0102. Názvosloví spolehlivosti v technice (angl., franc., něm., rus.). 1981.
- ČSN 01 0103. Výpočet ukazatelů spolehlivosti dvoustavových soustav. 1977.
- FLEISCHMAN, Z.: Stanovení základních charakteristik provozní spolehlivosti vybraných zemědělských strojů. [Kandidátská disertační práce.] Praha-Řepy 1970. — Výzkumný ústav zemědělské techniky.
- HERRMANN, K. — MÜHLE, P.: Skúsenosti so skupinovým nasadením kombajnov E-516. *Mechaniz. Zeměd.*, 1980, č. 6, s. 231-234.
- KAPIC, B.: Průběh opotřebování a doba životnosti hlavních součástí kombajnu a návrh na zpřesnění normy. [Závěrečná zpráva.] Řepy, Výzkumný ústav mechanizace a elektrifikace zemědělství. 1954.
- KOSKUBA, K.: Zpráva o zkouškách žací mlátičky ŽM-330. [Závěrečná zpráva.] Řepy, Výzkumný ústav mechanizace a elektrifikace zemědělství. 1955.
- NOVOTNÝ, F.: Funkční analýza sklízecích mlátiček používaných v československém zemědělství. *Zeměd. Techn.*, 31, 1985, č. 6, s. 365-379.
- VASILENKO, J. F. a kol.: Zernovyje kombajny SSSR i zarubežnych stran. Moskva, Selchoziz 1958, s. 58-60.
- ŽÁK, K. — ZIGMUND, J.: Rozbor výkonnosti a spotřeby nafty sklízecí mlátičky E-516 využívané v kooperaci. *Mechaniz. Zeměd.*, 1983, č. 3, s. 119-122.
- Zprávy a protokoly o zkouškách sklízecích mlátiček. SZLPS Praha.

Došlo dne 22. 1. 1986

НОВОТНЫ, Ф. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Эксплуатационная надежность уборочных комбайнов в чехословацком сельском хозяйстве. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 345-354.

Наука о надежности техники разработана за последние два десятилетия значительно по глубине и ширине, главное, в техническом отношении. Однако при практическом применении теории в с/х технике возникают проблемы в связи со специфичностью ее эксплуатации. Одна из них — это так наз. технологические дефекты. Вот почему оказалось целесообразным оценивать в анализах эксплуатационной надежности, наряду с уровнем технической подготовленности, и уровень технологической готовности машин. Конкретным вкладом в данный вопрос статьи является анализ тенденций в области технологической, технической и общей готовности комбайнов в чсл. сельском хозяйстве за последние 30 лет. Наибольший прогресс можно отметить «на поле» технологической готовности, прогресс в области технической готовности, но и здесь отмечается ряд отрицательных факторов, тормозящих данный процесс, причем некоторые (напр. плохие атмосферные условия) человек не в силах устранить. Уровень эксплуатационной надежности комбайнов заметно содействует стремлениям производителей смещать центр тяжести ремонтных работ вне сезон уборки.

безаварийность; техуход; техническая готовность; технологическая готовность; общая готовность

NOVOTNÝ, F. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Reliability of Harvester-Threshers Used on Czechoslovak Farms*. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 345-354.

The science of the reliability of machines (particularly the technical aspects) has been evolved to a remarkable profundity in recent twenty years. However, practical applications of the theory have brought about problems associated with the specificity of the exploitation of the machines. One of these problems is the significant occurrence of what is called technological failures. Hence it has been found useful and desirable during the analyzing of the reliability of farm machines to evaluate, besides technical functional availability, also the technological availability of the machines. The actual contribution of this study to general theoretical knowledge is the developmental trends in the field of technical, technological and over-all functional availability of harvester-threshers used on farms in Czechoslovakia over the past three decades. The greatest progress has been achieved in the sphere of technological availability. Greater progress in technical availability is still hindered by a number of unfavourable factors, some of which (e. g. bad weather) man is unable to control. The systematic effort of manufacturers to shift all maintenance and upkeep work outside the harvest season helps to increase the standard of over-all availability of harvester-threshers.

failure-free state; maintainability; technical availability; technological availability; over-all availability

NOVOTNÝ, F. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy): *Betriebssicherheit der Mähdrescher in der tschechoslowakischen Landwirtschaft*. *Zeměd. Techn.*, 32, 1986 (6) : 345-354.

Die Lehre von der Betriebssicherheit der Landtechnik wurde in den letzten zwei Jahrzehnten in eine grosse Tiefe und Breite insbesondere in technischer Hinsicht bearbeitet. Bei der praktischen Anwendung der Theorie in bezug auf die Landtechnik tauchten bestimmte Probleme im Zusammenhang mit der Spezifik der Auslastung dieser Technik auf. Eines davon ist ein bedeutendes Vorkommen der sog. technologischen Störungen und Pannen. Deshalb erwies es sich als nützlich und notwendig, bei der Analyse der Betriebssicherheit der Landtechnik neben dem Niveau der technischen Bereitschaft auch das Niveau der technologischen Bereitschaft der Maschinen zu bewerten. Ein konkreter Beitrag der vorliegenden Arbeit ist die Analyse der Entwicklungstendenzen auf dem Gebiet der technologischen, technischen und der Gesamtbereitschaft der Mähdrescher, die in der tschechoslowakischen Landwirtschaft in den letzten 30 Jahren eingesetzt wurden. Der größte Fortschritt wurde auf dem Gebiet der technologischen Bereitschaft erzielt. Der

Fortschritt auf dem Gebiet der technischen Bereitschaft wird aber von vielen ungünstigen Faktoren gebremst, von denen einige (Wetter) keinesfalls von Menschen zu beseitigen sind. Das Niveau der Betriebssicherheit der Mähdrescher hilft die systematischen Bestrebungen der Hersteller zu erhöhen, die bemüht sind, den Schwerpunkt der Instandhaltungsoperationen nach ausserhalb der Erntesaison zu verschieben.

störungsfreier Betrieb; Instandhaltung; technische Bereitschaft; technologische Bereitschaft; Gesamtbereitschaft

Adresa autora:

Ing. František Novotný, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

DÁVKOVANIE TVAROVANÝCH A SYPKÝCH KRMÍV S MENITEĽNÝM OBJEMOM KOMORY DÁVKOVAČA

S. Zeman, P. Ducho, J. Pršan

ZEMAN, S. — DUCHO, P. — PRŠAN, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Dávkovanie tvarovaných a sypkých krmív s meniteľným objemom komory dávkoča*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6): 355–364.

V chove hovädzieho dobytku sa na dávkovanie jaderného a tvarovaného krmiva používajú rôzne typy dávkovacích zariadení. Na Vysokej škole poľnohospodárskej v Nitre bol vyvinutý a funkčne overený komôrkový dávkoč s meniteľným objemom komory, ktorý plne zohľadňuje zootechnické požiadavky pri dávkovaní krmiva. Pre pohon dávkoča bol použitý indukčný motor s kotvou nakrátko, ktorý zaisťoval prerušovaný chod. Pre riadenie dávkovacej sekcie sme vyhotovili automatické zariadenie PDZ-01 a PDZ-02. Frekvencia otáčania dávkovacej sekcie bola $n = 0,33 \cdot s^{-1}$.

krmná dávka; dávkovacie komory; rovnomernosť dávkovania

Z pohľadu výživy zvierat sa pri dávkovaní jaderného krmiva povoľuje tolerancia $\pm 5\%$ od požadovanej dávky (Ducho, 1982; Lobotka, 1980; Scholtysik, 1982). Regulovanie tejto chyby sa u komôrkového dávkoča uskutočňuje číselnými násobkami základného množstva Δm , čo je množstvo vyvrhnutého krmiva na jednu komôrku.

Dávkovanie v tomto prípade prebieha najpriaznivejšie s najbližším násobkom Z základného množstva vo vzťahu k vzorovej hmotnosti. Dávková hmotnosť $Z \cdot \Delta m$ sa môže použiť vtedy, ak sa nachádza v oblasti $m_{vz} \pm \frac{\Delta m}{2}$. Nastavený násobok základného množstva, t. j. počet komôrok, ktorý sa má nadávať, sa vypočíta podľa vzťahu (Scholtysik, 1982)

$$Z = \text{int} \left(\frac{m_{vz}}{\Delta m} + \frac{1}{2} \right)$$

Chyba, ktorá vznikne pri tomto nastavení komôrkového dávkoča

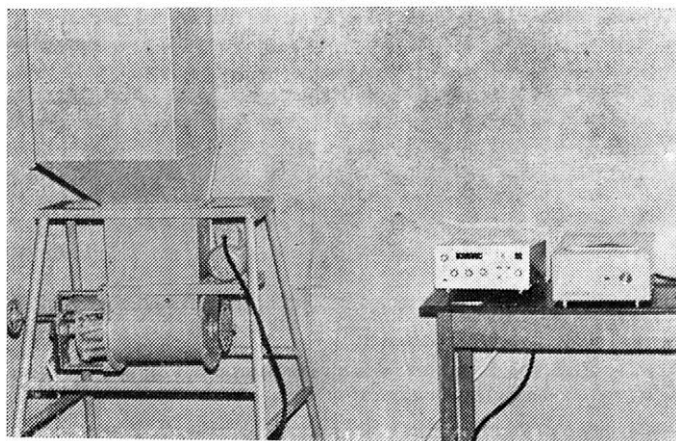
$$f_E = Z \cdot \Delta m - m_{vz}$$

sa pohybuje medzi 0 a $\Delta m/2$. Relatívna chyba vzťahujúca sa na teoretickú hmotnosť je

$$f_{E,rel} = Z \cdot \frac{\Delta m}{m_{vz}} - 1$$

Príliš veľké zmenšenie objemu komôrky je nežiadúce, pretože potom môžu vzniknúť ťažkosti s krmivom hrubšej štruktúry (napr. u brikiet a paliet) tým, že komôrky sú vyplnené neúplne. Ak je obsah komôrok meniteľný, dá sa tento nedostatok odstrániť.

Presnosť dávkovania je ovplyvňovaná aj hodnotou koeficientu zaplnenia, ktorý je vyjadrený vzťahom



1. Celkový pohľad na dávkovacie a meracie zariadenie — A view of the metering device and measuring instruments

kde: Q — nadávkované množstvo (kg)
 V — objem komory (m^3)
 ρ — objemová hmotnosť ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

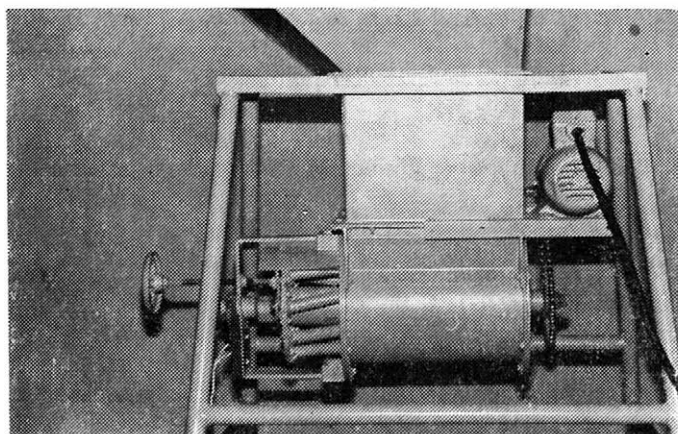
$$\psi = \frac{Q}{V \cdot \rho}$$

MATERIÁL A METÓDA

EXPERIMENTÁLNE POKUSY PRE STANOVENIE PRESNOSTI KOMÔRKOVÉHO DÁVKOVAČA

Na meranie sme použili funkčný model turniketového dávkovača s ôsmimi komôrkami. Pri návrhu dávkovača sme vychádzali z faktu, že úžitkovosť dojníc je rôzna, a preto sme vyvinuli turniketový dávkovač autora J. Knolla pod číslom vynálezu A. O. 220 970; u tohoto dávkovača je možné nastaviť množstvo dávkovaného krmiva zmenou objemu komory a počtom komôr.

Dávkovač pozostáva z podpernej konštrukcie, na ktorej je pripevnený turniketový dávkovač. Táto konštrukcia bola vyrobená z profilovej ocele L a U a z ocelových bezošvých rúr $\varnothing 7 \text{ mm}$. Nad dávkovačom bol umiestnený zásobník o objeme $0,12 \text{ m}^3$, ktorý umožňoval plynulý prísun krmiva k dávkovaciemu zariadeniu. Dávkovací bubon je osemkomorový, z ocelového plechu o hrúbke 5 mm . Vrcholový uhol komôr je 45° , pričom komory sú umiestnené šikmo pod uhlom 12° voči osi rotácie. Zmenu objemu komory je možné dosiahnuť zasúvaním segmentov, a to cez skrutkový mechanizmus. Pre pohon dávkovacej sekcie bol použitý elektrický motor 2ATS-63-4 s N, výkon 180 W , prevod $1 : 24$ s výstupnými otáčkami $0,933 \cdot \text{s}^{-1}$, ktorý zaisťoval pomocou reťazového prevodu pohon dávkovacieho zariadenia (obr. 1, 2).

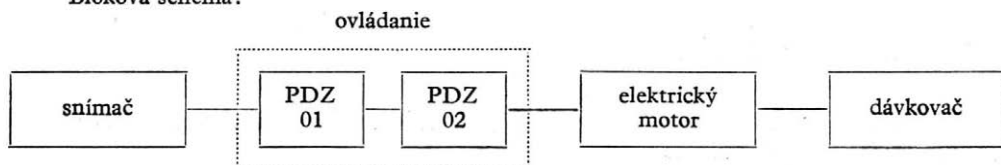


2. Dávkovacia sekcia s výsuvnými komorami — Metering section with sliding hoppers

Na katedre vnútro podnikovej mechanizácie Vysoké školy poľnohospodárskej bolo vyhotovené automatické zariadenie pre ovládanie a pohon turniketu a programové dávkovacie zariadenia PDZ-01 a PDZ-02, ktoré umožňujú:

- prosté čítanie od 0 do 999 vpred alebo od 1000 do 0 vzad s možnosťou predvolby v celom rozsahu čítača,
- čítanie impulzov s možnosťou nastavenia predvolby,
- čítanie impulzov s nastavením cyklu 0 až 9 len vpred.

Bloková schéma:



Celé zariadenie je konštruované v prvej bezpečnostnej triede podľa ČSN 35 6501 (1972).

Bloková schéma zobrazuje programové dávkovanie pomocou turniketu s použitím PDZ-01 a PDZ-02.

POUŽITÝ MATERIÁL

Pri objemovom dávkovaní majú fyzikálno-mechanické vlastnosti použitého plnohodnotného krmiva podstatný vplyv na priebeh dávkovania. Pre experimentálne pokusy sme použili dva druhy krmív:

- a) jaderné krmivo so stredným priemerom častíc 0,87 mm,
- b) tvarované krmivo BR-II s priemerom granúl 5 mm.

VLASTNÁ PRÁCA

Objemovú hmotnosť krmiva pre všetky druhy krmív sme zisťovali v etalóne o objeme 0,125 m³. Po presnom zaplnení etalónu vždy novou vzorkou sme previedli päť meraní. Z týchto meraní sme vypočítali objemovú hmotnosť podľa vzťahu:

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (\text{kg} \cdot \text{m}^{-3})$$

kde: m_i — hmotnosť i -tej granuly (kg)
 V_i — objem i -tej granuly, vypočítaný zo vzorca

$$V_i = l_i \frac{\pi \cdot d_i^2}{4} \quad (\text{m}^3)$$

kde: l_i — dĺžka i -tej granuly (m)
 d_i — priemer i -tej granuly (m)

Pre meranie objemovej hmotnosti sme vybrali desať granúl a ich konce sme upravili tak, aby mali tvar valca, objem ktorého vieme vypočítať.

Podiel vlhkosti sme zisťovali podľa normy ČSN 12 6000 (1979). Odvážili sme päť vzoriek po 10 g, ktoré sme pred vážením rozdrvili a uložili do laboratórnej sušiarne pri teplote 105 °C a sušili sme ich do konštantnej hmotnosti. Potom sme vzorky odvážili a určili sme podiel vlhkosti podľa vzťahu

$$\omega = \frac{M_v}{M_M} \cdot 100 = \frac{M_M - M_{MS}}{M_M} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde: M_v — hmotnosť vody v materiáli
 M_N — hmotnosť vlhkého materiálu
 M_{NS} — hmotnosť sušiny

Podľa štatistického t -testu pre stupeň spoľahlivosti 95 % sa vyžaduje minimálne šesť meraní pre každú dávku

$$n = \frac{t^2 \cdot \sigma^2}{\Delta^2}$$

kde: t — hodnota t -testu, závislá od stupňa spoľahlivosti $t_{95\%} = 1,76$
 σ — rozptyl základného súboru
 Δ — maximálna prípustná chyba

V našom prípade sme použili desať meraní, čím sa súbor z hľadiska výpočtu korelačných závislostí optimalizoval.

Nadávkované množstvo krmiva bolo zisťované vážením na laboratórnej váhe s presnosťou 0,001 kg. Krmivo bolo merané pri $0,33 \cdot s^{-1}$, počet vyprázdnených komôr bol určený 1, 2, 4, 6, 8 pri objeme komôr:

$$V_1 = 2,933 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3, \\ V_2 = 4,462 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3,$$

$$V_3 = 5,368 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3, \\ V_4 = 6,295 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3.$$

Z nameraných hodnôt sme určili priemerné dávkované množstvo $\bar{x}$, smerodajnú odchýlku s a variačný koeficient v (tab. I a II).

Matematicko-štatistické výpočty boli vyhodnotené pomocou programov zostavených na počítači EC 1030 v Ústave výpočtovej techniky Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre.

VÝSLEDKY

Závislosť medzi počtom komôr a nadávkovaným množstvom krmiva pri daných otáčkach a druhu krmiva bola testovaná lineárnou regresiou s vypočítaním regresných priamok. Tesnosť závislosti, vyjadrená hodnotou korelačného koeficientu, je u všetkých skúmaných súborov vysoko preukazná.

Meraním bolo zistené, že vlhkosť granulovaného krmiva BR-II bola 12,62 % a objemová hmotnosť $705,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. U jadernej krmnej zmesi bola vlhkosť 12,61 % a objemová hmotnosť $612,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.

Z rozboru činnosti dávkovača u sypkej krmnej zmesi s premenlivou komorou vyplynulo, že zo všetkých súborov meraní ani jeden neprekročil testovaný interval pre priemerné hodnoty $\pm 5 \%$ (obr. 3–6). Z grafov vidieť, že rovnomernosť dávkovania do $\pm 1 \%$ bola zistená u 55 % meraní, od $\pm 1 + 2 \%$ u 25 % meraní a od hodnoty $\pm 2-3 \%$ u 20 meraní. Najnižšia hodnota variačného koeficientu 0,325 % bola vypočítaná pri minimálnom objeme V_1 a u ôsmich vyprázdňovacích komôr. Najvyššia hodnota variačného koeficientu 2,941 % bola vypočítaná pri objeme V_2 a u jednej vyprázdnenej komory.

Hodnota koeficientu zaplnenia sa pohybovala od 0,847 do 0,978 v celom rozsahu dávkovania.

U granulovanej krmnej zmesi zo všetkých súborov meraní ani jeden neprekročil testovaný interval pre priemerné hodnoty $\pm 5 \%$ (obr. 7–10). Z grafických závislostí vidieť, že rovnomernosť dávkovania do $\pm 1 \%$ bola zistená u 35 % meraní, od $\pm 1-2 \%$ u 35 meraní, od $\pm 2-3 \%$ u 25 % meraní, od $\pm 3-4 \%$ u 5 % meraní. Pri minimálnom objeme komory V_1 a u jednej vyprázdnenej komory bola hodnota variačného koeficientu najvyššia 3,012 %.

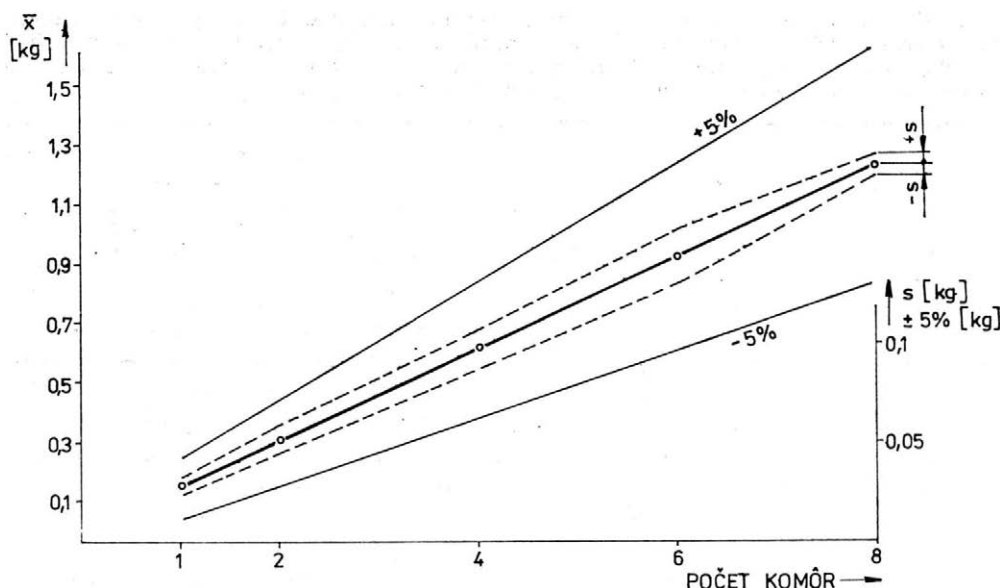
U tohoto krmiva sa hodnota koeficientu zaplnenia pohybovala v rozpätí od 0,770 do 0,893.

I. Základná variačno-štatistická charakteristika ukazovateľov v priebehu dávkovania tvarovaného krmiva o priemere granúl 5 mm pri frekvencii otáčok $0,33 \cdot s^{-1}$ — The basic variation-statistical characteristics of the parameters during the rationing of pelleted feeds (pellet size 5 mm) at 0.33 r. p. m.

Objem komory	Ukazovatele	Počet komôr				
		1	2	4	6	8
V_1	$\bar{x}$ kg	0,166	0,346	0,668	0,992	1,318
	s	0,005	0,008	0,008	0,006	0,007
	v %	3,012	2,312	1,197	0,604	0,531
V_2	$\bar{x}$ kg	0,250	0,486	0,961	1,430	1,953
	s	0,004	0,008	0,007	0,006	0,031
	v %	1,600	1,234	0,728	0,419	1,587
V_3	$\bar{x}$ kg	0,295	0,595	1,202	1,750	2,279
	s	0,006	0,012	0,019	0,037	0,020
	v %	2,033	2,016	1,580	2,114	0,877
V_4	$\bar{x}$ kg	0,365	0,734	1,436	2,137	2,799
	s	0,008	0,012	0,025	0,020	0,020
	v %	2,191	1,634	1,740	0,935	0,714

II. Základná variačno-štatistická charakteristika ukazovateľov v priebehu dávkovania jaderného krmiva pri frekvencii otáčok $0,33 \cdot s^{-1}$ — The basic variation-statistical characteristics of the parameters during the rationing of concentrate feeds at 0.33 r. p. m.

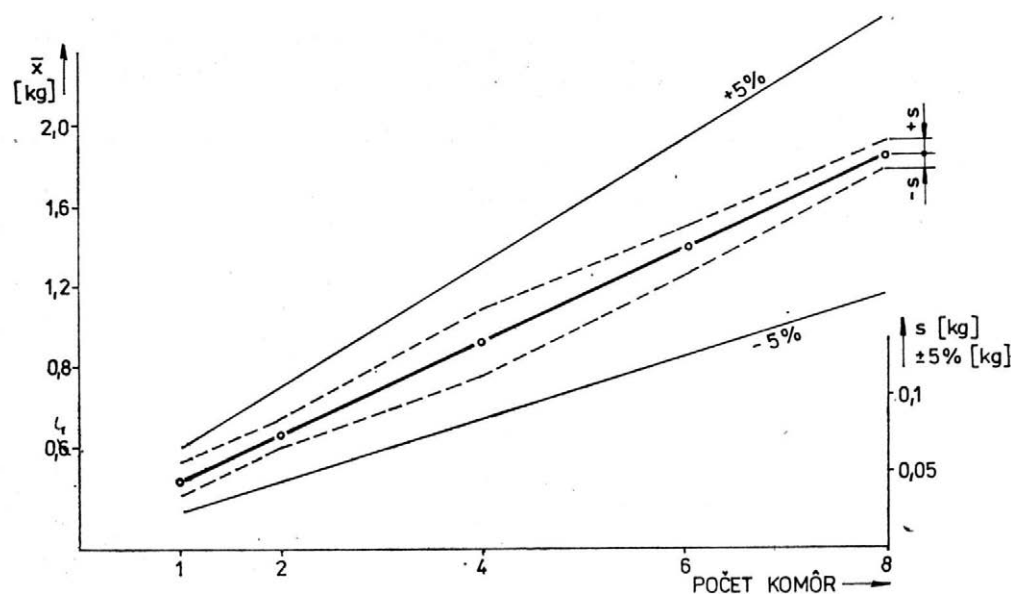
Objem komory	Ukazovatele	Počet komôr				
		1	2	4	6	8
V_1	$\bar{x}$ kg	0,162	0,323	0,638	0,935	1,227
	s	0,004	0,005	0,005	0,007	0,004
	v %	2,469	1,547	0,783	0,784	0,325
V_2	$\bar{x}$ kg	0,238	0,472	0,924	1,387	1,840
	s	0,007	0,007	0,006	0,006	0,010
	v %	2,941	1,483	0,649	0,432	0,543
V_3	$\bar{x}$ kg	0,280	0,566	1,111	1,679	2,222
	s	0,008	0,006	0,005	0,008	0,010
	v %	2,857	1,060	0,450	0,476	0,495
V_4	$\bar{x}$ kg	0,339	0,661	1,314	2,014	2,647
	s	0,007	0,008	0,007	0,032	0,021
	v %	2,064	1,210	0,532	1,588	0,793



3. Priebeh dávkovania jaderného krmiva pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $2,933 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering concentrate feed by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $2,933 \cdot 10^{-4} m^3$

regresná priamka: $y = 0,017 + 0,153 x$

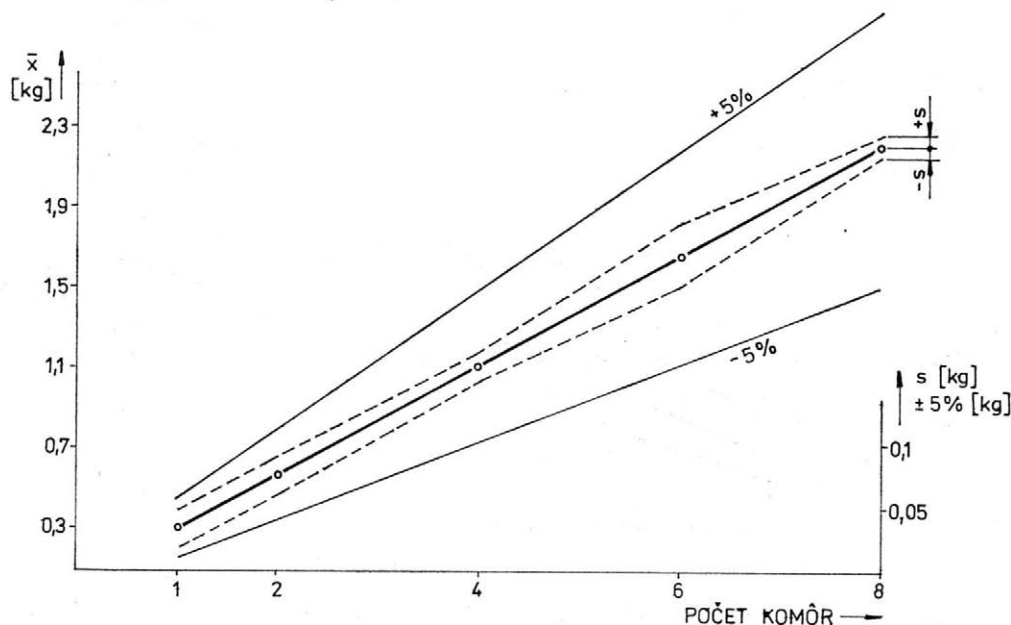
korelačný koeficient: $v = 0,9998$



4. Priebeh dávkovania jaderného krmiva pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $4,462 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering concentrate feed by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $4,462 \cdot 10^{-4} m^3$

regresná priamka: $y = 0,011 + 0,229 x$

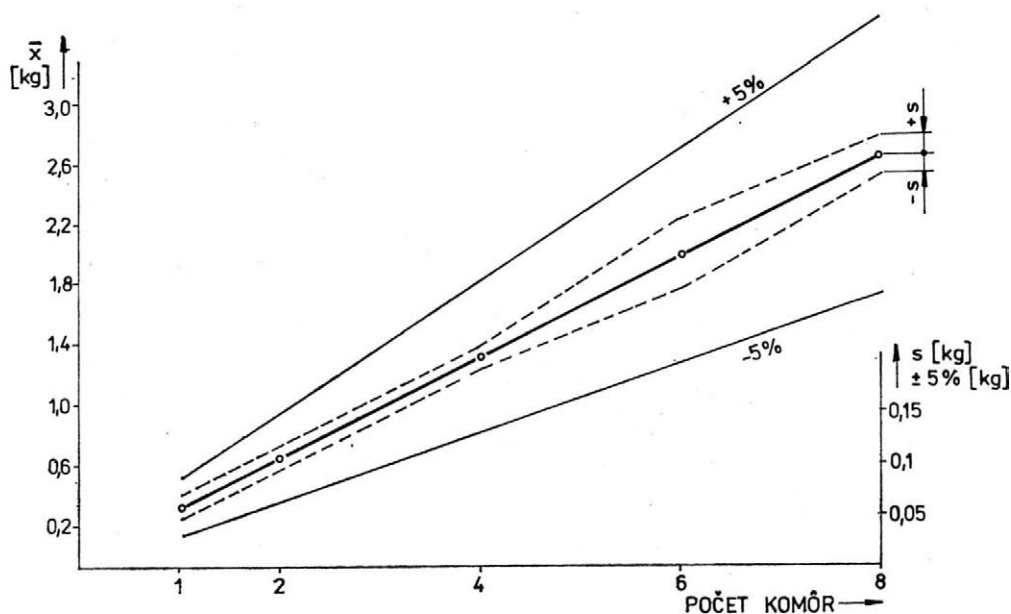
korelačný koeficient: $v = 0,9899$



5. Priebeh dávkovania jaderného krmiva pri $n = 0,33 \cdot \text{s}^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $5,368 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ — The course of metering concentrate feed by $n = 0.33 \cdot \text{s}^{-1}$ and by the hopper with the volume of $5.368 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

regresná priamka: $y = 0,009 + 0,277 x$

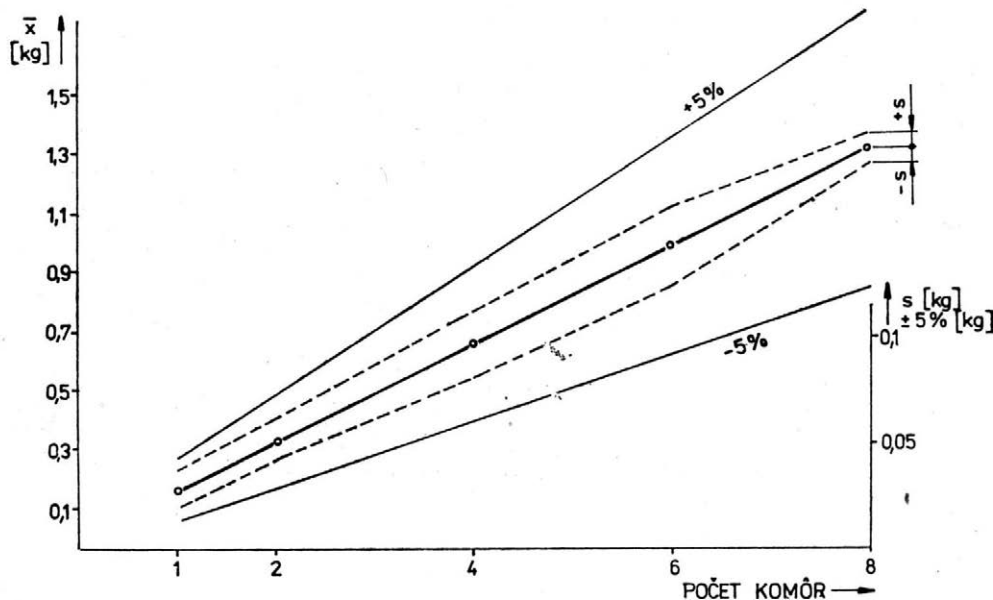
korelačný koeficient: $v = 0,9989$



6. Priebeh dávkovania jaderného krmiva pri $n = 0,33 \cdot \text{s}^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $6,295 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ — The course of metering concentrate feed by $n = 0.33 \cdot \text{s}^{-1}$ and by the hopper with the volume of $6.295 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

regresná priamka: $y = -0,02 + 0,332 x$

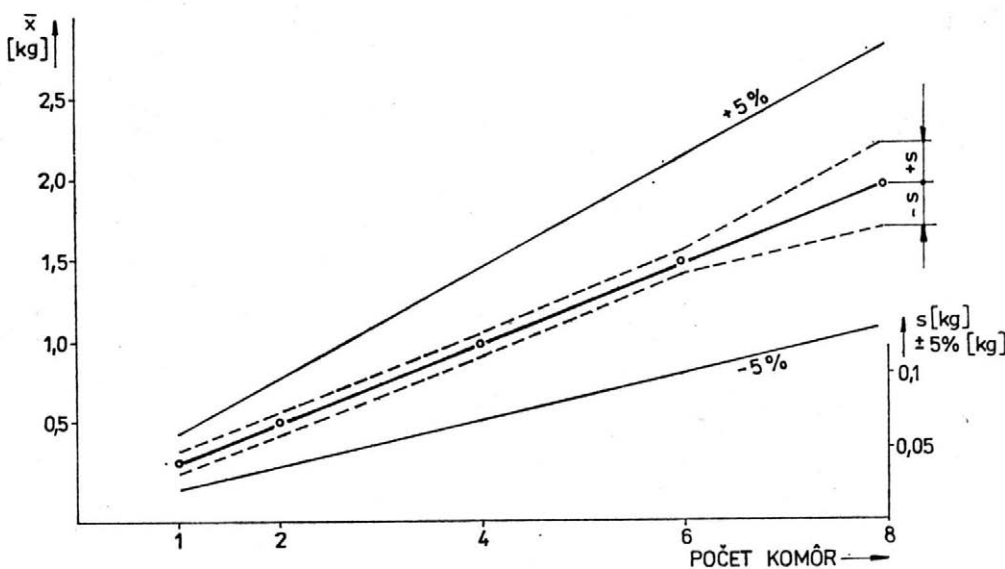
korelačný koeficient: $v = 0,9999$



7. Pribeh dávkovania granulovaného krmiva $\varnothing$ 5 mm pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $2,933 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering granular feed (granule diameter 5 mm) by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $2.933 \cdot 10^{-4} m^3$

regresná priamka: $y = 0,012 + 0,163 x$

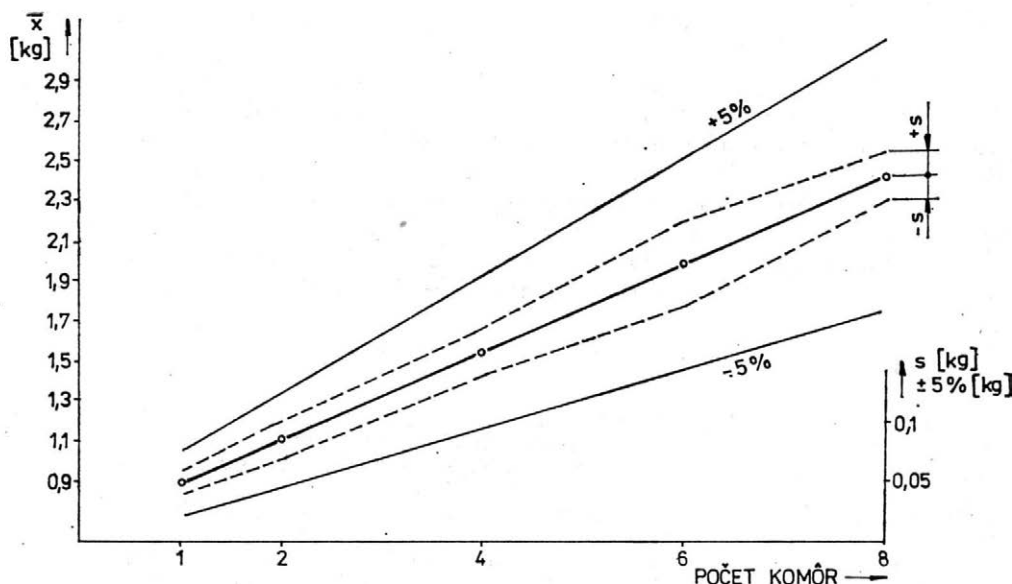
korelačný koeficient: $v = 0,9998$



8. Pribeh dávkovania granulovaného krmiva $\varnothing$ 5 mm pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $4,462 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering granular feed (granule diameter 5 mm) by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $4.462 \cdot 10^{-4} m^3$

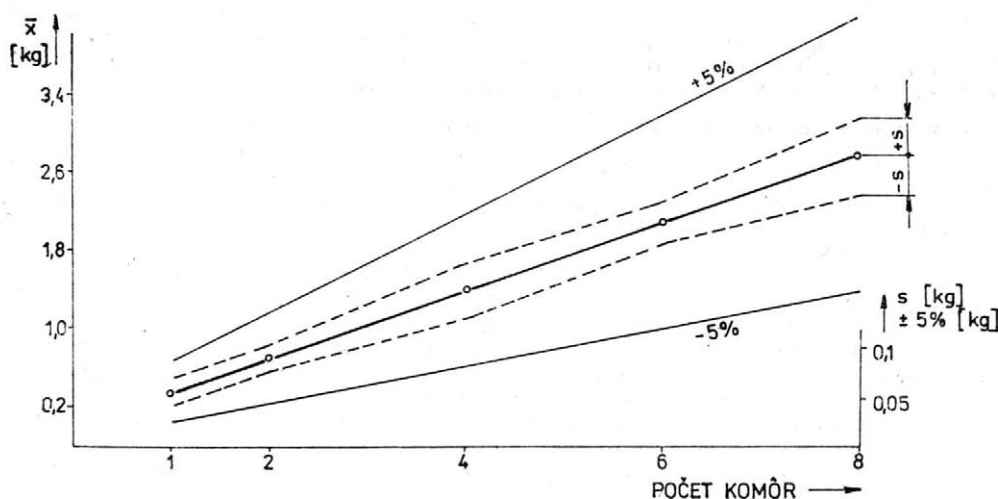
regresná priamka: $y = 0,005 + 0,242 x$

korelačný koeficient: $v = 0,9998$



9. Priebeh dávkovania granulovaného krmiva $\varnothing$ 5 mm pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $5,368 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering granular feed (granule diameter 5 mm) by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $5,368 \cdot 10^{-4} m^3$

regresná priamka: $y = 0,031 + 0,284 x$
 korelačný koeficient: $v = 0,9999$



10. Priebeh dávkovania granulovaného krmiva $\varnothing$ 5 mm pri $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ a objeme dávkovacej komory $6,295 \cdot 10^{-4} m^3$ — The course of metering granular feed (granule diameter 5 mm) by $n = 0,33 \cdot s^{-1}$ and by the hopper with the volume of $6,295 \cdot 10^{-4} m^3$

regresná priamka: $y = 0,033 + 0,348 x$
 korelačný koeficient: $v = 0,9999$

Jedným zo základných predpokladov úspešného rozvoja veľkovýrobných technológií chovu hovädzieho dobytku je plne automatizované kŕmenie. Pre dávkovanie jaderného krmiva sa často používajú komôrkové (turniketové) dávkovače. Pre určenie presnosti dávkovania tohoto zariadenia boli uskutočnené experimentálne pozorovania.

Navrhnutý dávkovač bol testovaný pre granulovanú a sypkú zmes. Pri experimentálnych meraniach sa dosiahla odchýlka $\pm 4\%$ od požadovanej dávky. Dosiahnuté výsledky plne vyhovujú ZOOTP a sú realizovateľné v praxi tak z hľadiska konštrukčného prevedenia, ako aj z hľadiska použitia automatizačných a regulačných prvkov.

Literatúra

ČSN 12 6000. Základní pojmy techniky sušení. Názvosloví. 1979.

ČSN 35 6501. Elektronické měřicí přístroje. Bezpečnostní ustanovení. 1972.

DUCHO, P.: Dávkovanie tvarovaných krmív. Zeměd. Techn., 28, 1982, č. 6, s. 333-347.

LOBOTKA, J.: Technika a mechanizace živočišné výroby I. Bratislava, Příroda 1980.

SCHOLTYSIK, J.: Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Genauigkeit von Zellenraddosierungen für Kraftfuttermittel. Grundl. Landtechn., 32, 1982, č. 1, s. 1-8.

Došlo dňa 23. 3. 1984

ЗЕМАН, С. — ДУХО, П. — ПРШАН, Я. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Дозирование брикетированных и сыпучих кормов с регулируемым объемом бункера дозирщика. Земед. Techn., 32, 1986 (6) : 355-364.

В скотоводстве для дозирования концентратов и брикетированных кормов применяются разные типы дозирующих устройств. В Сельскохозяйственном институте в Нитре разработали и функционально испытали секционный дозирщик с регулируемым объемом бункера, который полностью учитывает зоотехнические требования при дозировке кормов. В качестве привода дозирщика использовали асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, обеспечивающий прерываемый ход. Для управления дозирующей секцией изготовили автоматическое устройство РДЗ-01 и РДЗ-02. Частота оборотов дозирующей секции составляла $n = 0,33/\text{сек}$.

кормовая доза; дозирующие камеры; равномерность дозирования

ZEMAN, S. — DUCHO, P. — PRŠAN, J. (University of Agriculture, Nitra): *Metering of Pelleted and Loose Feeds by a Metering Device with an Adjustable Volume of Hopper*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6) : 355-364.

Various types of metering devices are used for the dosing of concentrate and pelleted feed in cattle husbandry. At the University of Agriculture at Nitra, a chamber-type metering device was developed and its operation was tested, with an adjustable volume of hopper; all zootechnical requirements for feed metering were applied to its design. An induction motor with short-circuit armature was used as a power source of the metering device, providing interrupted operation. Automatic mechanisms PDZ-01 and PDZ-02 were devised for the control of metering section. The frequency of the rotation of metering section is $n = 0.33$ per s.

feeding ration; hoppers; balanced metering

Adresa autorov:

Ing. Stanislav Zeman, CSc., prof. ing. Peter Ducho, DrSc., ing. Ján Pršan, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

TEPLOTNÍ PODMÍNKY V ZIMNÍM OBDOBÍ V OBJEKTECH PRO CHOV PRASAT

P. Kic

KIC, P. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Teplotní podmínky v zimním období v objektech pro chov prasat*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6) : 365-371.

V článku jsou shrnuty výsledky dlouhodobých měření realizovaných v porodně prasníc, dochovně selat a výkrmové hale chovu prasat. Cílem těchto měření bylo charakterizovat základní teplotní a vlhkostní podmínky stájového mikroklimatu v zimním období. Zároveň jsou uvedeny koncentrace kyslíku a kysličníku uhličitého při minimálním zimním větrání.

mikroklima; teplota vzduchu; vlhkost vzduchu; dynamický model; chemické složení vzduchu

Při hodnocení stájového mikroklimatu v zimním období je rozhodující, jak zabezpečuje odpovídající tepelný stav prostředí. V mnoha zemědělských podnicích se v posledních letech vyskytly problémy s dodržením požadovaných teplot vzduchu ve stájích na jedné straně a vlhkosti vzduchu i složení a čistoty vzduchu na straně druhé. Vyplývá to z potřeby snížit tepelné ztráty odvodem tepla s větracím vzduchem, aby se ušetřila energie na eventuální dodatečné zlepšování tepelné bilance objektu vytápěním.

Nevhodným řešením větracího systému, přehnanou snahou minimalizovat odvod tepla i subjektivními vlivy obsluhy, např. při ručním ovládání ventilačního systému, se mohou zhoršovat ostatní parametry mikroklimatu.

Účelem této práce je prokázat na základě skutečných změřených hodnot, jak jsou základní ukazatele tepelného stavu prostředí, tj. teplota a relativní vlhkost vzduchu, v zimním období dodrženy a jakých hodnot poklesu kyslíku a vzrůstu kysličníku uhličitého ve stájovém ovzduší bylo přitom dosaženo.

Pro posouzení této situace, byly hodnoceny mikroklimatické podmínky v porodně prasníc, dochovně selat a výkrmové hale farmy společného zemědělského podniku ve Středočeském kraji. Měření byla dlouhodobá, v příspěvku jsou uvedeny pouze vybrané reprezentativní údaje.

METODIKA

Sledované objekty jsou klasickými představiteli hal vyrobených a dodaných n. p. Bios Sedlčany. Dispozičně jsou rozčleněny na dva chovné prostory, technologické vybavení tvoří kompletní zařízení pro suché krmení a kolíkové napáječky.

Ventilační systém je podtlakový, základem je vždy pět stropních ventilačních jednotek. Ovládání je automatické, pomocí ovládacího panelu ventilace OPV 4 a teploměrné skříně, nebo ruční. V obou případech je chod ventilátorů řízen pěti stupni. Čerstvý vzduch se v zimě přivádí do hal horními šterbinami.

Porodna pro 64 prasnice v každé polovině stáje má kromě uvedených znaků bezstelivové individuální ustájení s plným ložem a roštovým kalištěm. Ventilační jednotky jsou osazeny ventilátory ŠV 500. Aby se udržela požadovaná vnitřní teplota, je objekt vybaven teplovodním otopným systémem s nuceným oběhem a infražáříči umožňujícími ohřev prostoru pro selata.

Ustájení v dochovně pro 576 selat v polovině dvojhal je bezstelivové, s částečně zaroštovanou podlahou. Také zde je užito ventilátorů ŠV 500 a tepelná bilance je zlepšována podle potřeby teplovodním vytápěním a infrazáříči.

Výkrmová hala pro 528 prasat v jedné polovině je bezokenní, má stelivové ustájení v kotcích se zaroštovaným kalištěm. Stropní ventilační jednotky jsou vybaveny ventilátory ŠV 710. Eventuální tepelný schodek pro zimní období a osazení haly čerstvě odchovanými prasaty je kryt pojízdným teplovzdušným agregátem na lehký olej.

Průběh vnitřních a venkovních teplot a relativních vlhkostí vzduchu byl zaznamenáván dlouhodobě registračními přístroji (termohygrografy THG 854, ZPA Vinohrady).

Aby mohly být podmínky tepelného stavu prostředí v zimním období kvantifikovány, a tím dána možnost jistého zobecnění na obdobné objekty, byl proveden popis větraného prostoru výkrmny pomocí experimentálních dynamických modelů s využitím identifikační metody maximální věrohodnosti.

Je to metoda pro identifikaci lineárních dynamických systémů s časově neměnnými parametry. Identifikaci se získají modely ve tvaru stochastických diferenciálních rovnic, umožňující nejenom popsat statickou vazbu mezi jednotlivými parametry, ale i dynamickou analýzu soustavy:

$$A(q^{-1}) \cdot y(t) = B(q^{-1}) \cdot u(t) + \lambda \cdot C(q^{-1})e(t) \quad (1)$$

kde: $u(t)$ — vstup systému

$y(t)$ — výstup systému

$e(t)$ — sekvence náhodných veličin s normálním rozdělením $N(0, 1)$, nezávislá od vstupu $u(t)$

q — operátor posunu

λ — směrodatná odchylka náhodného signálu

$A(q^{-1})$, $B(q^{-1})$, $C(q^{-1})$ — polynomy definované:

$$A(q^{-1}) = 1 + a_1 \cdot q^{-1} + \dots + a_n \cdot q^{-n}$$

$$B(q^{-1}) = 1 + b_1 \cdot q^{-1} + \dots + b_n \cdot q^{-n} \quad (2)$$

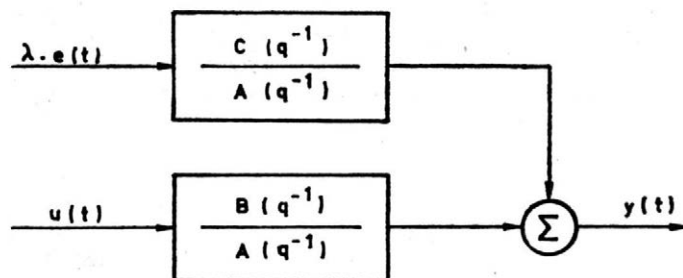
$$C(q^{-1}) = 1 + c_1 \cdot q^{-1} + \dots + c_n \cdot q^{-n}$$

kde: A , B , C — vektory koeficientů modelu

a , b , c — koeficienty modelu

n — řád systému

Identifikovaný model podle rovnice (1) lze znázornit pomocí blokového schématu na obr. 1. Bližší popis této metody uvádějí např. Akström a Eykhoff (1971) nebo Čermák aj. (1982).



1. Blokové schéma modelu identifikovaného metodou maximální věrohodnosti — Block diagram of the model identified by the method of maximum confidence

Pro ověření stavu chemického složení vzduchu při minimálních větracích výkonnostech během zimní periody byla měřena koncentrace kysličníku uhličitého a kyslíku s použitím přístroje Interferometr LI 3, s citlivostí měření 0,01 % O₂ a 0,001 % CO₂.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zjištěné výsledky byly zpracovány a posouzeny podle hodnot a rozmezí předepsaných ON 73 4502 [1978] pro jednotlivé kategorie prasat. Uvedené hodnoty jsou z nejchladnějšího týdne sledovaného období, ve kterém byla nejnižší teplota -13 °C.

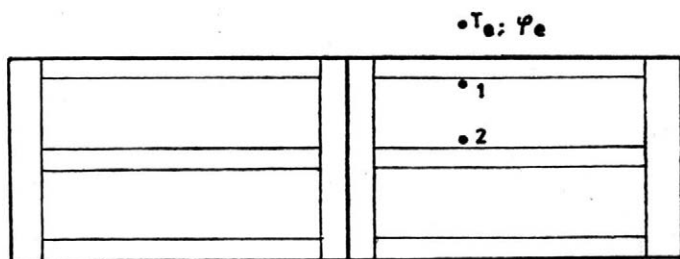
V porodně byla zásluhou vytápění teplota vyšší než požadovaná, především ve středním pásmu objektu; v průměru dosahovala 24,1 °C. Relativní vlhkost vzduchu se pohybovala v rozmezí 47 až 81 %, vlivem vyšších teplot byla ve středním pásmu nižší o 8 až 10 % proti okrajovému pásmu.

V dochovně byla za pomoci vytápění teplota udržována v rozmezí 20 až 26 °C, obdobně relativní vlhkost vzduchu kolísala v požadovaném rozmezí 50 až 70 %.

Ve výkrmové hale bez přídavných zdrojů byly v tomto období také výborně dodrženy — především zásluhou regulace — požadované parametry jak teploty, tak relativní vlhkosti vzduchu po celé sledované období (teplota v rozmezí 10 až 16 °C, spíše s mírným překročením horní hranice, relativní vlhkost 50 až 80 %).

Jak již bylo uvedeno v metodice, ve výkrmové hale byla provedena také dynamická analýza závislosti vnitřních teplot a vlhkosti v objektu na parametrech vnějšího prostředí. Měřicí místa byla situována podle náčrtu na obr. 2. Z modelů byly také vypočteny statické rovnice platné pro pracovní identifikovanou oblast [K i c, 1985].

2. Schéma měřicích míst ve výkrmové hale — Diagram of the measuring sites in a fattening house



OKRAJOVÉ PÁSMO OBJEKTU — MĚŘICÍ MÍSTO 1

$$T_i = f(T_e)$$

Modelová rovnice:

$$T_i(t+2) - 0,369 T_i(t+1) - 0,203 T_i(t) = 0,58 \cdot 10^{-2} T_e(t+1) + 7,69 \cdot 10^{-2} T_e(t) + 0,220 e(t+2) + 6,89 \cdot 10^{-2} e(t+1) + 0,204 e(t) \quad (3)$$

Statická linearizovaná rovnice:

$$\Delta T_i = 0,194 \cdot \Delta T_e + 15,89 \quad (4)$$

$$\varphi_i = f(\varphi_e)$$

Modelová rovnice:

$$\varphi_i[t+1] - 0,821 \varphi_i[t] = 2,89 \cdot 10^{-2} \varphi_e[t] + 0,110 e[t+1] + 0,215 e[t] \quad (5)$$

Statická linearizovaná rovnice:

$$\Delta \varphi_i = 0,162 \Delta \varphi_e + 52,15 \quad (6)$$

STŘEDNÍ PÁSMO OBJEKTU — MĚŘICÍ MÍSTO 2

$$T_i = f(T_e)$$

Modelová rovnice:

$$T_i[t+2] - 1,405 T_i[t+1] + 0,4805 T_i[t] = 0,067 T_e[t+1] - 5,98 \cdot 10^{-2} T_e[t] - 0,1208 e[t+2] - 0,0703 e[t+1] + 0,294 e[t] \quad (7)$$

Statická linearizovaná rovnice:

$$\Delta T_i = 0,095 \cdot \Delta T_e + 17,55 \quad (8)$$

$$\varphi_i = f(\varphi_e)$$

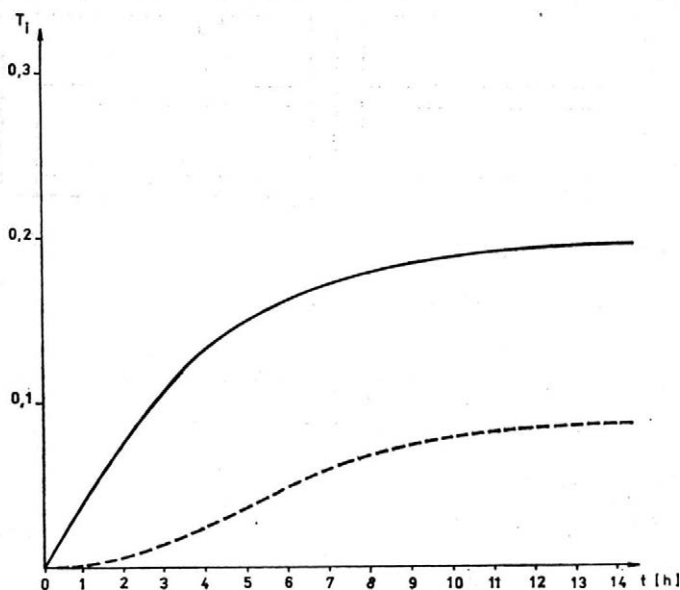
Modelová rovnice:

$$\varphi_i[t+1] - 0,723 \varphi_i[t] = 3,27 \cdot 10^{-2} \varphi_e[t] + 0,871 e[t+1] + 3,047 e[t] \quad (9)$$

Statická linearizovaná rovnice:

$$\Delta \varphi_i = 0,118 \Delta \varphi_e + 40,33 \quad (10)$$

Deterministické části modelů byly použity k výpočtu přechodových charakteristik dosazením $T_e[t] = 1$. Přechodové charakteristiky rovnic {3} a {7} jsou znázorněny na obr. 3.



3. Přechodové charakteristiky modelových rovnic $T_i = f(T_e)$ pro okrajové (—) a střední (---) pásmo výkrmové haly — The transient curves of model equations $T_i = f(T_e)$ for the marginal (—) and central (---) zone of the fattening house

Z uvedených modelů lze ukázat na některé obecněji platné zákonitosti tvorby mikroklimatu a řešení větracích systémů. Lze např. velmi dobře dokumentovat odlišnosti mezi stavem vyšetřeným pro okrajové a vnitřní pásmo.

Hodnota statického zesílení pro teplotu, vyšetřená v pásmu bližším stěně haly $G = 0,194$, je téměř dvojnásobná než hodnota zjištěná pro střední pásmo haly $G = 0,095$. Tato skutečnost vyplývá ze způsobu přívodu vzduchu do stáje a dokazuje předpoklad určité prostorové nerovnoměrnosti teplot u podtlakových větracích systémů.

Při hodnocení těchto souvislostí ve vlhkostním režimu objektů již není tento vliv tak evidentní, což je způsobeno především vyšší prostorovou rovnoměrností vlhkosti, ovlivněním relativní vlhkosti teplotou a hlavně objemovým tokem vyměňovaného vzduchu. To je velmi názorně dokumentováno modelovou rovnicí a statickou linearizovanou rovnicí pro více současných vstupních parametrů, tzv. křížovým efektem, při němž je posuzován vliv několika vstupních parametrů současně při stejné výstupní veličině.

Vliv jednotlivých vstupních faktorů na chování soustavy je třeba pochopitelně posuzovat v relaci vůči poměrným změnám.

$$T_i = f(T_e; \varphi_e; V)$$

Modelová rovnice:

$$\begin{aligned} T_i(t+1) - 1,36 T_i(t) + 0,484 T_i(t) = \\ = \begin{pmatrix} 0,112 T_e(t+1) & - 0,26 \cdot 10^{-2} T_e(t) \\ - 0,079 \varphi_e(t+1) & - 0,9 \cdot 10^{-5} \varphi_e(t) \\ 0,62 \cdot 10^{-2} V(t+1) & + 0,12 \cdot 10^{-5} V(t) \end{pmatrix} + 0,9 \cdot 10^{-2} e(t+2) - \\ - 0,059 e(t+1) + 0,173 e(t) \end{aligned} \quad (11)$$

Statická linearizovaná rovnice:

$$\Delta T_i = 0,268 \Delta T_e + 2,98 \cdot 10^{-2} \Delta \varphi_e - 0,7 \cdot 10^{-4} \Delta V + 16,2 \quad (12)$$

Při ověření kvality stájového ovzduší z hlediska chemického složení nebyla v objektu porodny a dochovny ani při minimálním větrání zjištěna koncentrace kyslíčnicku uhličitého vyšší než přípustných 0,3 %. Snaha udržet požadovanou teplotu v hale výkrmu v zimním období vede k tomu, že se provětrává jen občas, což při vysoké biologické zátěži způsobuje náročné podmínky na udržení kvality vzduchu. Průměrná koncentrace kyslíčnicku uhličitého zde dosahovala 0,238 % a v jedné části haly i mírně překročila dovolenou hranici 0,3 %. Vyšší hodnoty byly zjištěny především ve střední části haly. Průměrná koncentrace kyslíku byla 20,823 %.

ZÁVĚR

Ve stájových objektech pro chov prasat je potřeba zajistit i při vysokých kapacitách vhodné mikroklima pro všechna ustájená zvířata, bez ohledu na prostorové rozmístění ustajovacích sekcí. Podtlakové větrací systémy s přívodem vzduchu větracími otvory ve stěnách a odvodem stropními odsávacími ventilátory vedou v zimním období k prochlá-

zování okrajového pásma. Na tuto skutečnost je třeba brát ohled při zpracování projektu a usměrněním proudění alespoň snížit pronikání primárních proudů vzduchu do zóny pobytu zvířat.

V porodnách a dochovnách je teplota s ohledem na selata udržována vytápěním a místním vyhříváním. Při dostatečném dimenzování topných těles není problém udržovat mikroklima na dobré úrovni.

V halách pro výkrm prasat bez vytápění lze také zajistit vhodné mikroklima i za nejnižších venkovních teplot především vhodnou regulací větracích systémů, správně řešeným rozvodem větracího vzduchu při odpovídajících tepelně technických vlastnostech stavby.

Použité symboly

A, B, C	— vektory koeficientů modelu
a, b, c	— koeficienty modelu
$e(t)$	— sekvence náhodných veličin s normálním rozdělením $N(0, 1)$
n	— řád systému
q	— operátor posunu
T_e	— teplota venkovního vzduchu (K)
T_i	— teplota vnitřního vzduchu (K)
ΔT_e	— změna teploty vnějšího vzduchu (K)
ΔT_i	— změna teploty vnitřního vzduchu (K)
t	— čas (s)
$u(t)$	— vstup systému
V	— objemový tok vzduchu vyměňovaného větráním ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
ΔV	— změna toku vzduchu vyměňovaného větráním ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
$y(t)$	— výstup systému
λ	— směrodatná odchylka náhodného signálu
φ	— relativní vlhkost vzduchu (%)
φ_e	— relativní vlhkost vnějšího vzduchu (%)
φ_i	— relativní vlhkost vnitřního vzduchu (%)
$\Delta \varphi_e$	— změna relativní vlhkosti vnějšího vzduchu (%)
$\Delta \varphi_i$	— změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu (%)

Literatura

ASTRÖM, K. J. — EYKHOFF, P.: System identification — a survey. Pergamon Press, Automatika, 1971, č. 7, s. 123-162.

ČERMÁK, J. aj.: Identifikace dynamiky chemicko-inženýrských systémů. Praha, VŠCHT 1982. 94 s.

KIC, P.: Tvorba mikroklimatu ve stájových objektech. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1985. 71 s.

ON 73 4502. Větrání a vytápění stájových prostorů. 1978.

Došlo dne 8. 1. 1986

КИЦ, П. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Температурные условия в зимний период в свиноводческих объектах. Земед. Techn., 32, 1986 (6) : 365-371.

В статье обобщены результаты длительных измерений, проведенных в родильном помещении, поросятнике и откормочном зале. Их цель состояла в охарактеризовании основных температурных и водных условий микроклимата на свиноферме в зимний период. В то же время приводятся концентрации кислорода и углекислого газа при минимальном проветривании зимой.

микроклимат; температура воздуха; влажность воздуха; динамическая модель; химический состав воздуха

KIC, P. (University of Agriculture, Praha): *Winter Temperatures in Pig-Houses*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6) : 365-371.

The results of long-continued measurements in a farrowing house, piglet finishing house and pig fattening house are presented. The objective was to characterize the basic microclimate conditions (temperature and humidity) in pig-houses in the winter season. The concentrations of oxygen and carbon dioxide at minimum winter ventilation are also indicated.

microclimate; air temperature; air humidity; dynamic model; chemical composition of air

KIC, P. (Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Temperatur in Schweineställen im Winter*. Zeměd. Techn., 32, 1986 (6) : 365-371.

Die vorliegende Arbeit fasst Ergebnisse der langfristigen in Abferkelställen, in Aufzuchtställen und in Masthallen durchgeführten Messungen zusammen. Das Ziel dieser Messungen bestand in der Charakteristik der grundlegenden Wärme- und Feuchtigkeitsbedingungen des Stallmikroklimas im Winter. Gleichzeitig sind die bei nur minimaler Lüftung im Winter bestehenden O₂- und CO₂-Konzentrationen angeführt.

Miniklima; Lufttemperatur; Luftfeuchtigkeit; dynamisches Modell; chemische Luftzusammensetzung

Adresa autora:

Ing. Pavel K i c, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha-Suchbát

AUTOMATIZACE VE VYBRANÝCH OBLASTECH ZEMĚDĚLSKÉ PRVOVÝROBY

Automatizace zemědělství, její prvky a systémy, v současné době postupně pronikají do technologie živočišné i rostlinné výroby. Zemědělská výroba má však ještě další oblasti, v nichž je možné a účelné aplikovat automatizaci. Tyto oblasti většinou zabezpečují činnosti hlavních technologických linek rostlinné a živočišné výroby, eventuálně představují samostatné výrobní procesy. Má-li se tedy — z pohledu automatizace — rovnoměrně zvyšovat technická úroveň celého zemědělského podniku, je nutné řešit problematiku komplexně, řešit vývoj nebo mechanizaci zemědělské techniky s využitím automatizace nejen u hlavních technologií, ale i v ostatních oblastech (Artman, 1982).

V příspěvku jsou uvedeny možnosti uplatnění automatizace v ostatních oblastech zemědělské prvovýroby na konkrétních příkladech. V mnoha případech je již automatizace nejen vyvinuta, ale i sériově vyráběna.

AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKA V OSTATNÍCH OBLASTECH ZEMĚDĚLSTVÍ

Celou popisovanou oblast lze rozdělit do těchto skupin:

- doprava a manipulace,
- speciální rostlinná výroba,
- speciální provozy,
- služby.

Do speciálních provozů patří i údržbářské a opravárenské dílny. Vzhledem k individuálnímu řešení těchto provozů z hlediska jejich poslání, a tím i vybavení příslušnou technikou, není tato problematika do příspěvku zařazena.

DOPRAVA A MANIPULACE

Zemědělské automobily

Ve většině případů se používají upravené běžné nákladní automobily, resp. jejich podvozky. Vzhledem k tomu, že jsou tato vozidla převážně určena pro běžnou dopravu, je i jejich vybavení automatizačními systémy touto skutečností ovlivněno. Vybavení automatizačními systémy bude obdobné jako u traktorů vyšších výkonových tříd (Souček, 1983) a bude doplněno o zařízení specifické pro nákladní automobily a podle požadavků speciálních nástaveb. Budou to zejména systémy zajišťující bezpečný provoz (dálkové ovládání a signalizace), především při jízdě na veřejných komunikacích. Do budoucna se předpokládá i standardní vybavení palubním počítačem jako u traktorů s možností využití i pro zemědělské verze vozidel. Nákladní automobily pro zemědělství je třeba vybavovat vážícím systémem umožňujícím současně i určovat nápravové tlaky a ve speciálních případech kombinovaném s dávkovacím, popřípadě aplikačním zařízením.

Nakladače

Většina nakladačů v různých modifikacích a provedeních v nosné části (motor, podvozek aj.) je řešena obdobně jako traktory. Vybavení prvky automatizace bude tedy téměř shodné s traktory a samojízdnými stroji (Souček, 1983). Přibudou zde prvky pro ovládání a kontrolu pracovních orgánů. U výkonných strojů je možné uplatnit mikropočítačem řízenou činnost, a to zejména při činnosti opákané — robotizace stroje. U kontinuálních nakladačů je třeba automaticky řídit

polohu vynášecí části dopravníku, popř. přísun příjmového ústrojí do záběru. Některé stroje by měly být vybaveny vážícím zařízením, které současně plní funkci indikátoru překročení dovoleného zatížení.

Dopravníky

Téměř ve všech případech jsou dopravníky poháněny elektromotory, a proto napojení automatizačních systémů bude vázáno především na hnací motor jako snímač zatížení a rychlosti. V některých případech bude nutné použít speciální snímače průchodu materiálu, pomocné mechanismy a pohony apod. Řízení dopravníků v linkách bude vždy napojeno na řídicí systém linky; ve větších výrobních komplexech bude napojeno na centrální řídicí jednotku, zpravidla na řídicí počítač. V některých případech budou dopravníky vybaveny kontinuální elektronickou váhou, napojenou na systém řízení linky.

Roboty a manipulátory

Manipulátory a zejména roboty průmyslového typu se dosud v zemědělství nepoužívají. Budou nasazeny v ojedinělých případech na pracovištích, na kterých by byly dostatečně časově využity, při manipulaci s těžkými předměty (sklady apod.), při práci s nebezpečnými materiály (chemikálie apod.) atd. Určité uplatnění lze očekávat u sériových oprav, resp. renovací náhradních dílů např. v rámci STS, při manipulaci s chemikáliemi v agrochemických centrech a v jiných provozech s obdobným charakterem výrobní činnosti. Širšímu uplatnění brání především vysoké pořizovací náklady, potřeba vysoce kvalifikovaných specialistů, drahé přístrojové vybavení a nízké časové využití.

Váhy

V současné době používané čistě mechanické váhy jsou postupně nahrazovány váhami s elektronickým vážícím a vyhodnocovacím systémem. Elektronický systém by měl umožňovat, resp. zabezpečovat:

- digitální výstup dat na displej,
- výstup hodnot na záznamové zařízení (psací stroj, paměťové médium aj.),
- napojení na automatizační identifikátor (vozidlo nebo zvíře),
- ruční vkládání dat z přenosných identifikátorů (žetony, speciální klíče atd.),
- automatickou korekci na nerovnost terénu pro převozní váhy („elektronická nivelace“),
- test vážícího systému,
- automatické nulování.

Do těchto vah lze zahrnout i vážící systémy zabudované v různých dávkovacích zařízeních, které jsou řešeny převážně individuálně výrobcem celého zařízení. Sem patří i vážící systémy umístěné na některých dopravních prostředcích pro zjišťování hmotnosti nakládaného materiálu, popř. jeho rozmístění. U dávkovacích vozů je zařízení řešeno pro nastavení dávek při vyprazdňování.

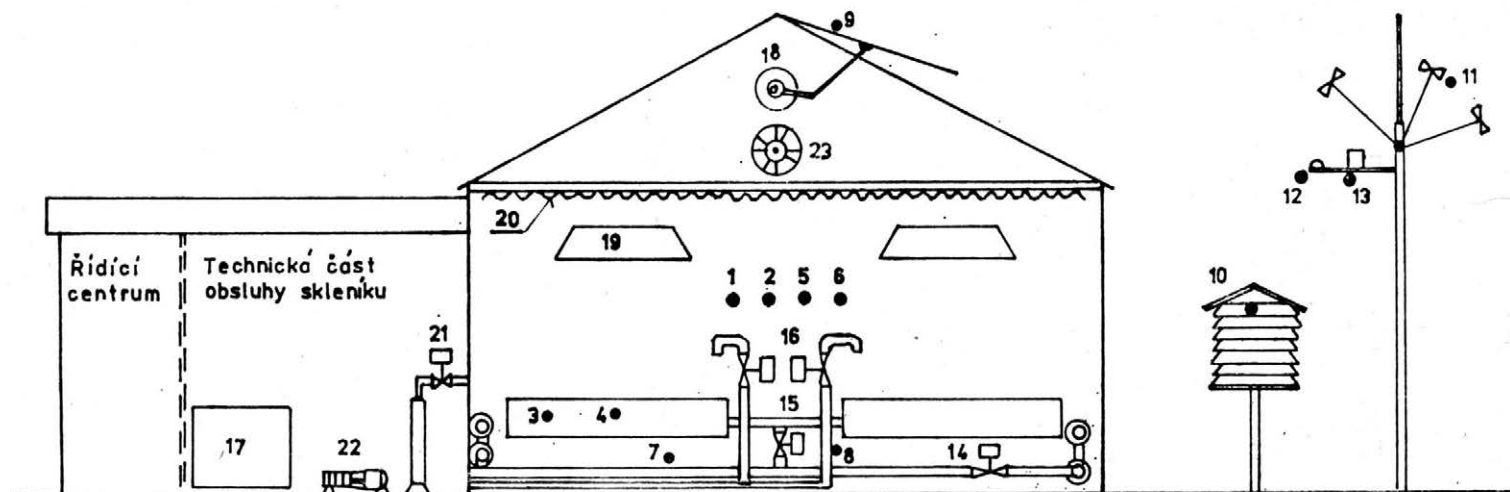
SPECIÁLNÍ ROSTLINNÁ VÝROBA

Do této části zemědělské výroby jsou zahrnuty:

- skleníky,
- sady,
- vinice,
- zeleninové plantáže.

Skleníky

Ekonomický provoz skleníků je podmíněn automatickým řízením provozních parametrů v optimálním režimu. To předpokládá autonomní řídicí systém na bázi počítače s případným přenosem dat (také ručně pomocí klávesnice, popř. terminálu)



Snímače :

- 1 - vlhkost vzduchu
- 2 - teplota vzduchu
- 3 - vlhkost půdy
- 4 - teplota půdy
- 5 - obsah CO_2
- 6 - osvětlení
- 7 - teplota topné vody
- 8 - tlak vody
- 9 - větrání (poloha oken)
- 10 - teplota a vlhkost venkovního vzduchu
- 11 - rychlost a směr větru
- 12 - sluneční záření
- 13 - déšť (začátek, konec)

Řízení :

- 14 - vytápění prostoru skleníku
- 15 - vytápění půdy
- 16 - závlhka
- 17 - míchání (voda, živiny, ...)
- 18 - poloha větracích oken
- 19 - přisvětlování
- 20 - světelná ev. tepelná clona
- 21 - dávkování CO_2
- 22 - čerpadlo na hnojení
- 23 - nucené větrání

Řídicí centrum :

Zobrazovače: světla, displeje (obrazovka)

Ovladače: jednotlivé ev. klávesnice

Výstupy: vyšší systém, tisk

Řídicí počítač

1. Schéma komplexního řízení provozních parametrů ve sklenících s využitím mikropočítače

mezi centrálním počítačem, resp. databankou (Copet a Videau, 1981). Programové vybavení by mělo umožňovat automatizovaný provoz u všech běžných druhů pěstovaných plodin a u ostatních plodin přechod na částečné nebo úplné ruční řízení mikroklimatu v jednotlivých lodích. Funkční schéma řídicího systému je na obr. 1.

Pro optimalizaci pracovního režimu je třeba snímat zejména tyto veličiny:

- teplotu a vlhkost vzduchu,
- obsah kyslíčnicku uhlíčitého ve vzduchu,
- teplotu a vlhkost půdy,
- sluneční svit, osvětlení,
- vývojové stadium rostlin,
- větrání (poloha větracích oken),
- teplotu, popř. vlhkost venkovního vzduchu,
- rychlost a směr větru,
- déšť (začátek — konec).

Řídicím počítačem je třeba ovládat:

- topení (ohřev vzduchu, ohřev půdy),
- větrání (přírozené nebo nucené),
- vlhčení vzduchu, zálivku půdy,
- dodávku živin a kyslíčnicku uhlíčitého,
- míchání (voda, živiny),
- polohu větracích oken,
- světelné, popř. tepelné clony.

U všech řízených prvků by měla být zpětnovazebně sledována jejich činnost. Zpětnovazebné okruhy je nutné napojit na signalizační, event. havarijní okruh s výstupy na panel v místnosti obsluhy skleníku. Mimo veličiny nutné pro optimalizaci chodu skleníku je vhodné dále sledovat:

- tlak a teplotu vody v rozvodech (zavlažování, topení),
- tlak a množství oleje v hydraulickém okruhu ovládání (v případě aplikace hydrauliky),
- množství chemických přípravků v nádržích,
- řízení dodávky nebo akumulace tepla (např. odpadní teplo z kompresorových stanic tranzitních plynovodů apod.),
- činnost přípravy chemických přípravků,
- provozní parametry skleníků (spotřeba energie, spotřeba chemických přípravků, doba činnosti topení, větrání apod.) a jejich předávání do databanky podniku.

Sady, vinice a zeleninové plantáže

Automatizaci je potřebné zabezpečit zejména:

- protimrazovou ochranu,
- ochranu proti škůdcům a chorobám,
- dodávku vody podle vlhkosti půdy a vegetačního období,
- středisko pro přípravu, distribuci a skladování chemických látek.

Ochrana proti mrazům a škůdcům je vázána na místní automatický meteorologický systém řízený počítačem (viz příklad řešení na obr. 4) a meteorologickou službu podniku. Aktivaci vlastní ochrany lze částečně automatizovat a její činnost vázat buď bezprostředně na tento systém, nebo přes centrální systém řízení podniku. Automatický zavlažovací systém, využívající snímačů vlhkosti půdy a údajů meteorologického systému, musí zabezpečit rovnoměrnou nebo i individuální dodávku vody. Všechny potřebné úkony související s činností zařízení musí být plně automatizované a centrálně řízené (počítačem, programovým automatem). Důležité informace je nutné předávat např. přes displej vedoucímu provozu.

Speciální provozy

Podle uplatnění automatizace a elektroniky lze do speciálních zemědělských provozů zařadit:

- třídicí brambor, ovoce a zeleniny,
- sklady (zemědělské produkty, materiály a náhradní díly),
- sušárny,
- výrobu tvarovaných krmiv,
- výrobu bioplynu,
- solární, větrnou a vodní energii,
- vodárny,
- systémy pro využití odpadního tepla,
- dílny,
- přidruženou výrobu,
- systémy vytápění (klimatizace budov).

Třídírny

Automatizované linky podle typu zpracovávané plodiny se skládají z těchto článků:

- příjmový dávkovací zásobník (řízení a regulace průchodnosti),
- elektronické rozdrůžovač (rozdělení brambor od hrud a kamení, rozdělení do tříd podle velikosti),
- poloautomatické (automatické) přebírací stoly,
- balíčkovací, paletovací nebo pytlovací váhy (vážení, balení, resp. pytlování, tištění lístků),
- naskladňovací zařízení s pásovou váhou (automatické řízení polohy dopravníků podle programu a vrstvy brambor; registrace množství).

Za součásti třídíren lze považovat i předklíčovny brambor s řízením mikroklimatu.

Skladba linky je ovlivněna požadovanou výkonností, místními podmínkami a dostupností technických prostředků. Vždy se však bude jednat o komplex strojů, který je nutné centrálně řídit. U plně automatizované třídící linky je účelné uplatnit řízení počítačem s výstupem dat na vhodný zobrazovač. Důležité údaje z chodu linky by měly být předávány do databanky pro další zpracování.

U kapacitně malých třídíren a s malým časovým využitím bude pravděpodobně ekonomicky výhodnější použít jednoduchých regulačních a zabezpečovacích systémů. Automatizační systém musí být na linku napojen:

- vstupy:
 - měření množství naskladněného materiálu,
 - měření rovnoměrnosti pohybu materiálu na dopravnících,
 - identifikátory nežádoucích příměsí, event. vadných produktů,
 - identifikátory pro třídění do jakostních tříd,
 - snímači zatížení, popř. pohybu vybraných pracovních orgánů,
 - vážicí (dávkovací) systém,
 - chod balicího automatu, popř. přítomnost potřebných obalů (palety, pytle),
 - panel ručního řízení linky;
- výstupy:
 - zapínání (vypínání) pohonů (nejčastěji elektrických a hydromotorů),
 - informační panel pro případnou možnost ručního zásahu do chodu linky,
 - řízení vážicího, popř. balicího automatu,
 - řízení třídících elementů a odstraňovačů nežádoucích příměsí,
 - řízení rovnoměrnosti vyprazdňování naskladňovacího zařízení,

U poloautomatických třídících linek, u nichž jsou přímo do vlastní linky nebo i do vlastní třídění zařazeni pracovníci, bude nutné automatizační systém doplnit bezpečnostním systémem proti úrazu a umožnit místní zastavení části linky kterým-koli pracovníkem.

Sklady

a) Sklady zemědělských produktů (brambory, obiloviny, silážovaná objemová krmiva, ovoce, suchá krmiva ap.) by měly být vybaveny z hlediska automatizace a podle typu a velikosti skladovaného materiálu:

- automaticky řízeným klimatem (větrání, topení, chlazení s průběžnou registrací teploty prostředí a materiálu),

- protipožární ochranou napojenou na dispečerské pracoviště a pokud možno na vlastní nebo cizí požární sbor,
- strojním zpracováním pohybu materiálu s přenosem údajů do podnikového počítače,
- automatickým nebo častěji poloautomatickým naskladňovacím zařízením (pro sypké a volně ložené materiály) vybaveným kontinuální elektronickou váhou s výstupem dat,
- vyskladňovacím zařízením s kontinuální pásovou váhou s výstupem dat, snímači pohybu materiálu a množstvím, řízení výkonnosti (věžové sklady — siláž, senáž, objemová krmiva).

Každý sklad vybavený automatizací by měl mít zvláštní místnost, v níž by bylo soustředěno centrum řízení chodu celého areálu (centrální řídicí jednotka, informační a ovládací panel atd.). U menších skladů je vhodné umístit řídicí jednotku a důležitou část informačního a ovládacího panelu přímo u skladu. Je nutné umožnit přístup do jednotky pouze osobám k tomu určeným a současně technicky zajistit přenos informací na podnikový počítač.

b) Sklady technických materiálů a náhradních dílů v zemědělském provozu bude vhodné vybavit strojovou evidencí pohybu materiálu s vazbou na centrální systém evidence (pomocí přenosného paměťového média nebo terminálu). U velkých skladů je toto vybavení podmínkou řádného provozu. Vybavení všech skladů musí odpovídat platným předpisům a normám protipožární ochrany.

Sušárny

V současné době používané sušárny většinou nemají plně automatizovaný provoz. S ohledem na další vývoj bude proto pro řízení sušárny nutné využít výpočetní techniky (řídicí mikropočítače). Řídicí pracoviště sušárny by mělo být navíc vybaveno kromě telefonu i radiostanicí pro spojení s dispečerským pracovištěm a s dopravními prostředky dopravujícími materiál do sušárny a ze sušárny. Obecně by měly být sušárny vybaveny automatickým protipožárním systémem s hlásiči (kromě velína sušárny) umístěnými na dispečerském pracovišti, u velkých objektů pokud možno přímo na stanici veřejného požárního útvaru.

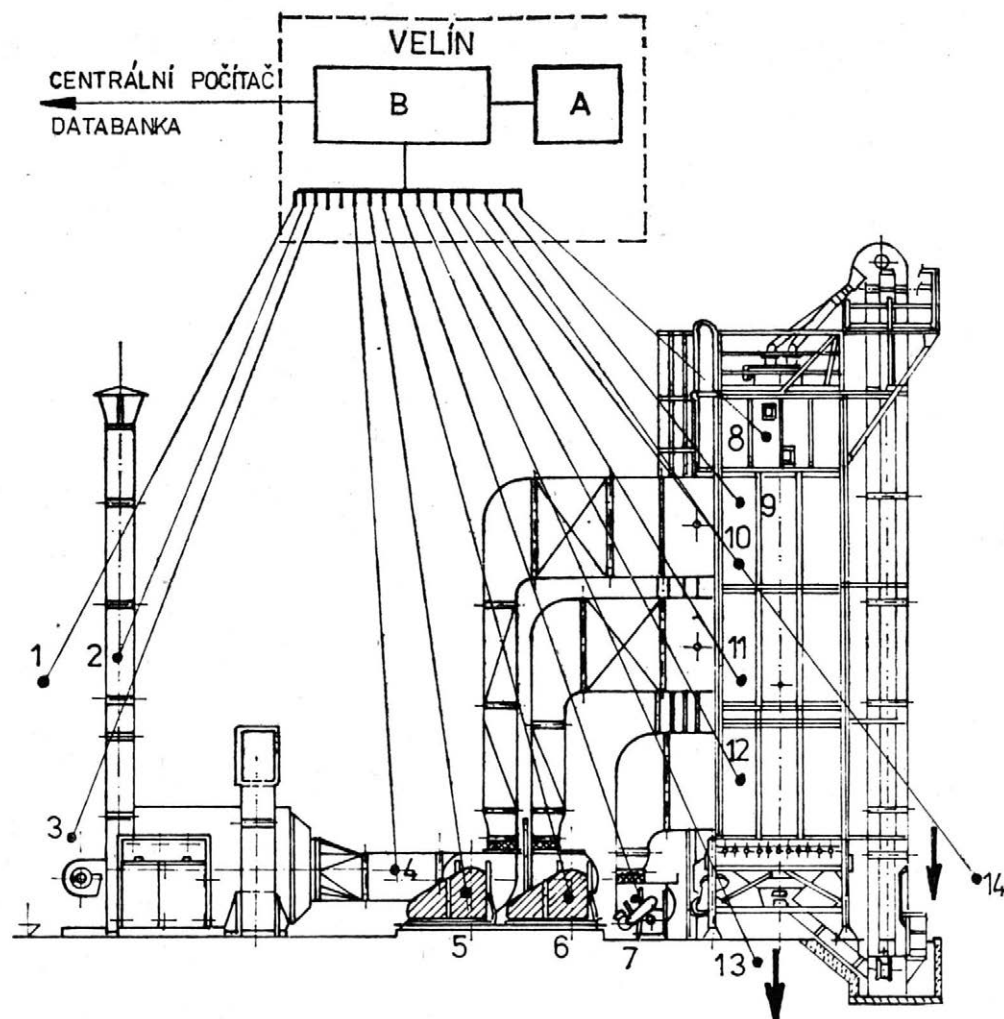
Automatizační technikou, včetně řídicího počítače pro řízení a sledování činnosti chodu sušárny, je třeba zabezpečit:

- automatickou činnost naskladňovacího zařízení, tj. řízení výkonnosti podle množství a stavu (vlhkosti) přijímaného materiálu, podle pracovního odporu příjmového ústrojí a podle průchodnosti sušícího zařízení,
- automatické vážení přijímaného a vyskladňovaného materiálu elektronickou kontinuální váhou,
- průběžné měření vlhkosti zpracovávaného materiálu, měření před sušením i po něm,
- řízení výkonnosti sušícího agregátu v závislosti na množství a stavu (vlhkosti) sušeného materiálu,
- řízení množství sušícího vzduchu podle vlhkosti materiálu nebo podle výstupní vlhkosti vzduchu,
- měření teplot (sušící prostor, okolí, sušený materiál),
- měření vlhkosti sušícího vzduchu (vstup, výstup),
- měření tlaků (hydraulický systém, palivo).

Příklad možného řešení řízení sušárny zrnin je na obr. 2.

Výroba tvarovaných krmiv

V našich zemědělských podnicích nejsou provozy na výrobu tvarovaných krmiv plně automatizované. Pro plně automatické provozy je nutné použít výpočetní techniku ve funkci řídicí a kontrolní. Tento automatizační systém je účelné napojit na podnikový počítač pro účely evidence a řízení navazujících linek. Řídicí pracoviště výroby tvarovaných krmiv by mělo být vybaveno řídicím počítačem, tiskárnou, obrazovkovým terminálem, klávesnicí, panelem linky se signálními světly, radiostanicí nebo telefonem pro spojení především s dispečerským pracovištěm. Celý systém řízení je nutné řešit i pro nouzový, popř. ruční provoz. Příklad řešení výroby tvarovaných krmiv je na obr. 3.



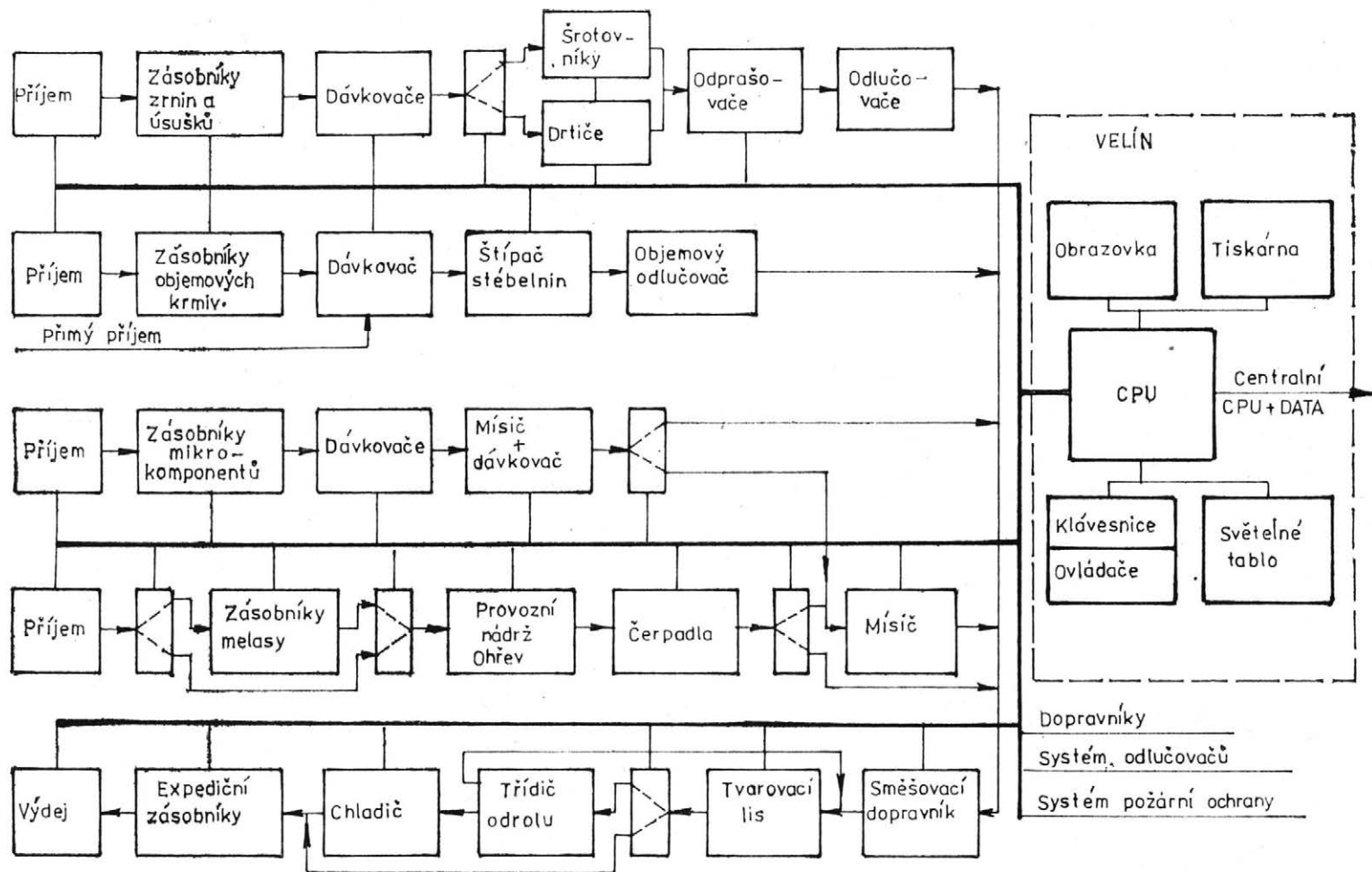
2. Schéma řízení sušárny zrnin

- 1 — olejové hospodářství (kontrola zásoby paliva, ovládání čerpadel a ventilů)
- 2 — měření teploty spalin
- 3 — řízení činnosti hořáku
- 4 — měření teploty sušícího vzduchu
- 5, 6, 7 — ovládání a kontrola chodu ventilátorů
- 8 — měření množství (výšky) zrna
- 9, 10, 11, 12 — měření vlhkosti a teploty
- 13 — řízení vyskladňování (vypouštění, vážení, doprava)
- 14 — řízení příjmu
- A — informační a ovládací panel
- B — ústřední řídicí člen (mikropočítač)

Automatický provoz využívající výpočetní techniku pro řízení a sledování činnosti linky musí především zabezpečit:

- automatické řízení příjmu materiálu včetně vážení, měření vlhkosti a řízení plnění jednotlivých zásobníků podle jejich okamžitého obsahu,
- řízení dávkovačů podle vložených receptur,
- řízení činnosti navazujících strojů (šrotovníků, drtičů, štípačů, mísičů, lisů, dopravníků aj.),

3. Blokové schéma výroby tvarovaných krmiv řízené počítačem



- řízení plnění a odběru z expedičních zásobníků,
- kontrolu činnosti odlučovačů,
- funkci systému protipožární ochrany napojenou na řídicí systém, na dispečerské pracoviště, popř. na veřejný protipožární útvar,
- měření teplot (ohřev melasy, teplota tvarovaného krmiva při výstupu z lisu, teplota v zásobnících, teplota vybraných pracovních orgánů),
- kontrolu funkce důležitých pracovních uzlů linky.

Výroba bioplynu

Mají-li zařízení na výrobu bioplynu pracovat efektivně a provozně bezpečně (výbušné prostředí), musí být vybavena příslušnou automatikou, pokud možno na bázi počítače, zabezpečující zejména:

- kontrolu teplot,
- kontrolu tlaků,
- řízení zařízení pro plnění zásobníků plynem,
- řízení plnění a vyprazdňování vyvíječů,
- řízení chemických analyzátorů,
- řízení dodávky přídatných chemických komponentů,
- přenos důležitých dat na dispečerské pracoviště a podnikový počítač.

Alternativní zdroje energie (solární větrná a vodní energie)

Řízení provozu těchto zdrojů energie v zemědělství předpokládá plně automatizovaný systém. Solární články přeměňují sluneční energii na teplo (ohřev vody nebo vzduchu) nebo na elektrickou energii. Větrné měniče jsou řešeny jako „větrné elektrárny“. Automatika u těchto dvou typů měničů musí zabezpečit:

- řízení aktivních částí měniče do optimální polohy (poloha, směr),
- řízení akumulace energie,
- řízení dodávky energie ke spotřebičům,
- kontrolu důležitých uzlů systému.

Využití vodní energie zemědělského podniku se předpokládá ve formě „malé vodní elektrárny“. Vzhledem k tomu, že na toto zařízení se vztahuje mnoho předpisů a předpokládá se bezobslužný provoz, je automatický řídicí a kontrolní systém podmínkou. Činnost všech měničů by měla být signalizována tak, aby bylo možné zasáhnout do chodu u hlavního energetika a na dispečerském pracovišti a aby důležité parametry z provozu byly automaticky evidovány.

Vodárny

Vodárny pro potřebu zemědělského podniku se budují jako plně automatické, bezobslužné. Činnost, resp. poruchy by měly být signalizovány na dispečerském pracovišti a u hlavního energetika.

Systémy pro využití odpadního tepla

Odpadního tepla vznikajícího v zemědělském provozu se využívá zpětně převážně pro ohřev užitkové vody nebo pro vytápění. Zařízení pro využití odpadního tepla musí pracovat automaticky a řídicí systém by měl být napojitelný na vyšší systém řízení, zejména na systém řízení klimatu. Zde je možné uplatnit klasické regulátory, popř. i mikropočítače.

Systém vytápění (klimatizace) budov

Celý systém vytápění budov je účelné vybavit zařízením zajišťujícím optimální provoz a podle možností i individuální podmínky (teplota, vlhkost, větrání) v jednotlivých místech objektů. Řídicí systém by měl:

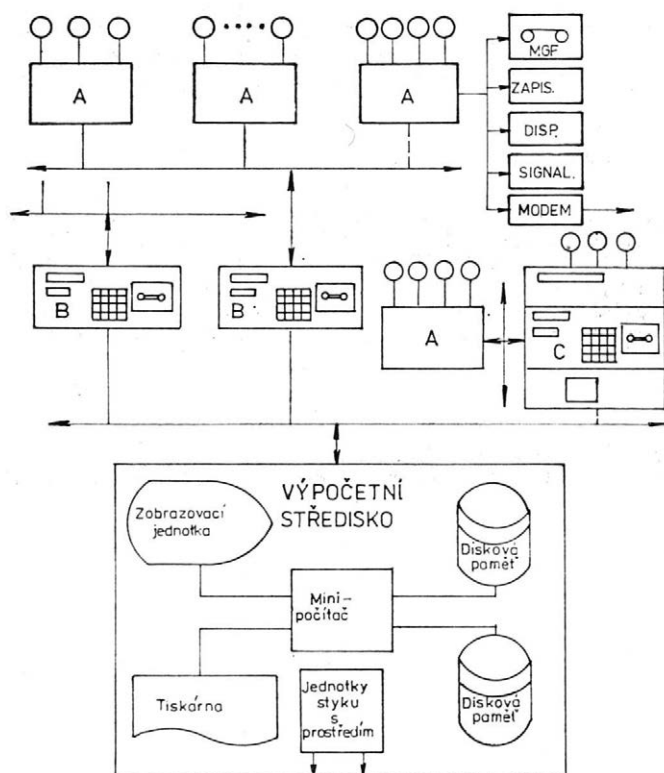
- a) měřit: — vnější teplotu,
 — vnitřní teplotu,
 — vlhkost vzduchu,

- procento škodlivých látek (zejména v prostorách se škodlivými výpary),
- čas řízení systému (podle času a programu);
- b) řídit: — výkonnost jednotlivých (skupiny) topidel,
- činnost centrálního zdroje tepla,
- zapínání větrání,
- chod možných náhradních zdrojů tepla,
- klimatizační jednotky.

Služby

Z hlediska uplatnění automatizace patří do služeb podniku především složky zabezpečující pro podnik důležité práce. Jsou to zejména:

- agrochemická laboratoř vybavená přístrojovou technikou, především pro:
 - rozборы půd (chemické i fyzikální),
 - rozборы zemědělských materiálů z rostlinné a živočišné výroby,
 - měření vlhkosti (půda, plodiny);



4. Schéma univerzálního stavebního systému pro sběr a zpracování dat pro meteorologii, klimatizaci, ochranu rostlin apod.

- A — satelitní stanice řízené mikropočítačem pro měření a předzpracování dat
- B — centrální stanice řízené mikropočítačem pro sběr, zpracování, záznam, popř. další přenos informací podle zvoleného programu
- C — doplnění stanice B (B + hodiny + vstupy) umožňující i přímé napojení snímačů a kompletní zpracování informací v závislosti na čase
- snímače: — teplota a vlhkost (vzduch, půda, plodiny)
- rychlost a směr větru
- dešťové srážky (množství, začátek, konec)
- sluneční energie a světlo
- další podle programu

- meteorologická služba vybavená zejména:
 - automatickým meteorologickým systémem; na obr. 4 je příklad řešení systému vhodného pro zemědělství,
 - automatickým zařízením pro sledování stavu porostů (teploty, srážky, vlhkost, výskyt nemocí aj.),
 - systémem pro příjem vysílaných meteorologických zpráv.

Služby předávají zjištěné výsledky (výstupy) příslušným odpovědným pracovníkům, popř. databanky.

ZÁVĚR

Automatizace v zemědělství představuje důležitý faktor při zvyšování celkové efektivity zemědělské výroby, technické úrovně a v neposlední řadě i humanizace zemědělských prací. Týká se to celého zemědělství, tedy i tzv. ostatních oblastí. Vzhledem ke značné rozmanitosti zemědělské výroby, a tedy i techniky, vývoji nových zařízení atd., byly do příspěvku zahrnuty typické příklady aplikací automatizačních systémů, které byly pouze stručně popsány.

Je zřejmé, že možnosti automatizace zemědělství, zejména na bázi elektroniky, jsou daleko větší. Při vývoji každého zařízení je však vždy nutné pamatovat na skutečný zemědělský provoz, tj. zejména na negativní vlivy působící na zařízení, na celkový přínos zařízení (technický, ekonomický), záležitosti provozní, servisní atd.

Literatura

- ARTMAN, R.: Zum Einsatz von Elektronik und Mikrocomputer in der landwirtschaftlichen Produktionstechnik. Landtechn. Lehre, 1982, č. 9.
 COPET, B. — VIDEAU, J. K.: Digital control system for greenhouses. Acta hort., I, 1981, s. 115.
 SOUČEK, J.: Perspektivy vybavení mobilní zemědělské techniky některými prvky automatizační techniky. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 8, s. 505-512.

Došlo dne 8. 1. 1986

*Ing. Jan Souček, CSc.
 Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy*

ŽIVOTNÍ JUBILEA

ŽIVOTNÍ JUBILEUM prof. ing. FRANTIŠKA KOROUSE

Dne 29. 7. 1986 se v obdivuhodné duševní i tělesné svěžesti dožívá krásného životního jubilea 80 let jeden ze zakladatelů mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze prof. ing. František Korous. Jako učitel na ní působí od roku 1952, nejprve jako odborný asistent, pak docent a profesor; 21 let byl vedoucím jedné z profilujících kateder, byl proděkanem i děkanem fakulty a ještě v současné době pracuje jako profesor-konzultant.

Prof. ing. František Korous se narodil v roce 1906 v dělnické rodině. Jeho mládí nebylo lehké. Otec, pomocný dělník, byl často bez zaměstnání a když v roce 1915 v první světové válce padl, zůstala matka — válečná vdova — se dvěma malými dětmi téměř bez prostředků. Proto prožil náš dnešní jubilant i se svým bratrem téměř celou válku u příbuzných na venkově, kde si v tehdejších poměrech i jako nezletilé dítě musel vydělávat tvrdou prací na obživu. Snad to bylo právě toto první období života — bída, tvrdá práce a do značné míry i odpírání možnosti vzdělání, protože i základní školu navštěvoval jen v zimě — které formovalo jeho základní lidské, charakterové i morální vlastnosti: houževnatost, píli, skromnost, vyhraněné sociální i politické citění a především velkou touhu po vzdělání. Nikdy k němu neměl snadný přístup. Tři nezbytné třídy tehdejší měšťanské školy, které byly podmínkou pro další studium, absolvoval v průběhu učební doby, kdy se učil kovářem; ukončil s výborným prospěchem pokračovací učňovskou školu, při zaměstnání vystudoval vyšší průmyslovou školu a později i strojní fakultu ČVUT, kde mu však studium přerušila druhá světová válka, takže diplom strojního inženýra získal až v roce 1947.

Po vyučení kovářem v Českomoravské továrně v letech 1920 až 1923 pracoval do roku 1926 jako opravář v Českomoravské-Kolben, Auto-Praga. Absolvování vyšší průmyslové školy v roce 1928 mu pak otevřelo cestu k zaměstnání v několika tehdy renomovaných závodech — ČKD Praha, Zbrojovka-Janeček v Nuslích, Kameníček a spol. v Hostivě, Škoda Plzeň — závod Smíchov, Zbrojovka Brno — závod Praha 9 a Čs. závody těžkého strojírenství Praha. Pracoval v nich jako konstruktér, vedoucí konstrukce, výpočtář, technický vedoucí a výzkumný pracovník. Po jednoletém působení jako středoškolský profesor na Střední průmyslové škole v Praze v Betlémské ulici přišel v roce 1952 na mechanizační fakultu VŠZ Praha, kde tedy působí 34 let.

Stroje, jejich konstrukce, technologie výroby i jejich provoz se staly pro prof. KoroUSE nejen předmětem jeho povolání, ale práce v tomto směru se pro něj stala i velkou zálibou. Mechanizační fakulta i tehdejší katedra technologie a organizace oprav (nyní katedra provozní spolehlivosti strojů) měly to štěstí, že o práci na tomto významném úseku mechanizace zemědělství se zajímal právě soudruh Korous — zánícený technik, odborník prošlý praxí na všech jejích úrovních, se vztahem k technickému myšlení, ale i člověk lidsky a politicky zkušený, bez předsudků, se schopností předvídat. Patří právě k jeho zásluhám, že ačkoliv sám původně konstruktér a výrobní technolog, dokázal na mechanizační fakultě prosazovat pojetí, kterému se dnes už dostává všeobecného uznání: pro provozního inženýra začíná jeho vlastní odborná pracovní náplň převzetím hotového stroje od výrobců, jeho posláním je stroje racionálně využívat, sledovat změny jejich parametrů a efektivně je udržovat, opravovat a obnovovat a zpětně informovat výrobce o jejich vlastnostech. Nauku o stavbě strojů nijak nepodceňoval — věděl, že „každý solidní dům musí mít pevné a solidní základy“; bojoval jen proti tomu, když porozumění funkci i principům konstrukce a technologie výroby stroje bylo pokládáno za postačující a konečnou úroveň poznání pro provozního inženýra. Proto také byl u samých začátků, když se obsah jeho vlastního odborného předmětu rozšiřoval a když měnil své pojetí z původní speciální technologické disciplíny na pojetí obsahově mnohem širší, v němž významnou roli má uplatnění teorie spolehlivosti pro stanovení procesů stárnutí strojů, technická diagnostika i nové metody aplikované na řešení organizačních a řídicích problémů v podnicích a v celém odvětví.

Vlastní vědecká a výzkumná činnost prof. Korouse na fakultě začala řešením koncepčních problémů stanovení výhledového výrobního úkolu v generálních opravách traktorů a stanovení podkladů pro optimální síť opraven. Významná byla jeho činnost při určování mezního opotřebení součástí a při řešení základních otázek prognózy technického stavu strojů. Patřil k prvním pracovníkům, kteří se snažili na techniku v zemědělství aplikovat poznatky moderní teorie spolehlivosti. Významná byla jeho publikační činnost v oblasti pedagogické literatury: byl autorem či spoluautorem mnoha skript a vedoucím autorem první celostátní vysokoškolské učebnice z předmětu Technologie a organizace oprav strojů v zemědělství.

Rozsáhlé byly jeho kontakty se širokou odbornou veřejností a s praxí. V době, kdy v rámci ČSAZV vedl odbornou komisi ze svého oboru, se tato komise stala uznávaným a vyhledávaným centrem i pro odborníky z jiných odvětví, v jejím rámci docházelo k výměně zkušeností i k hledání nových řešení v oblasti spolehlivosti a provozní péče o stroje. Byl vyhledávaným konzultantem pro praxi, mnoho let byl aktivním spolupracovníkem vedení Strojné traktorových stanic a Opraven zemědělských strojů, byl předsedou a dlouholetým členem komise pro obhajoby kandidátských disertačních prací, členem komisí pro státní závěrečné zkoušky na vysokých školách zemědělských v Praze, Brně i Nitře aj.

Za svoji rozsáhlou odbornou i politickou činnost byl profesor Korous mnohokrát odměněn a vyznamenán. Je např. nositelem čestné stříbrné plakety ČAZ z roku 1971, zlaté medaile VŠZ Praha 1972, vyznamenání „Vynikající pracovník MZVŽ“ 1972, titulu zasloužilý pracovník VHJ STS a OZS Praha, Pamětní medaile ÚV KSČ a ÚV Národní fronty k 30. výročí osvobození a mnoha dalších. Jedno z udělených vyznamenání pak jeho celoživotní práci oceňuje nejvýstižněji — v roce 1977 byl jmenován Zasloužilým učitelem. Učitelská práce, výchova mladé generace mechanizátorů, to byla činnost, která mu především naplňovala smysl života a přinášela mu radost a uspokojení. Celé generace absolventů mechanizační fakulty na něj s úctou a uznáním vzpomínají, vzpomínají na jeho odborné kvality, pedagogickou zanácnost, ale i na jeho vyhraněné, nikdy neskrývané komunistické přesvědčení.

V čase, kdy si připomínáme jeho krásné životní jubileum, bychom chtěli profesorovi Korousovi poděkovat především za jeho celoživotní práci. Poděkovat za všechno, co udělal pro mechanizační fakultu, pro svůj obor i pro celou oblast mechanizace zemědělství a popřát mu do dalších let především hodně zdraví a spokojenosti.

Prof. ing. Vladimír Suchý, CSc.

OBSAH

Vrba V.: Prevzdušňovanie zrnovín v obilnom sile 21 000 t	321
Maleř J.: Energetická náročnost úpravy slámy neseným drtičem na sklízecí mlátiče	331
Novotný F.: Provozní spolehlivost sklízecích mlátiček používaných v československém zemědělství	345
Zeman S., Ducho P., Pršan J.: Dávkovanie tvarovaných a sypkých krmív s meniteľným objemom komory dávkovača	355
Kic P.: Teplotní podmínky v zimním období v objektech pro chov prasat	365

AKTUALITY

Souček J.: Automatizace ve vybraných oblastech zemědělské prvovýroby	372
--	-----

ŽIVOTNÍ JUBILEA

Suchý V.: Životní jubileum prof. ing. Františka Korouse	383
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Врба В.: Оценка аэрации зернохранилища на 21 000 т	330
Малерж Й.: Энергоемкость обработки соломы с помощью прицепного соломоизмельчителя на комбайне	344
Новотны Ф.: Эксплуатационная надежность уборочных комбайнов в чехословацком сельском хозяйстве	353
Земан С., Духо П., Пршан Я.: Дозирование брикетированных и сыпучих кормов с регулируемым объемом бункера дозатора	364
Киц П.: Температурные условия в зимний период в свиноводческих объектах	370

CONTENTS

Vrba V.: Evaluation of the Aeration of Grain Silo for 21 000 t	330
Maleř J.: The Power Demand for Straw Crushing by a Shredder Mounted on the Harvester-Thresher	344
Novotný F.: The Reliability of Harvester-Threshers Used on Czechoslovak Farms	353
Zeman S., Ducho P., Pršan J.: Metering of Pelleted and Loose Feeds by a Metering Device with an Adjustable Volume of Hopper	364
Kic P.: Winter Temperatures in Pig-Houses	371

INHALT

Vrba V.: Auswertung der Durchlüftung des Getreidesilos für 21 000 t	330
Maleř J.: Energiebedarf der Strohaufbereitung mit Hilfe eines auf dem Mähdrescher angebrachten Strohreissers (E)	344
Novotný F.: Betriebssicherheit der Mähdrescher in der tschechoslowakischen Landwirtschaft	353
Zeman S., Ducho P., Pršan J.: Dosierung briketierter und schütterter Futtermittel durch stellbares Volumen der Futterdosiererkammer (E)	364
Kic P.: Temperatur in Schweineställen im Winter	371

Rukopisy odevzdány k tisku 27. 2. 1986 — Podepsáno k tisku 30. 4. 1986

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