

# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

3

ROČNÍK 17 (XLIV)

PRAHA

BŘEZEN 1971

CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

Rídí vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíková s redakční radou

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1971

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. Vychází měsíčně. Redakce: Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—

Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция 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 Institute of Scientific and Technical Information. Issued monthly. Editorial office Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auch dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion Prag 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de technique agricole. Publié par l'Institut des renseignements scientifiques et techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction Prague 2, Slezská 7.

633.1:631.565 633.1:631.563

Obilniny patří k základním produktům zabezpečujícím výživu lidí i hospodářských zvířat. Tomuto významu odpovídá i zastoupení osevních ploch v celkové výměře orné půdy, kde jejich podíl tvoří více než polovinu. Celková sklizeň obilnin má v ČSSR, zvláště po roce 1965, vzestupnou tendenci. Tak se dosáhlo v roce 1968 celkové sklizně obilnin ve výši 6 916 040 t zrna (Statistická ročenka 1961—68). Tohoto ukazatele bylo dosaženo zintenzívněním zemědělské výroby, zvláště nárůstem hektarových výnosů.

Souběžně se stále zdokonaluje technologie i samotné stroje pro sklizeň. S nástupem sklízecích mlátiček se výmlat přesouval na pole, a tím vznikla potřeba zajistit dopravu zrna přímo od sklízecích mlátiček k dalšímu ošetřování. Vývoj sklízecích mlátiček od typů S-6 přes ŽM-330, ŽMV, SK-3, SK-4 dospěl k typu E-512 z NDR, který představuje moderní a výkonný stroj, řadící se v době svého zavedení ke světové úrovni. Nasazení tohoto stroje, popřípadě i skupinové, přináší nové, kvalitativně vyšší požadavky na zabezpečení odvozu zrna.

Stroje E-512 se u nás objevily poprvé v roce 1968 a plně prokázaly své zlepšené parametry v plošné výkonnosti, čistotě zrna a zmenšení sklizňových ztrát. U těchto sklízecích mlátiček lze již kalkulovat s jistou rezervou výkonnosti, což umožňuje nasazovat je v optimálních podmínkách povětrnostních a při optimální zralosti zrna. Tím je možné odstranit i tzv. „podtrhávání“ zralosti obilí.

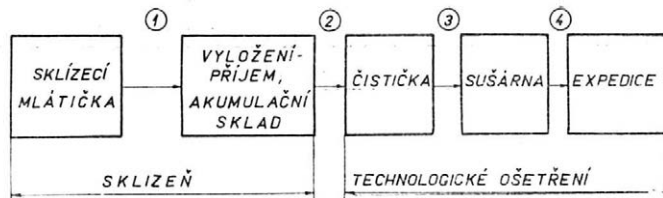
Vývoj těchto sklizeň ovšem neustrne na současné úrovni. Dosavadní světový vývoj nás opravňuje k předpokladu, že průchodnost sklízecích mlátiček se z dnešních 5 až 6 kg s<sup>-1</sup> přiblíží v období 1975—1980 až k hodnotě 10 kg s<sup>-1</sup>.

Vzestupný trend výkonnosti si však bohužel nezachovává následné zařízení pro zpracování sklizeného zrna. Naopak, tento další článek můžeme považovat u nás za stagnující.

## 1. OBECNÉ VZTAHY PŘI SKLIZNI VČETNĚ NÁSLEDNÉ MANIPULACE

Sklizeň obilnin chápeme nedílně a v jednom komplexu jako vlastní nasazení sklízecí mlátičky (jednotlivé nebo skupinové) a odvoz zrna včetně vyložení na první skládce.

Sklízecí mlátičku, jako výchozí článek materiálového toku zrna, považujeme z hlediska následné dopravy za nakladač s přerušovanou nakládkou (K o s k u - b a 1965). Je rozhodujícím článkem pro celou následnou linku, zejména z hlediska jejího řešení a výkonnostní vazby (obr. 1).



1. Schéma sklizňové linky a následné manipulace

Z hlediska dopravy nás zajímá doprava od sklízecí mlátičky (mlátiček) na místo vyložení. Dopravní vazba 1 je řešena kolovými dopravními prostředky, vazba 2 může být jednak kolovými dopravními prostředky — je-li technologické ošetření (zpracování) mimo akumulaci, jednak stabilními dopravníky různého druhu nebo shrnovacími radlicemi — je-li akumulaci součástí další technologické linky. Vazba 3 a 4 je technologickou manipulací.

Za ideálních podmínek by měla být ve stejném časovém úseku všude stejná intenzita toku materiálu; bez meziskladů (akumulačního skladu) je tedy rovnováha výkonnosti v lince podle výkonnosti uzlového stroje (sklízecí mlátičky) dána vztahem:

$$W_1 \leq W_2 \leq W_3 \leq W_4 \quad (t \cdot h^{-1}) \quad (1)$$

Vytvořením vhodných meziskladů se lze vyhnout rozdílné výkonnosti jednotlivých částí linky, která je v provozu běžná. Pojem meziskladu (akumulačního skladu) zde myslíme odlehčovací plochu nebo prostor pro dovezené zrno od sklízecí mlátičky — zásobník čističky atd.

U takto uspořádané linky se výhodně ruší pevná vazba mezi jednotlivými uzly, takže může pracovat i při poruše některého stroje linky, ale především se lépe vyrovnává s různými obvyklými nepravidelnostmi v materiálovém toku zrna z pole. Hlavní příčinou zařazení tohoto meziskladu je ovšem nesoulad mezi vzestupnou výkonností sklizečů a stagnující výkonností linek pro posklizňovou úpravu, která je navíc konzervována dlouhou životností zařízení a zejména pak staveb.

Komplikovanou otázkou zůstává stanovení optimální velikosti tohoto meziskladu pro množství vlivů působících na jeho velikost, jako např. tempo sklizně s ohledem na klima, stupeň zralosti porostu, souběžnost zralosti různých druhů obilovin apod.

Orientačně lze stanovit velikost akumulaci, přijmeme-li tento předpoklad:

— denní produkce zrna od sklízecích mlátiček v obvodu skladu pracujících musí být v prodloužené směně zpracována posklizňovou linkou. Potom platí

$$n_{SK} \cdot W_{SK1} \cdot t_1 = W_p \cdot t_2 \quad (t) \quad (2)$$

Během dne při plném tempu sklizně je však třeba dosáhnout toho, aby se veškeré sklizené zrno přijalo ve stejném čase, v jakém trvá práce sklízecích mlátiček, tj. v čase  $t_1$ . Rovnováhy v obou na sebe navazujících uzlech — sklizni a posklizňové úpravě — lze dosáhnout zavedením doplňkové kapacity  $Q_A$ . Rovnice pak bude mít tvar:

$$n_{SK} \cdot W_{SK1} \cdot t_1 = W_p \cdot t_1 + Q_A \quad (t) \quad (3)$$

Z tohoto vztahu je kapacita akumulaci rovná

$$Q_A = t_1(n_{SK} \cdot W_{SK1} - W_p) \quad (t) \quad (4)$$

Takto vypočtená kapacita odpovídá situaci při platnosti výše uvedeného předpokladu. Pokud tomu tak není, což je spíše častější případ, je nutno kalkulovat se zbytky nezpracovaného zrna z předcházejících dnů, jež se budou na skladě kumulovat. Průběh této

kumulace lze předem těžko přesně určit, neboť zde sehrají rozhodující roli faktory tempa sklízni, vlivu počasí, sklizňové vlhkosti zrna a jiné. Jednoho konkrétního případu si všimneme dále.

## 2. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ

Pro stanovení dimenze dopravní linky je třeba vycházet z parametrů nakládky, které byly stanoveny na základě časových snímků práce sklízecích mlátiček jednotlivě i skupinově nasazených.

Celý proces práce sklízecích mlátiček a dopravních prostředků můžeme interpretovat pojmy teorie hromadné obsluhy jako proces obsluhy, v němž zdrojem požadavků na obsluhu jsou naplněné zásobníky sklízecích mlátiček. Uzlem obsluhy je skupina dopravních prostředků zajišťujících odvoz, přičemž jednotlivé dopravní prostředky jsou kanály obsluhy. Současně přijímáme požadavek, aby fronta požadavků na obsluhu byla pokud možno nulová, tj. aby sklízecí mlátičky s plnými zásobníky nemusely čekat na obsluhu některým kanálem obsluhy z titulu jejich nedostatku.

Časový interval mezi naplněním po sobě následujících zásobníků, resp. začátky jejich vyprazdňování u různých sklízecích mlátiček nazýváme intervalem mezi vznikly požadavků na obsluhu ( $x_j$ ). Počet stejně dlouhých intervalů nazýváme četností ( $f_j$ ).

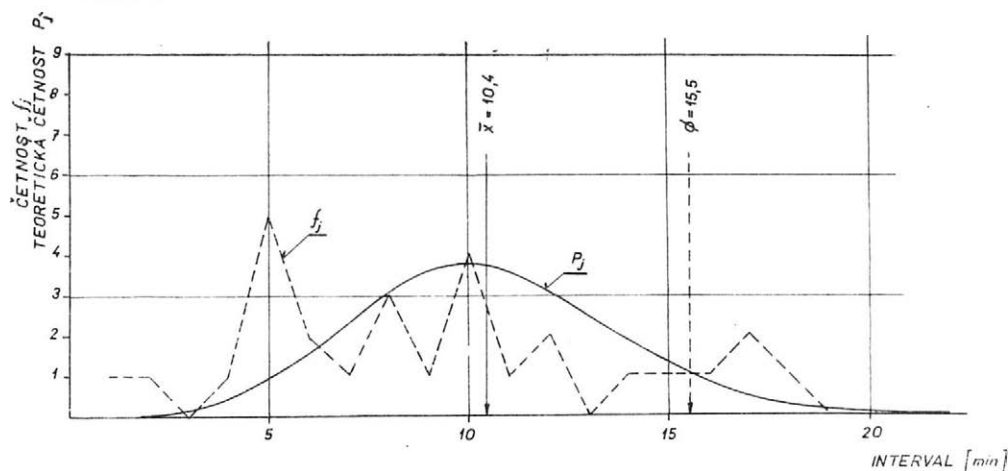
Spojením bodů četností v jednotlivých intervalech vznikne graf četností intervalů mezi vznikly požadavků na obsluhu. Statistickým zpracováním výchozích hodnot se vypočte výběrový průměr ( $\bar{x}$ ) z jednotlivých zjištěných intervalů. Podle Kubáta (1967) lze vypočítat na základě vztahu

$$P_j = n_f \cdot p_j \quad (5)$$

teoretickou četnost ( $P_j$ ) v jednotlivých intervalech, které pak spojením dají grafický průběh teoretických četností. Příslušné tabulkové hodnoty pravděpodobností uvádí Janko (1958).

Počet požadavků sklízecích mlátiček na obsluhu za jednotku času nazýváme intenzitou vstupu do uzlu obsluhy ( $\lambda$ ).

Na obr. 2 je podle uvedených zásad vyhodnocena společná práce sklízecích mlátiček E-512 a SK-4.

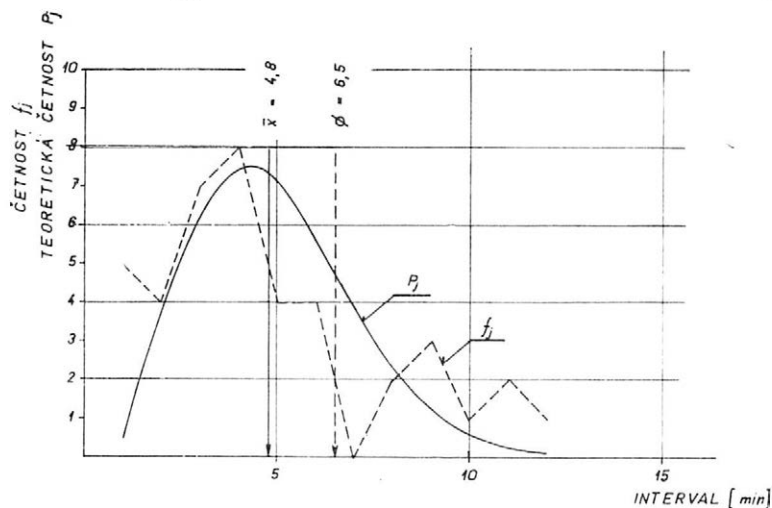


2. Četnost intervalů mezi vznikly požadavků na obsluhu sklízecích mlátiček E-512, SK-4 (Liblice, 29. 7. 1969, pšenice)

Poznámka:  $\lambda = \frac{1}{\bar{x}} = \frac{60}{10,4} = 5,76 \text{ obs} \cdot \text{h}^{-1}$ ; pro  $\bar{x} = 10,4 \dots P_j = 12,3 \%$

Je nutno podotknout, že nejde v pravém slova smyslu o skupinové nasazení dvou sklízecích mlátiček, neboť sklízecí mlátička SK-4 připravuje pro E-512 příznivější podmínky pro sklizeň tím, že vysekává tvarově nepříznivé části pozemku, části s krátkými pracovními jízdami a podobně. Relativně zhoršené podmínky sklizně SK-4 jsou však vyváženy zlepšenými podmínkami práce pro E-512. Tuto formu nasazení lze označit za vhodnou, vyžaduje však řešení mzdových otázek osádky SK-4.

Skupinové nasazení tří strojů E-512 je vyhodnoceno na obr. 3. Ze srovnání obou grafů vyplývá zřetelná převaha četností v nižších intervalech, čemuž odpovídá i velikost výběrového průměru ( $\bar{x} = 4,8$  min). Jinak řečeno, takřka každých 5 min vyžaduje některá ze sklízecích mlátiček vyprazdňování zásobníku, což současně znamená přítomnost



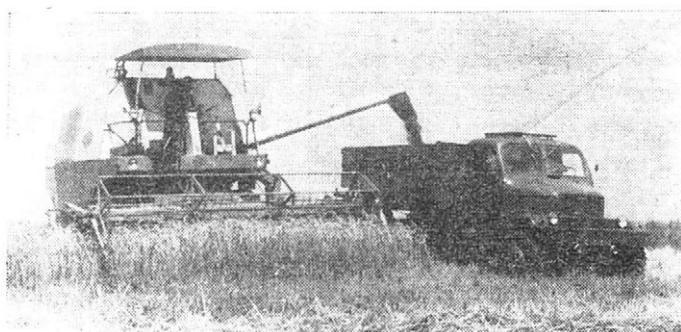
3. Četnost intervalů mezi vznikly požadavků na obsluhu tří sklízecích mlátiček E-512 (Onomyšl, 6. 8. 1968, pšenice)

Poznámka:  $\lambda = \frac{1}{\bar{x}} = \frac{60}{4,8} = 12,5 \text{ obs} \cdot \text{h}^{-1}$ ; pro  $\bar{x} = 4,8 \dots P_j = 18 \%$

#### I. Intervaly mezi vznikly požadavků na obsluhu

| Místo     | Datum     | Druh obilí<br>a výnos<br>(t ha <sup>-1</sup> ) | Typ sklíz.<br>mlátičky | Počet sklíz.<br>mlátičky | Nejpočet.<br>interval<br>(min) |
|-----------|-----------|------------------------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1         | 2         | 3                                              | 4                      | 5                        | 6                              |
| Onomyšl   | 6. 8. 68  | pšenice<br>3,5                                 | E-512                  | 3                        | 3–4                            |
| Liblice   | 13. 8. 68 | oves                                           | E-512                  | 2                        | 4–5                            |
| Liblice   | 13. 8. 68 | pšenice<br>3,8                                 | E-512                  | 2                        | 2–3<br>3–4<br>9–10             |
| Obříství  | 15. 8. 68 | pšenice                                        | SK-4                   | 4                        | 1–2                            |
| Liblice   | 29. 7. 69 | pšenice<br>2,8                                 | E-512<br>SK-4          | 1<br>1                   | 4–5                            |
| Liblice   | 31. 7. 69 | ječmen<br>3,94                                 | E-512<br>SK-4          | 1                        | 11–12                          |
| Byškovice | 11. 8. 69 | ječmen                                         | E-512                  | 1                        | 23–24                          |

dopravního prostředku, v mnoha případech však i dvou dopravních prostředků najednou, jak je zřejmé z četnosti v intervalu 0—1 min. (5 případů na obrázku 3). Zkrácení intervalu mezi vznikly požadavků na obsluhu znamená současně i zkrácení času nakládky dopravního prostředku, což je jedna z předností metody skupinového nasazení sklízecích mlátiček, přispívající ke zvýšení obrátkovosti resp. využití vozidel. Běžně se používá překládka do dopravního prostředku za jízdy (obr. 4).



4. Sklízecí mlátička E-512 při překládce za jízdy do automobilu P V3S

Další hodnoty, charakterizující sklizňový proces, jsou shromážděny v tab. I a II. Z tab. I je zřejmé zkracování intervalu  $\bar{x}$  se stoupajícím počtem sklízecích mlátiček ve skupině a zvyšování četnosti případů v intervalu 0—1 min (viz Onomyšl — 5 případů).

O významu požadavku na vysokou organizovanost celého dopravního cyklu, zvláště ve sféře vykládky a jeho vlivu na délku obratu vozu, se lze přesvědčit v tab. II. Tak např. v JZD Onomyšl při třech strojích E-512 trval dopravní obrat 69,3 min při dopravní vzdálenosti 1,5 km, zatímco v JZD Liblice při dvou strojích E-512 trval dopravní obrat 56,1 min, ale při vzdálenosti 8 km. Markantní rozdíly vyplývají především z rozdílu

pro různý počet sklízecích mlátiček

| Relativní četnost (%) | Minimální interval/počet (min) | Maximální interval (min) | Aritmetický průměr (min) | Výběrový průměr (min) | Intenzita vstupu do uzlu obsluhy (obs h <sup>-1</sup> ) |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|
| 7                     | 8                              | 9                        | 10                       | 11                    | 12                                                      |
| 19,50                 | 0—1/5                          | 11—12                    | 6,5                      | 4,8                   | 12,49                                                   |
| 19,23                 | 0—1/3                          | 14—15                    | 8,0                      | 6,1                   | 9,83                                                    |
| 16,60                 | 1—2/1                          | 9—10                     | 5,5                      | 5,9                   | 10,14                                                   |
| 25,90                 | 0—1/2                          | 14—15                    | 8,0                      | 4,5                   | 13,32                                                   |
| 16,60                 | 0—1/1                          | 29—30                    | 15,5                     | 10,4                  | 5,76                                                    |
| 38,46                 | 0—1/1                          | 23—24                    | 12,5                     | 10,4                  | 5,76                                                    |
| 20,00                 | 7—8/1                          | 38—39                    | 20,0                     | 20,6                  | 3,00                                                    |

| Místo sklízecí<br>— | Datum<br>— | Druh zrna<br>— | Typ a počet sklízecích mlátiček<br>— | Doba vyprazdňování zásobníku<br>$t_v$ (min) | Doba naložení<br>$t_n$ (min) | Doba obratu<br>$T_o$ (min)* | Dopravní vzdálenost<br>$L$ (km) |
|---------------------|------------|----------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1                   | 2          | 3              | 4                                    | 5                                           | 6                            | 7                           | 8                               |
| Onomyšl             | 6. 8. 68   | pšenice        | 3 × E-512                            | 1,25                                        | 22,20                        | 69,30                       | 1,5                             |
| Liblice             | 13. 8. 68  | oves           | 2 × E-512                            | 1,38                                        | 30,41                        | 72,50                       | 8                               |
| Liblice             | 13. 8. 68  | pšenice        | 2 × E-512                            | 1,50                                        | 16,75                        | 56,16                       | 8                               |
| Obrůství            | 15. 8. 68  | pšenice        | 4 × SK-4                             | 1,62                                        | 17,68                        | 110,50                      | 4                               |
| Liblice             | 29. 7. 69  | pšenice        | 1 × SK-4<br>1 × E-512                | 1,067<br>1,66                               | 27,80                        | 72,35                       | 4                               |
| Liblice             | 31. 7. 69  | ječmen         | 1 × SK-4<br>1 × E-512                | 1,56<br>1,65                                | 23,75                        | 43,60                       | 4                               |
| Byškovice           | 11. 8. 69  | ječmen         | 1 × E-512                            | 1,65                                        | 47,50                        | 202,00                      | 9                               |

\*) včetně doby naložení vozu

úrovně příjmové organizace a jejího technického vybavení a až na druhém místě snad z rozdílu v použitých dopravních prostředcích — 1 automobil + 4 traktory s přívěsy a 3 automobily.

Zcela výjimečným případem je případ JZD Byškovice, kde E-512 sklízela dvoufázově ječmen za velmi nepříznivých podmínek (doba naložení vozu 47,5 min) při současně nízké úrovni příjmu ve výkupním skladu ZNZP, takže doba obratu vozu dosáhla 202 min. (!)

### 3. DIMENZE DOPRAVNÍ LINKY

Na základě naměřených výsledků lze orientačně stanovit potřebu dopravních prostředků pro odvoz od sklízecích mlátičky resp. sklízecích mlátiček. S přihlédnutím k přerušované nákladce u sklízecí mlátičky byl pro výpočet potřebného počtu dopravních prostředků stanoven výraz:

$$n = \frac{t_n + \frac{2L}{v_p} + t_s + t_z + t_d}{\frac{K_p \cdot \beta}{W_{SK}}} \quad (6)$$

Pro konkrétní propočty použijeme pro dosazení za  $W_{SK}$  hodnotu, vypočtenou na základě  $\bar{x}$ , podle vztahu:

$$W_{SK} = \frac{k}{\bar{x}} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (7)$$

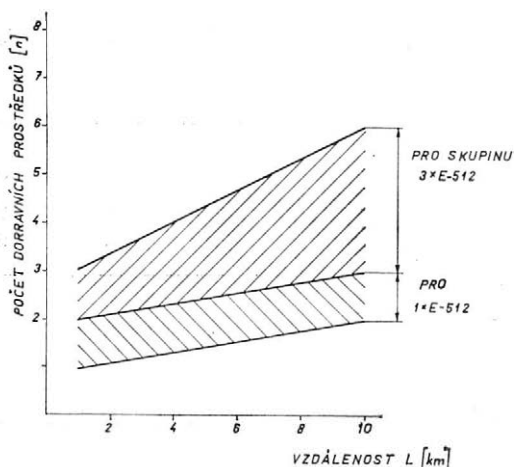
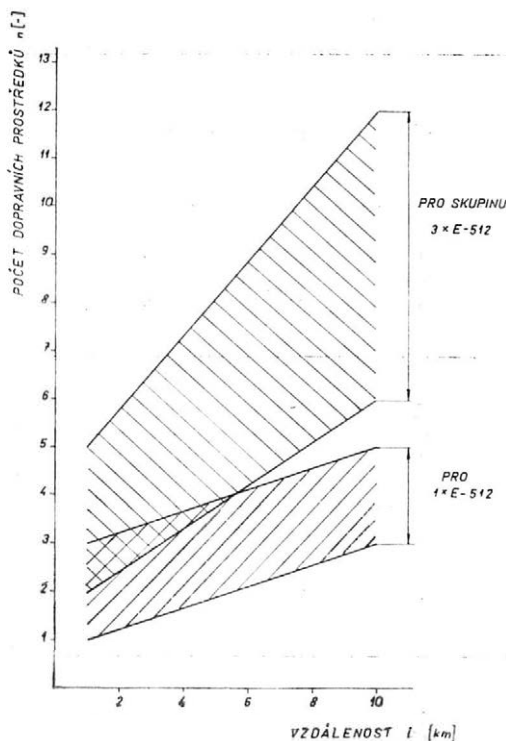
Hodnotu  $t_n$  vypočteme z pomocného vztahu

$$t_n = a \cdot t_v + (a - 1) \cdot (\bar{x} - t_v) \quad (\text{h}) \quad (8)$$

Hodnota  $t_d$  může nabývat hodnot od 0 do  $(\bar{x} - t_v)$  a v případě  $t_d = \bar{x} - t_v$  představuje časový úsek mezi koncem vyprázdnění zásobníku a začátkem vyprazdňování

zásobníku dalšího. Je to tedy časový úsek, během něhož sklízecí mlátička plní další zásobník; před uplynutím tohoto času  $t_A$  musí být další dopravní prostředek k dispozici.

Na obrázcích 5 a 6 je znázorněna potřeba dopravních prostředků pro dvě kategorie užitečného zatížení 5 a 10 t v závislosti na dopravní vzdálenosti při použití těchto konkrétních hodnot:  $k = 1,7$  t,  $\bar{x} = 12$  min (pro jednu sklízecí mlátičku),  $\bar{x} = 4,8$  min (pro tři sklízecí mlátičky),  $t_b = 1,5$  min,  $v_p = 15$  km h<sup>-1</sup> (pro traktory),  $v_p = 30$  km h<sup>-1</sup> (pro automobily),  $t_s = 5$  resp. 30 min,  $t_z = 0$  a  $\beta = 1,0$ .



6. Počet dopravních prostředků o užitečném zatížení 10 t

5. Počet dopravních prostředků o užitečném zatížení 5 t

Z grafů je zřetelně vidět rozdíl v potřebě dopravních prostředků v kategoriích 5 a 10 t, přičemž rozsah pásma je dán časem skládání  $t_s = 5$  min (dolní hranice) nebo  $t_s = 30$  min (horní hranice). Zvláště u skupinového nasazení je vidět negativní vliv prodloužení tohoto času. Výpočet potvrzuje oprávněnost požadavku na zabezpečení rychlého odbavení vozidla, krátkou dopravní vzdálenost a vyšší užitečné zatížení vozidla.

Současný dopravní park se skládá většinou ze soupravy traktoru s přívěsem a z menší části z automobilů, obvykle o užitečném zatížení 5 t. Tato vozidla jsou povětšinou vybavena sklápěcím hydraulickým zařízením. Pro využití jejich užitečného zatížení musí být vybaveny nástavky bočnic tak, aby vznikl dostatečně velký a utěsněný prostor, zamezující ztrátám během přepravy. Vhodná konstrukce těchto nástavek pak umožňuje dosáhnout příznivých hodnot součinitele využití nosnosti  $\beta$ , jak ukazuje tab. III.

Z hlediska perspektivy a při dalším nárůstu výkonnosti sklízecích mlátiček (průchodnost až 10 kg s<sup>-1</sup>) je nutné dát přednost automobilním dopravním prostředkům vyšších tonáží (min. 8 t) pro jejich vyšší dopravní výkonnost, lepší manévrovatelnost a vhodnější prostředí pro řidiče. Jako nezbytný předpoklad musí být zabezpečena jejich rychlá vykládka na vykládacím místě. K tomu by měly přispět i automaticky ovládané bočnice, které by nevyžadovaly ani vystoupení řidiče z kabiny.

## III. Součinitel využití nosnosti dopravních prostředků při dopravě zrna od sklízecích mlátiček

| Místo sklizně<br>— | Datum<br>— | Typ vozidla<br>—                                   | Druh nákladu<br>— | Průměrná hmotnost nákladu<br>N<br>(t) | Koeficient využití nosnosti<br>$\beta$ | Typ a počet sklízecích mlátiček<br>— | Počet zásobníků na vozidlo<br>a | Hmotnost zásobníku<br>k<br>(t) | Poznámka<br>—                            |
|--------------------|------------|----------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------------------|
| 1                  | 2          | 3                                                  | 4                 | 5                                     | 6                                      | 7                                    | 8                               | 9                              | 10                                       |
| Onomyšl            | 6. 8. 68   | Z-4011 +<br>+ RB-50<br>Praga S5T                   | pšenice           | 5,68                                  | 1,140                                  | 3 × E-512                            | 3,6                             | 1,580                          | —                                        |
| Liblice            | 13. 8. 68  | Praga S5T<br>Praga V3S<br>W-50                     | oves              | 4,23                                  | 0,845                                  | 2 × E-512                            | 3,—                             | 1,409                          | —                                        |
| Liblice            | 13. 8. 68  | Praga S5T<br>Praga V3S<br>W-50                     | pšenice           | 5,29                                  | 1,058                                  | 2 × E-512                            | 3,—                             | 1,760                          | —                                        |
| Obříství           | 15. 8. 68  | Zetor 50 S<br>Praga S5T<br>Praga V3S<br>Zetor 3011 | pšenice           | 4,74                                  | 0,946                                  | 4 × SK-4                             | 4,—                             | 1,150                          | —                                        |
| Liblice            | 29. 7. 69  | Praga V3S                                          | pšenice           | 5,23                                  | 1,047                                  | 1 × E-512<br>1 × SK-4                | 3,—                             | 1,743                          | SK-4<br>pracovala<br>jen krátkou<br>dobu |
| Liblice            | 31. 7. 69  | Praga V3S<br>Praga S5T                             | ječmen            | 4,575                                 | 0,915                                  | 1 × E-512<br>1 × SK-4                | 3,—                             | 1,547                          | —                                        |
| Byškovice          | 11. 8. 69  | Z 3011<br>Z 50 S                                   | ječmen            | 4,66                                  | 0,932                                  | 1 × E-512                            | 3,—                             | 1,553                          | dvoufázově                               |

#### 4. AKUMULAČNÍ SKLADY

Stále se zvyšující výkonnost sklízecích mlátiček, a tím další nárůst dopravních špiček v klimaticky příznivých dnech sklizně a v obdobích nejvhodnější zralosti obilí pro sklizeň vytváří silný tlak na příjmová místa a jejich organizační a technické řešení při plném zabezpečení práce sklízecích mlátiček. Vzhledem k nižší výkonnosti linek posklizňové úpravy se jeví jako výhodné řešit uvedenou problematiku akumulacním skladem jako prostorem pro krátkodobou akumulaci dovezeného zrna od sklízecích mlátiček s eventuálním prvním zásahem proti snížení jeho kvality.

Akumulacním skladem mohou být zařízení od nejprimitivnějších až po moderní, jako např.:

- zpevněná plocha s možností dobrého zakrytí před deštěm,
  - zpevněná povrchová silážní jáma,
  - halový sklad se zpevněnou podlahou,
  - věžové silo s předřazenou podúrovňovou násypkou,
  - dostatečný prostor v budově posklizňové linky.
- Perspektivně se však nedá počítat s prvními dvěma možnostmi.

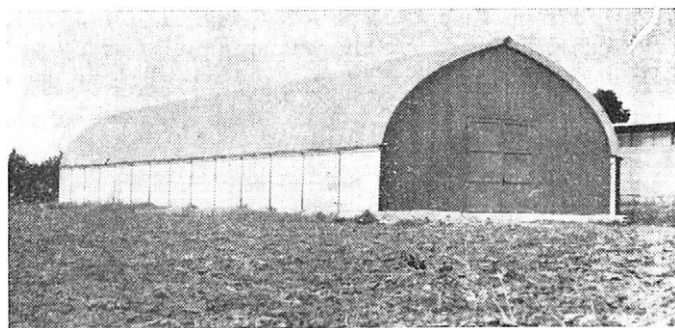
Požadavky na akumulacní sklad je možno specifikovat takto:

- okamžitou vykládku dopravních prostředků pouhým sklopením korby bez čekání ve „frontě“,
- krátkodobou akumulaci zrna bez vlivu na jeho kvalitu, sklizeného v daných časových podmínkách,
- návaznost na linku posklizňové úpravy ať přímou (např. pásovými dopravníky) nebo nepřímou (tj. opět nákládka např. šnekovým nakladačem DNT-3011 a další doprava kolovými prostředky).

Umístění akumulacního skladu bude vycházet z konkrétních podmínek každého zemědělského závodu; v podstatě přicházejí v úvahu dvě varianty:

- u linky posklizňové úpravy,
- mezi polem a linkou posklizňové úpravy.

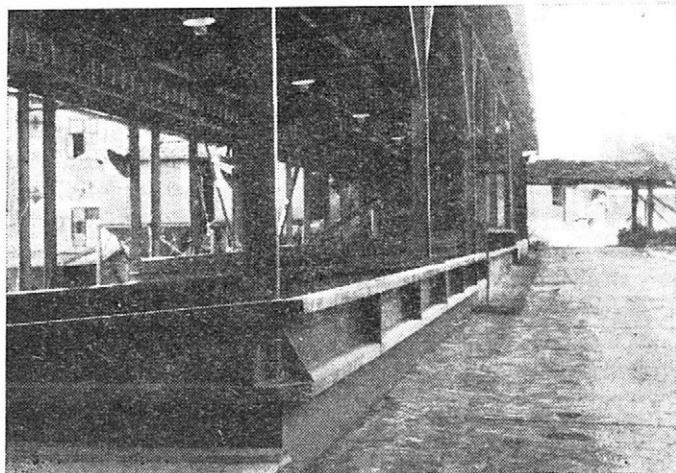
Z provozních hledisek i z hledisek využitelnosti mimo sezónu se jeví jako výhodné halové sklady (obr. 7) Umožňují vyklápat zrna na zpevněnou podlahu; zrna je možno



7. Halový sklad s laminátovou konstrukcí střechy

dále nahnout lehkou buldozerskou radlicí na traktor, popřípadě je touto radlicí nahrnovat na dopravník posklizňové linky, nebo jiným dostupným zařízením nakládat na kolové dopravní prostředky.

Jinou výhodnou formou akumulacních skladů jsou soustavy zásobníků, nejlépe podúrovňových, jejichž využití může být kombinováno kromě obilí i pro brambory



8. Podúrovňové príjmové zásobníky linky posklizňové úpravy

(obr. 8). To je výhodné pro oblasti obilnářsko-bramborářské, kde dochází k částečnému souběhu obou sklizní.

Nároky, které klade na akumulaci sklad sklizeň výkonnými sklízecími mlátičkami, ukazuje obr. 9, sestavený z hodnot „Výmlatového deníku“ JZD Liblice. Graf zobrazuje situaci v sezóně 1969, kdy byly výjimečně příznivé klimatické podmínky pro sklizeň. Tempo sklizně bylo vytvářeno prakticky jednou sklízecí mlátičkou E-512 a jednou sklízecí mlátičkou SK-4. Organizace nasazení probíhala tak, jak bylo komentováno u obrázku 2.

Z grafického záznamu je vidět, že zásoby neošetřeného zrna na akumulaci skladu v důsledku různých výkonností strojů linky dosáhly 50 % velikosti sklizně, přičemž narůstaly po celou dobu sklizně. Zlom resp. úbytek zásob nastal teprve po jejím skončení. Časová závislost ukazuje, že zatímco sklizeň proběhla prakticky ve 20 dnech, linka posklizňové úpravy pracovala dvojnásobnou dobu (při průměru 16 hod práce denně). Pro porovnání vzájemného vztahu mezi tempem sklizně, nárůstu zásob zrna a výkonnosti posklizňové linky byly křivkami v grafech proloženy regresní přímky. Pro uvedené případy, kdy přímky procházejí počátkem podle vztahu

$$y = bx \quad (9)$$

byl odhad parametru  $b^*$  stanoven podle výrazu

$$b^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (10)$$

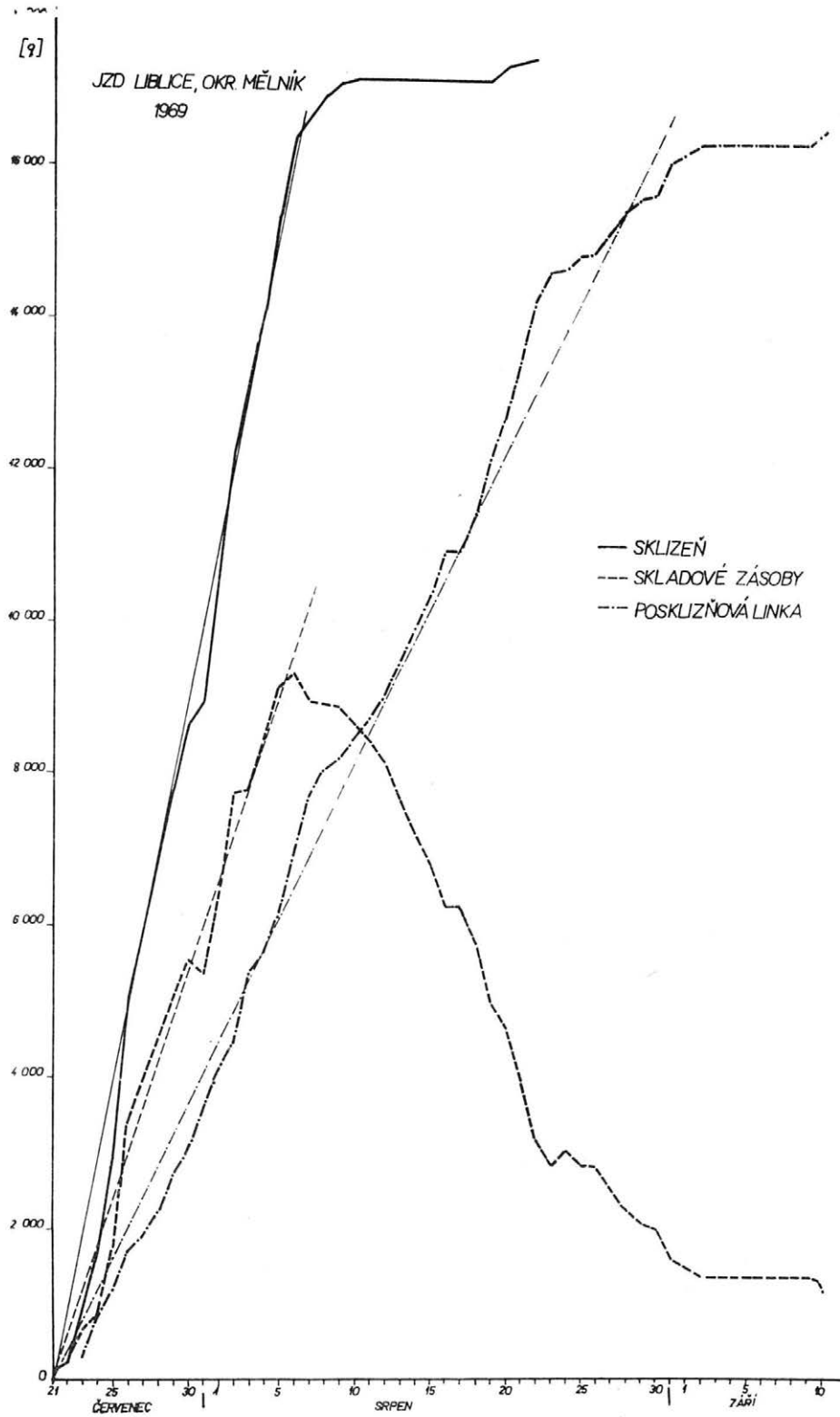
Výsledné hodnoty parametru  $b^*$  činí:

$b^* = 999,052$  pro sklizeň,

$b^* = 597,110$  pro zásoby,

$b^* = 406,209$  pro posklizňovou linku.

Přímo z číselných hodnot parametru  $b^*$  je možné vzájemné tempo nárůstu sklizně a zásob a výkonnosti posklizňové linky charakterizovat jako 100 : 60 : 40 %. Znamená to



9. Součtové hodnoty „Výmlatového deníku“

tedy, že pouze 40 % sklizeného materiálu je posklizňová linka schopna zpracovat v daných podmínkách při plném tempu sklizně a 60 % zůstává na skladě.

Tento příklad lze charakterizovat jako jedno maximum nároků na akumulací sklad, dané příznivými sklizňovými podmínkami. Jako druhý extrém, ke kterému však nejsou podklady z praktického provozu, lze považovat sklizeň v deštivém roce, kdy sice klesne tempo sklizně, ale současně se zvýší podstatně nároky na sušení. Uvedené vlivy a zkušenosti z různých let pak musí být využity při stanovování optimální kapacity akumulací skladu v konkrétních podmínkách, resp. musí být korigován orientační výpočet kapacity akumulací skladu, jak bylo uvedeno v kap. 1.

## 5. Z Á V Ě R

Narůstající výkonnost sklizňových strojů, daná jejich zvyšující se průchodností, klade zvýšené nároky na zajištění odvozu zrna a na příjmová zařízení na místě vykládky. Obecné požadavky na zajištění rovnováhy ve výkonnostech u dopravy zrna a posklizňové úpravy se pro obvykle nižší výkonnost posklizňové linky obtížně zajišťují, přičemž však zajištění pevné výkonnostní vazby není z provozních důvodů výhodné (větší investice, možnost poruch). Jako vhodné řešení se jeví akumulací sklad zrna, předřazený lince posklizňové úpravy, který výhodně ruší pevnou vazbu mezi oběma částmi linky.

Tento sklad má rovněž lepší předpoklady k tomu, aby zabezpečil rychlé odbavení dopravních prostředků, na něž jsou kladeny značné dopravní úkoly, zvláště při skupinovém nasazení sklízecích mlátiček. Při jejich novém nasazení se totiž zkracuje interval mezi vznikem požadavků na obsluhu, např. na 4,8 min u tří strojů E-512, což vyžaduje vysokou organizovanost a pohyblivost dopravních prostředků. Z hlediska těchto nových požadavků jsou pro tyto úkoly výhodné dopravní prostředky o užitečném zatížení 8 t a více. Další vzrůstající výkonnost sklízecích mlátiček si vynutí i další zvýšení tonáže a v rozhodujícím množství případů přechod na automobilní techniku.

## Seznam použitého označení

|                   |                           |                                                                        |
|-------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $a$               |                           | počet zásobníků, který je dopravní prostředek schopen přijmout         |
| $b$               | $t \cdot \text{den}^{-1}$ | směrnice přímký                                                        |
| $b^*$             | $t \cdot \text{den}^{-1}$ | odhad směrnice přímký                                                  |
| $f_j$             |                           | četnost v intervalu                                                    |
| $k$               | (t)                       | hmotnost zrna v zásobníku                                              |
| $K_p$             | (t)                       | užitečné zatížení vozidla                                              |
| $L$               | (km)                      | dopravní vzdálenost                                                    |
| $N$               | (t)                       | průměrná hmotnost nákladu                                              |
| $n$               |                           | počet dopravních prostředků                                            |
| $n_f$             |                           | počet pozorovaných hodnot                                              |
| $n_{SK}$          |                           | počet sklízecích mlátiček                                              |
| $P_j$             |                           | teoretická četnost                                                     |
| $p_j$             |                           | pravděpodobnost jevu                                                   |
| $Q_A$             | (t)                       | kapacita akumulací skladu                                              |
| $t_1$             | (h)                       | čas práce sklízecí mlátičky                                            |
| $t_2$             | (h)                       | čas práce linky posklizňové úpravy                                     |
| $t_n$             | (min, h)                  | čas naložení vozu                                                      |
| $t_s$             | (min, h)                  | čas skládání                                                           |
| $t_v$             | (min, h)                  | čas vyprazdňování zásobníku                                            |
| $t_z$             | (min, h)                  | čas ztrátový                                                           |
| $t_{\Delta}$      | (min, h)                  | část času od konce vyprázdnění zásobníku do naplnění zásobníku dalšího |
| $T_o$             | (min, h)                  | čas dopravního obratu vozu                                             |
| $v_p$             | (km h <sup>-1</sup> )     | středně-technická rychlost                                             |
| $W_p$             | (t h <sup>-1</sup> )      | výkonnost linky posklizňové úpravy                                     |
| $W_{SK}; W_{SK1}$ | (t h <sup>-1</sup> )      | výkonnost sklízecí mlátičky                                            |

|                |                          |                                                            |
|----------------|--------------------------|------------------------------------------------------------|
| $x$            | (dny)                    | nezávisle proměnná                                         |
| $\bar{x}$      | (min)                    | výběrový průměr intervalů mezi vzniky požadavků na obsluhu |
| $x_i$          | (dny)                    | $x$ -ová souřadnice $i$ -tého bodu                         |
| $x_j$          | (min)                    | interval mezi vzniky požadavků na obsluhu                  |
| $y$            | (t)                      | závisle proměnná                                           |
| $y_i$          | (t)                      | $y$ -ová souřadnice $i$ -tého bodu                         |
| $\beta$        | (—)                      | součinitel využití nosnosti                                |
| $\lambda$      | (obs . h <sup>-1</sup> ) | intenzita vstupu do uzlu obsluhy                           |
| $\bar{\sigma}$ | (min)                    | aritmetický průměr                                         |

## Literatura

- JANKO, 1958, Statistické tabulky. Vydavatelství ČSAV Praha.  
 KOSKUBA K., 1965, Dynamický model sklizně obilovin. Zem. technika 1 : 1-12.  
 KUBÁT, 1967, Aplikace teorie hromadné obsluhy v manipulaci s materiálem. IMADOS Praha.  
 STROUHAL E., 1970, Doprava, manipulace a skladování zrna v zemědělském závodě. Výzkumná zpráva VÚZT — Z 766.  
 — Statistická ročenka ČSSR 1961—68. MZVŽ Praha.

Došlo dne 13. 8. 1970

## Транспортировка зерна от зерноуборочных комбайнов

Возрастающая производительность уборочных машин, достигаемая за счет повышающейся пропускной способности, предъявляет повышенные требования к транспортировке зерна и к приемному оборудованию на месте разгрузки. Общепринятые требования обеспечения равновесия в производительностях при транспортировке зерна и послеуборочной обработке обычно низкой производительности послеуборочной линии обеспечиваются с трудом, причем, обеспечение прочного равновесия производительностей по техническим причинам невыгодно (большие капиталовложения, возможность повреждений). Приемлемым решением является аккумуляционный склад зерна, предшествующий линии послеуборочной обработки, который выгодно нарушает прочную зависимость между обеими частями линии.

Такой склад имеет также лучшие предпосылки для обеспечения быстрого обслуживания транспортных средств, перед которыми ставятся большие транспортные задачи, особенно при групповой работе зерноуборочных комбайнов. При их новом включении в работу сокращается интервал между возникновением требований к обслуживанию, напр. на 4,8 мин у трех машин Е 512, что предполагает высокую организованность и подвижность транспортных средств. С точки зрения этих новых требований для выполнения этих задач выгодными являются транспортировочные средства с полезной нагрузкой 8 Мр и более.

Постоянно растущая производительность зерноуборочных комбайнов потребует дальнейшего повышения тоннажа и в решающем количестве случаев — переход на автомобильную технику.

## The Transport of Grain from the Combine Harvesters

The increasing efficiency of harvesters given by the growth of their capacity requires substantial improvements in the transport of grain and in the reception equipment in the areas of unloading. General requirements of the balance in the efficiency of the grain transport and of the post-harvest conditioning are difficult to fulfill because of the usual lower efficiency of the post-harvest line, and it is not desirable to introduce a rigid efficiency linkage for operational reasons (higher investments, the possibility of breakdowns). Accumulation type of store preceding the line for post-harvest conditioning suitably breaks the rigid linkage between both parts of the line and seems to be an advantageous solution.

This type of storage is supposed to be more suitable for the required rapid dispatching of the means of transport burdened with difficult transport tasks, especially at the times when groups of combine harvesters are in operation. Thus at their new engagement the interval between single ensues of the demand for manipulation gets shorter (it may, for example, be 4.8 minutes for three E 512

machines), and this requires a very efficient management and mobility of the means of transport. From the point of view of the new requirements the means of transport with useful load of 8 Mp and more are suitable for such tasks.

Further increase of the efficiency of combine harvesters will inevitably call for further growth of loading capacity, and in a decisive number of cases it will be necessary to pass on the automobile technique.

### **Transportprobleme bei dem Einsatz der Mähdrescher**

Die anwachsende Leistung der Erntemaschinen, die durch ihren sich erhöhenden Durchsatz gegeben wird, stellt erhöhte Ansprüche auf die Sicherstellung der Kornabfuhr und auf die Einnahmeeinrichtungen am Ausladungsort. Die allgemeinen Ansprüche auf die Sicherstellung des Gleichgewichtes in den Leistungen bei dem Korntransport und Nachernteregelung werden zwecks gewöhnlich niedrigerer Leistung der Nacherntebehandlungskette schwierig sichergestellt, wobei jedoch die Sicherstellung der festen Leistungsbindung aus betrieblichen Gründen nicht günstig ist (höhere Investition, Störungsmöglichkeiten). Als geeignete Lösung zeigt sich das Kornakkumulationslager, das der Nacherntebehandlungskette vorgereiht wird und das günstig die feste Bindung zwischen beiden Teilen der Arbeitskette stört.

Dieses Lager hat ebenfalls bessere Voraussetzungen dafür, um die rasche Abfertigung des Transportmittel, auf welche bedeutende Beförderungsaufgaben gestellt werden, besonders beim Gruppeneinsatz der Mähdrescher, sicherzustellen. Bei ihrem neuen Einsatz wird nämlich der Intervall zwischen den Entstehungen der Ansprüche auf die Bedienung verkürzt, z. B. auf 4,8 Min. bei drei Maschinen E 512, was eine hohe Organisiertheit und Beweglichkeit der Transportmittel erfordert. Vom Gesichtspunkt dieser neuen Ansprüche sind für diese Aufgaben die Transportmittel mit einer nützlichen Belastung von 8 Mp und mehr günstig.

Die weitere steigende Leistung der Mähdrescher erzwingt sich eine weitere Tonnagenerhöhung und in einer entscheidenden Menge der Fälle einen Übergang auf die Automobiltechnik.

---

#### **Adresa autorů:**

Ing. Emil Strouhal, CSc., ing. Alexandr Bartolomějev, ing. Zdeněk Mareš, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha 6 - Řepy, Gottwaldova 50

---

## ÚVOD

Důležitost řešit velmi širokou problematiku konzervace píce silážováním dokazují výzkumné a vědecké práce světových autorů, dosud v tomto oboru publikované. Souhrnné zkoumání a vyjádření vztahů podmiňujících průběh fermentačního procesu v různých typech skladovacích prostorů je velmi obtížné. Ve světové literatuře existuje o tomto problému velké množství studií. Jejich podrobný rozbor však ukazuje, že jednotliví pracovníci se zabývají především dílčími problémy — stanovením kvality, ztrátou sušiny a jednotlivých živin, tvorbou kvasných plynů, odhadem ztrát karoténu, rozpustných cukrů atd. — a to především v laboratorních podmínkách. Provozním ověřováním fermentačního procesu se v širokém měřítku většina autorů přímo nezabývá.

Řada nejasností v základních otázkách konzervačního procesu a nutnost jejich vysvětlení, nezbytná při současném rozšiřování technologie výroby krmiv ve věžových silech do praxe, daly podnět k řešení tohoto problému. Získané výsledky poskytují dostačující možnost průkazného posouzení a vyvození závěrů, které z nich vyplývají.

Na základě našich i zahraničních literárních údajů byl při pokusech a zpracovávání výsledků kladen zvláštní zřetel na sledování faktorů přímo ovlivňujících fermentační proces. Současně s provozními pokusy byl ověřován průběh fermentačního procesu v laboratorních podmínkách, zvláště proto, aby bylo možno stanovit specifický vliv jednotlivých faktorů, což je v provozu těžko uskutečnitelné.

## METODICKÝ POSTUP

Během několikaletého výzkumu otázek konzervace byla provozním sledováním různých typů sil naplněných bílkovinným i uhlohydrátovým materiálem získána řada poznatků. K rozboru bylo použito celkem 26 náplní věží. Pokusy se dělaly s 42 000 q konzervované hmoty, což odpovídá 15 000 q sušiny. Z tohoto množství bylo konzervováno 12 700 q (2700 q sušiny) píce v čerstvém stavu, ostatní píce byla konzervována v zavadlém stavu. Z každých 100 q hmoty byly odebrány čtyři průměrné vzorky, tedy celkem 1680 vzorků, které byly podrobeny chemické analýze pro stanovení výživné hodnoty. Kromě nich bylo odebráno 2800 vzorků pro stanovení sušiny, 1200 vzorků na stanovení kvality vyrobeného krmiva a řádově tisíce vzorků na stanovení koncentrace plynů v si-

lázním prostředí. Dále byly odebírány vzorky pro stanovení délky řezanky, obsahu karoténu a minerálií a průběžně byly měřeny teploty v silech registračními přístroji.

Na základě ověřování průběhu konzervačního procesu v laboratorních podmínkách byly v provozních podmínkách u jednotlivých typů věžových sil sledovány následující základní parametry:

- druh, kvalita, množství a sušina skladovaného materiálu,
- doba plnění věžových sil,
- obsah kyslíčnicku uhličitého, kyslíku a výše teplot ve věžových silech během konzervace,
- jakostní hodnocení konzervovaného materiálu,
- sušina, obsah živin a ztráty v konzervovaném krmivu.

Všechny výzkumné práce i celkové hodnocení získaných výsledků bylo zaměřeno tak, aby závěry vyústily v základní téze, jejichž objasnění je pro správnou aplikaci vědeckých poznatků při zavádění technologie výroby krmiv ve věžových silech do zemědělské praxe nezbytné. Podstatou bylo proto objasnění následujících otázek:

1. Plnění věžových sil. Pro vyjádření vlivu doby plnění na konečné ztráty krmiva byla stanovena závislost mezi ztrátami a různou dobou plnění u materiálu, u něhož výše ztrát téměř není ovlivněna výší sušiny, tj. v rozmezí 40–55 % sušiny.
2. Význam teploty při konzervaci. Výše teploty konzervovaného materiálu je v první řadě ovlivněna jeho obsahem sušiny. Byla stanovena:
  - závislost teploty na procentickém obsahu sušiny materiálu,
  - závislost kvality krmiva na teplotě materiálu,
  - vztah mezi ztrátami a teplotou materiálu.
3. Vztah kvality krmiva a původní sušiny materiálu.  
Byla stanovena:
  - závislost pH a obsahu organických kyselin na původní sušině krmiva, konzervovaného ve vzduchotěsných a otevřených věžích.
4. Ztráty při výrobě konzervovaných krmiv ve věžových silech.  
Byla stanovena:
  - závislost celkových ztrát na původní sušině materiálu,
  - závislost ztrát sušiny na původní sušině materiálu.

Cílem uvedených výsledků je přinést nejnovější poznatky o základech konzervace píce ve věžových silech a dokázat vliv celého komplexu faktorů na kvalitu a výživnou hodnotu krmiva vyrobeného touto technologií.

## **VLASTNÍ PRÁCE**

### **CELKOVÉ ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PRŮBĚHU FERMENTAČNÍHO PROCESU V SILÁŽÍCH ZA PROVOZNÍCH PODMÍNEK**

Silážování píce s různým obsahem sušiny je složitý biologický proces, jehož úspěch je ovlivněn řadou faktorů, které mohou působit jednotlivě, nebo se jejich vliv vzájemně prolíná. Z nich je možné za nejvýznamnější považovat druh pícniny a stupeň jejího zavadnutí, dobu plnění věže, množství materiálu uskladněného ve věži, hermetičnost silážní nádrže a délku řezanky sklizené píce. Tyto faktory ovlivňují vytékání silážních šťáv, tvorbu kvasných plynů a zahřívání

vání skladované píce — tím konečnou kvalitu krmiva — a ztráty, k nimž během konzervace dochází. Vzhledem k tomu, že v provozních podmínkách působí všechny uvedené faktory současně a jejich vliv nelze vzájemně eliminovat, vyžaduje jejich jednotlivé posouzení řadu metodicky správně založených pokusů, při kterých se získávají a hodnotí výsledky i vzájemné vztahy.

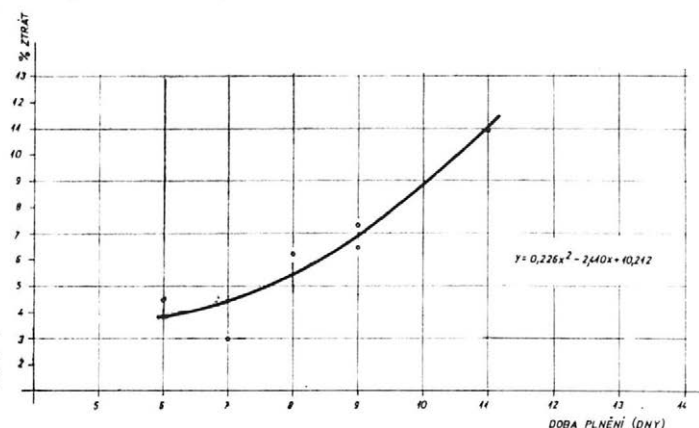
K souhrnnému vyjádření uvedených závislostí byly použity výsledky získané během několikaletého sledování fermentačního procesu v různých typech věžových sil. Celkem došlo k 26 pokusům a laboratorně byly stanoveny v řádově tisíci vzorcích uvedené ukazatele nezbytné pro statistické zhodnocení výsledků. Pokusy probíhaly ve dvou typech sil: vzduchotěsných a otevřených. Fermentační proces v obou typech probíhal v hermetickém prostředí, které je u první skupiny dáno konstrukcí věže, u druhé skupiny hermetičností pláště a dokonalým zakrytím povrchu materiálu. Jelikož nebyl v základních hodnotících ukazatelích zjištěn podstatný rozdíl mezi skupinou věží otevřených a hermetických, bylo možno k rozboru jednotlivých faktorů použít téměř celého souboru výsledků.

### Plnění věžových sil

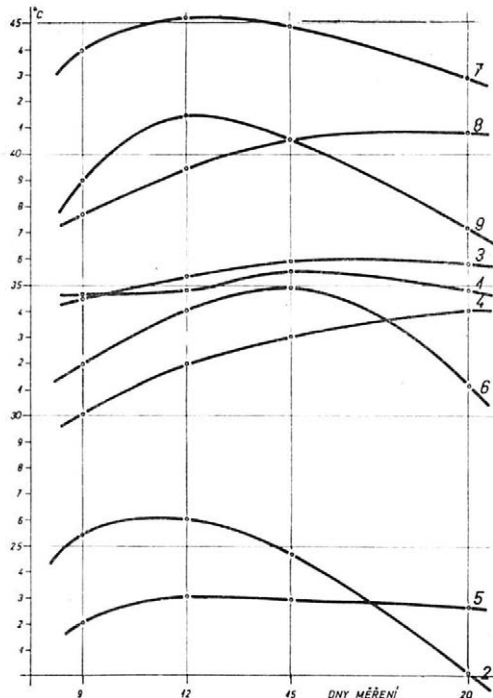
Jedním z předpokladů výroby kvalitního konzervovaného krmiva je naplnění věže v době co nejkratší. Tuto dobu ovlivňují při konzervaci zavadlých píce zejména klimatické podmínky, které mají rozhodující význam pro požadovanou sušinu sklizené píce. Dosažení této sušiny před plněním věžových sil je v jednotlivých výrobních oblastech spojeno s většími nebo menšími obtížemi. Vhodnější podmínky jsou v nížinných oblastech. Naproti tomu v oblastech s vyšším průměrem srážek (oblasti horské a podhorské) v době sklizně se dosahuje optimální sušiny v krátkém období obtížněji. Nepříznivé počasí prodlužuje dobu zavádání na poli, a tím nepříznivě ovlivňuje ztráty, které v tomto období vznikají. Pro naplnění věží je pak k dispozici méně hodnotný materiál, jehož kvalita se dále zhoršuje vlivem dlouhé doby plnění, při níž dochází k nežádoucí oxidaci. Při vhodném průběhu počasí v době sklizně je doba plnění závislá na spolehlivosti strojů a na dobrém organizačním zajištění sklizňových prací.

Pro vyjádření vlivu doby plnění na konečné ztráty krmiva byla sledována závislost mezi ztrátami a různou dobou plnění u materiálu, u něhož není výše ztrát téměř ovlivněna výší sušiny, tj. v rozmezí 40 až 55 % sušiny. Tento vztah je graficky vyjádřen na obrázku 1 funkcí, která je dána rovnicí

$$Y = 0,226 X^2 - 2,410 X + 10,212$$



1. Závislost ztrát na době plnění věží (v rozmezí sušiny pícnin 40 až 55 %)



2. Průběhy teplot materiálů v jednotlivých věžích v období 9. až 20. dne konzervace

Ve většině případů dosahují teploty uvnitř materiálu maxima mezi 12. až 15. dnem. Na obrázku 3 je vyjádřen průměr z teplot zjištěných u všech pokusů v období 9. až 20. dne konzervace. Nejvyšší teploty byly zjištěny do 15 dnů.

Značný rozsah naměřených hodnot, patrný z obr. 3, je především ovlivněn procentickým obsahem sušiny uskladněného krmiva. Vztah těchto dvou hodnot je možno vyjádřit funkcí, která je dána rovnicí

#### I. Přehled pokusů pro zjišťování průběhu teplot

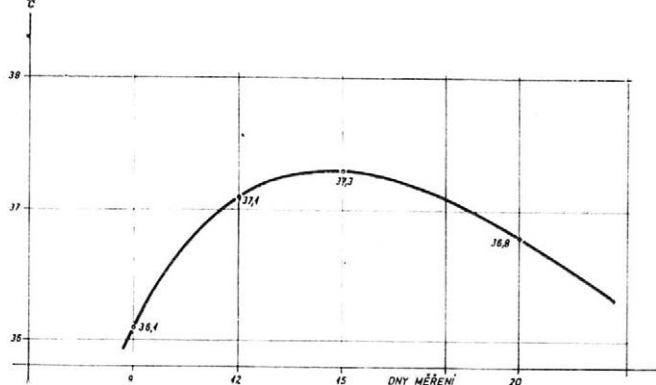
| Číslo křivky | Pokus                       | Materiál                 | Sušina při plnění % |
|--------------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| 1            | A <sub>1</sub> — Harvestore | jetel, vojtěška, pšenice | 52,80               |
| 2            | A <sub>3</sub> — Harvestore | oves, vojtěška           | 45,91               |
| 3            | E <sub>1</sub> — bet. Ø 9 m | vojtěška, pšenice, oves  | 38,80               |
| 4            | E <sub>2</sub> — bet. Ø 9 m | vojtěška, kukuřice       | 26,15               |
| 5            | D <sub>1</sub> — Alkosil    | vojtěška, jetel          | 42,95               |
| 6            | D <sub>3</sub> — Alkosil    | vojtěška                 | 41,86               |
| 7            | C <sub>2</sub> — Maryson    | vojtěška                 | 32,90               |
| 8            | B <sub>2</sub> — Prefa      | vojtěška, jetel          | 43,96               |
| 9            | B <sub>3</sub> — Prefa      | oves, vojtěška           | 46,60               |

Závislost je charakterizována vysokým indexem korelace  $r = 0,951$  a dokazuje, že prodloužením doby plnění ze šesti dnů na jedenáct se zvýší ztráty téměř trojnásobně.

#### Význam teploty při konzervaci

Laboratorním ověřováním průběhu fermentačního procesu bylo dokázáno, že současně s nejintenzivnějšími změnami v uskladněné píce dochází v závislosti na intenzitě biochemických procesů také k největším teplotním změnám. Z toho důvodu byly z velkého množství naměřených teplot (byly průběžně měřeny v jednotlivých pokusech registračními přístroji), sloužících mimo jiné k charakteristice tepelných poměrů v silu ve vztahu k materiálu pláště a dispozičnímu umístění sila, vybrány průměrné hodnoty, zjištěné u jednotlivých pokusů v různých místech sila 9., 12., 15. a 20. den po naplnění. Na obrázku 2 jsou křivkami vyjádřeny průběhy těchto teplot v pokusech, které jsou sestaveny v tabulce I.

### 3. Průměrná teplota materiálu v období 9. až 20. dne konzervace



$$Y = 0,022 X^2 - 2,874 X + 119,045$$

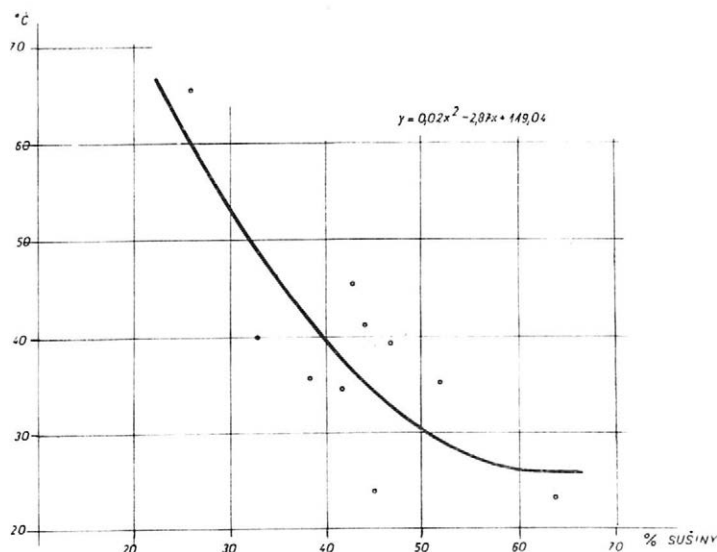
při indexu korelace  $r = 0,802$ . Z průběhu této závislosti (obr. 4) je zřejmé, že maximální teploty do  $35^{\circ}\text{C}$ , což je všeobecně označované maximum pro vhodný průběh konzervace, je možno ve věžích zjistit při konzervaci pícnin s obsahem sušiny nad 45 %. Na obrázku 5 vyjádřená závislost kvality krmiva na maximálních naměřených teplotách potvrzuje  $35^{\circ}\text{C}$  jako maximum, při němž lze získat velmi zdařilou siláž. Se stoupající teplotou materiálu klesá kvalita krmiva, protože se uplatňují podmínky pro rozvoj octového a máselného kvašení. Závislost je vyjádřena lineárně rovnicí

$$Y = 117,113 - 1,249 X$$

s významným koeficientem korelace  $r = 0,843$ .

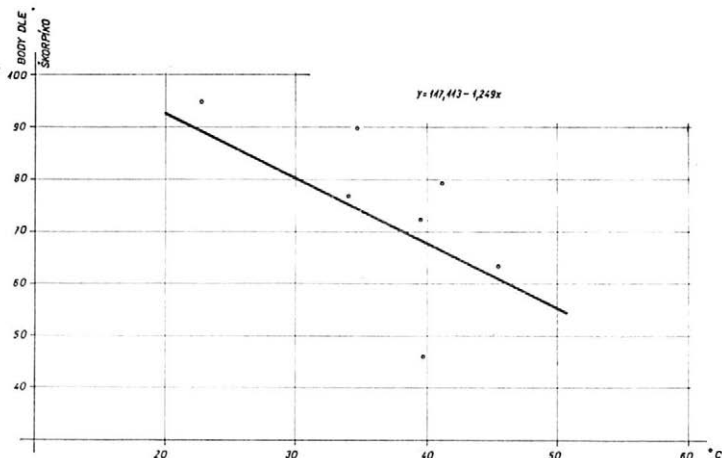
Porovnáme-li výši ztrát s maximálními teplotami, které byly ve věžových silech naměřeny, zjišťujeme mezi těmito dvěma veličinami určitou závislost. Těsnost vztahu je dána dostačujícím koeficientem korelace  $r = 0,754$ , závislost je vyjádřena lineární funkcí na obrázku 6.

$$Y = 0,325 X - 2,425$$



### 4. Závislost teploty na procentu sušiny materiálu

## 5. Závislost kvality krmiva na teplotě materiálu

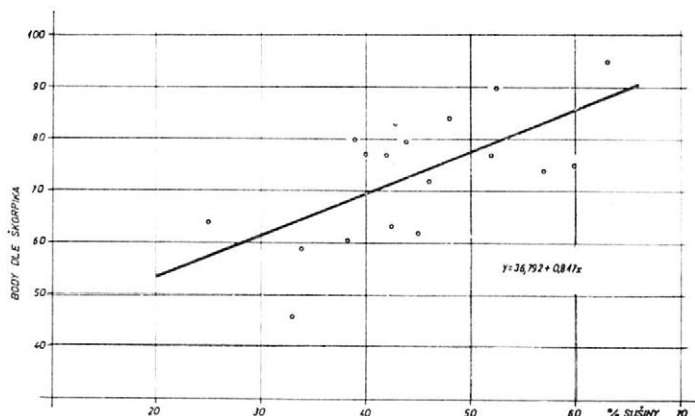


## Závislost kvality krmiva na původní sušině pícniny

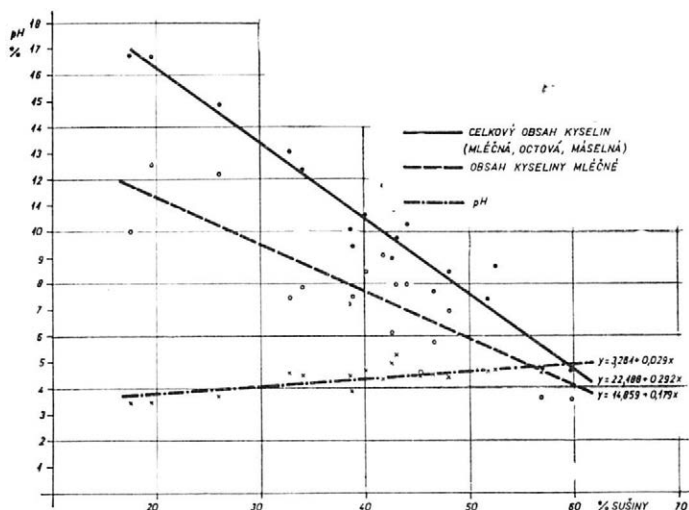
Při zpracování velkého množství hodnot čísla pH a obsahu organických kyselin v siláži byla zjištěna velmi průkazná závislost těchto hodnot na sušině materiálu. Tato závislost dokazuje, že s rostoucím obsahem sušiny klesá celkové procento organických kyselin v senáži. Celkový pokles je způsoben nejen poklesem kyseliny mléčné, ale i pro konečnou kvalitu krmiva velmi důležitým úbytkem kyseliny octové a máselné. Při současném snižování koncentrace organických kyselin dochází v provozních podmínkách k růstu čísla pH. Lineární vyjádření těchto vztahů je spolu s vypočtenými rovnicemi lineární regrese znázorněno na obrázku 7. Uvedeným vztahům odpovídají následující korelační koeficienty:

|                       |   |              |
|-----------------------|---|--------------|
| celkový obsah kyselin | — | obsah sušiny |
|                       |   | $r = 0,958$  |
| obsah kyseliny mléčné | — | obsah sušiny |
|                       |   | $r = 0,846$  |
| pH                    | — | obsah sušiny |
|                       |   | $r = 0,694$  |

Z výsledků zjištěných v provozních pokusech je podobně jako z výsledků získaných laboratorním ověřováním možné vyvodit závěr, že závislosti obsahu



6. Vztah mezi ztrátami a teplotou materiálu



7. Závislost pH a obsahu organických kyselin (v absolutní sušině) na sušině krmiva

celkových kyselin a kyseliny mléčné na obsahu sušiny mají lineární průběh asi do 60 % sušiny. Při překročení této hranice lze předpokládat, že koncentrace celkového obsahu kyselin a vzájemný poměr těchto kyselin se s přibývajícím sušinou podstatně nemění. Kyselina mléčná tvoří při vyšších sušinách naprosto převládající složku z celkového obsahu kyselin.

Hodnoty uvedené na obrázku 7 jsou shrnutím výsledků pokusů ve všech sledovaných typech sil. Na obrázku 8 je graficky zpracována závislost čísla pH a obsahu organických kyselin odděleně pro věže vzduchotěsné a pro věže otevřené. Závislosti byly zpracovány pouze pro sušiny vyšší než 35 %, protože krmiva s nižším obsahem sušiny nepřicházejí pro konzervaci ve vzduchotěsných věžích v úvahu. V rozmezí sušiny odpovídající oběma sledovaným typům sil nebyl ve srovnávaných ukazatelích zjištěn průkazný rozdíl. Proti celkovému vyjádření těchto závislostí v obou typech sil je samostatné vyjádření pro věže vzduchotěsné a otevřené ovlivněno menším množstvím naměřených hodnot, což vyjadřují zjištěné celkové nižší korelační koeficienty.

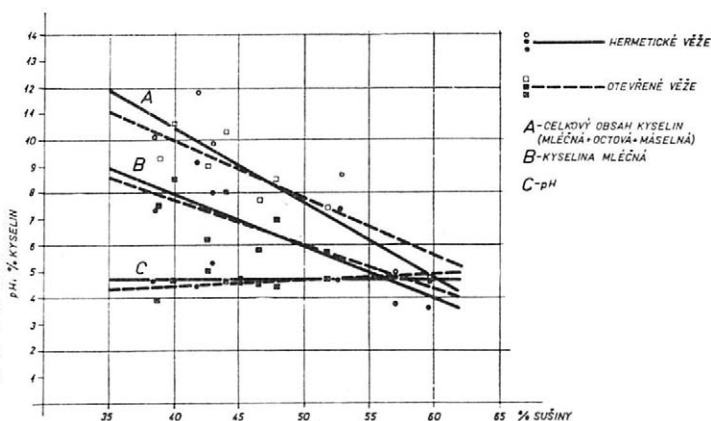
Závislost mezi celkovým obsahem kyselin a obsahem sušiny je dána u věží hermetických rovnicí

$$Y = 21,762 - 0,283 X$$

a u věží otevřených rovnicí

$$Y = 18,589 - 0,215 X$$

8. Závislost pH a obsahu organických kyselin (v absolutní sušině) na sušině krmiva konzervovaného ve věžích hermeticky uzavřených a ve věžích otevřených



Závislost obsahu kyseliny mléčné na původním obsahu sušiny je dána u věží vzduchotěsných rovnicí

$$Y = 15,916 - 0,200 X$$

u věží otevřených rovnicí

$$Y = 14,486 - 0,169 X$$

Závislost čísla pH na půdním obsahu sušiny pro věže vzduchotěsné je dána rovnicí

$$Y = 4,851 + 0,003 X$$

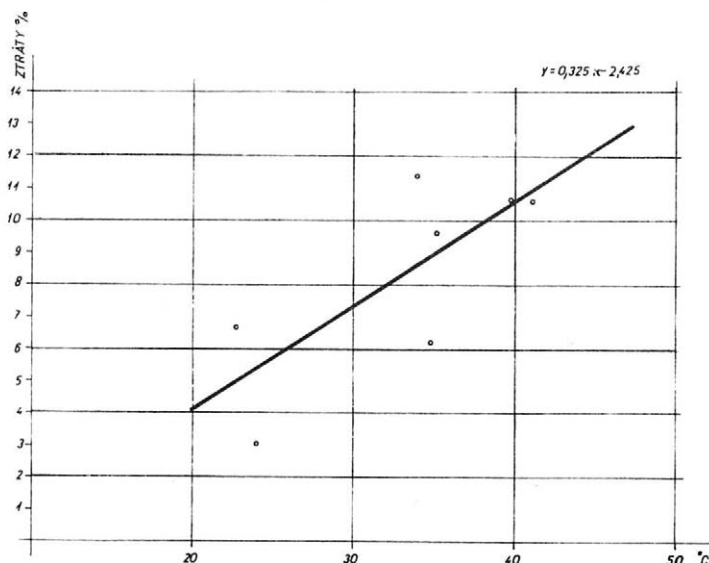
pro věže otevřené rovnicí

$$Y = 3,614 + 0,021 X$$

Porovnáme-li výsledky zjištěné u věží vzduchotěsných a otevřených, můžeme usuzovat, že při dodržení shodných podmínek konzervace je možné v obou typech sil vyrobit stejně kvalitní krmivo. Kvalita tohoto krmiva závisí u obtížně silážovatelných píce (bílkovinných a polobílkovinných) na stupni zavadnutí píce před konzervací. Pro horní hranici zavadnutí — asi 60% — platí, že čím je píce zavadlejší, tím je vyrobené krmivo kvalitnější. Vztah je možno vyjádřit lineární funkcí danou rovnicí

$$Y = 36,792 + 0,817 X \quad (r = 0,646)$$

Uvedená závislost je spolu s hodnotami získanými v otevřených i vzduchotěsných věžích graficky vyjádřena na obrázku 9.



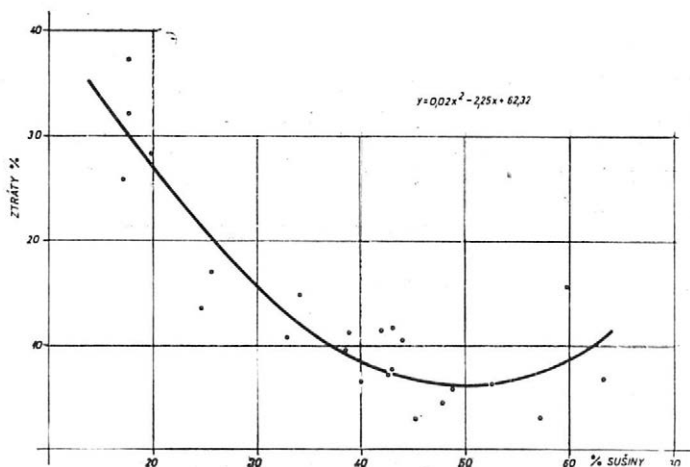
9. Závislost kvality bílkovinného a polobílkovinného krmiva na sušinně materiálu

### Ztráty při výrobě konzervovaných krmiv ve věžových silech

Ztráty, k nimž dochází během konzervace krmiv, jsou základním ukazatelem, podle něhož lze hodnotit ekonomickou výhodnost použité technologie. Cesty, které vedou ke snížení těchto ztrát a tím k uchování většího množství hodnotného krmiva, jsou prostředkem k dosažení nízkých nákladů na jednotku výroby. Zároveň při dodržení podmínek, za nichž dochází k nízkým ztrátám, je vyrobené krmivo velmi kvalitní. Snaha o zachování maximálního množství živin

v krmivu vede ke stále novým pokusům o konstrukci dokonalých skladovacích prostorů, které zaručují nízké ztráty pomocí dokonalé hermetizace prostředí. I při používání nejdokonalejších silážních zařízení v současné době je třeba dodržet také ostatní podmínky, které jsou předpokladem dokonalého využití předností těchto skladovacích prostorů. V našich provozních poměrech, v nichž jsou věžová sila používána převážně ke konzervaci bílkovinných píceň (vojtěška, jetel) a kukuřice, sklizených sklízecími stroji, které jsou schopné zaručit požadovaný výkon a požadovanou délku řezanky (minimálně 85 % částic 4 cm délky, maximálně 5 % částic delších než 8 cm), je nejdůležitější faktor ovlivňující výši ztrát sušina sklizené píce. Tento faktor se projevil při našem sledování konzervace ve všech věžových silech. V různých typech věžových sil byly konzervovány pícniny s obsahem sušiny v rozmezí 17 až 64 %.

Celkové ztráty zjištěné u krmiv s různým obsahem sušiny jsou vyjádřeny na obrázku 10. Z něj je patrné, že závislost ztrát na sušině materiálu je dána funkcí, kterou lze vyjádřit rovnicí



10. Závislost ztrát na sušině materiálu

$$Y = 0,023 X^2 - 2,251 X + 62,320$$

index korelace  $r = 0,916$ . Na základě této závislosti je zřejmé, že k minimálním ztrátám dochází při 50 % sušině materiálu. Se zvýšením zavadnutí se nebezpečí ztrát opět zvyšuje. Praktickou optimální hranici pro minimální ztráty je možno stanovit mezi 45 až 55 % sušiny. V tomto rozmezí se výše ztrát podstatně nemění. Uvedená závislost byla zjištěna zpracováním všech hodnot ztrát bez ohledu na použitý typ sila.

Pro zdůvodnění, zda zvolený typ podstatně ovlivňuje výši ztrát, byla vypočtena závislost ztrát na sušině odděleně u věží vzduchotěsných a otevřených. Konečné vypočtené křivky určené pro otevřené věže rovnicí

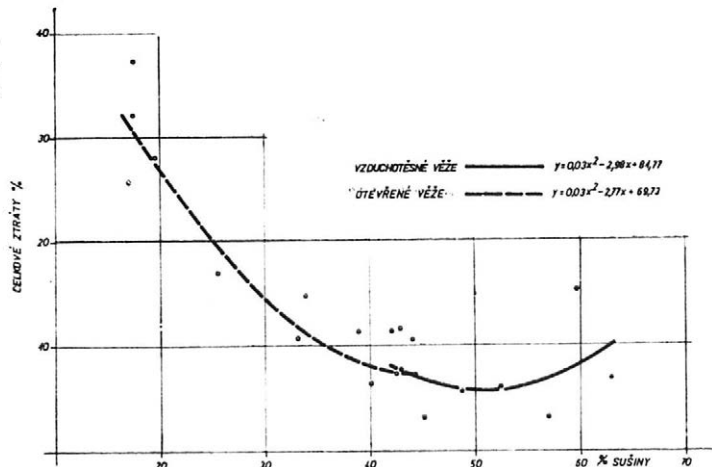
$$Y = 0,031 X^2 - 2,769 X + 69,727$$

a pro věže vzduchotěsné rovnicí

$$X = 0,029 X^2 - 2,977 X + 81,767$$

mají velmi podobný průběh. Obě dosahují minima v rozmezí, které je výše označeno jako hranice, ve které ztráty téměř nejsou ovlivněny výší sušiny. Jejich

# 11. Závislost ztrát na sušině materiálu v otevřených a vzduchotěsných věžích



částečný posun lze vysvětlit vyšší sušinou krmiva konzervovaného ve věžích vzduchotěsných a menší spolehlivostí vypočítaného vztahu, způsobenou menším množstvím hodnot, které byly pro zpracování k dispozici. Uvedené závislosti jsou graficky vyjádřeny na obrázku 11.

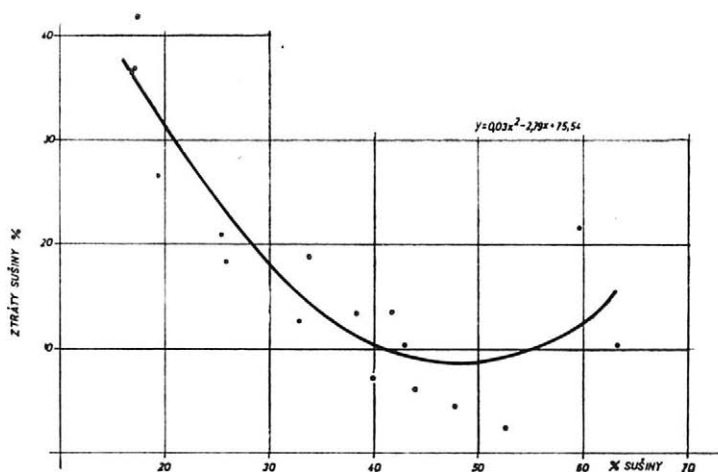
V podstatě shodná závislost jako u ztrát celkových byla zjištěna mezi ztrátami sušiny a obsahem sušiny v píci uskladněné ve věžových silech. Vztah je dán rovní

$$Y = 0,029 X^2 - 2,795 X + 75,540$$

s vysoce významným korelačním indexem  $r = 0,941$ . Závislost je vyjádřena na obrázku 12 a potvrzuje optimální obsah sušiny kolem 50 %.

## DISKUSE

Problematickou konzervace pícnin silážováním se zabývá řada autorů. Velká pozornost byla věnována této otázce zejména v evropských severských státech, v Holandsku, Belgii, Německu, Francii, Anglii a USA. Významné vědecké práce byly publikovány v SSSR. Množství prací souvisejících s tímto problémem stoupá



12. Závislost ztrát sušiny na původní sušině materiálu

v poslední době zvláště zaváděním celých komplexně mechanizovaných linek, u nichž je třeba navrhnout optimální podmínky pro výrobu krmiv, nejen z hlediska samotného biologického procesu, ale i z hlediska vlastností umožňujících použití mechanizačních prostředků. Proto je třeba udělat celkový rozbor podmínek ovlivňujících konzervační proces. Většina autorů přispívá k tomuto cíli objasněním dílčích problémů, jejichž výsledky jsou však pro složitost a velkou variabilitu podmínek často protichůdné a nemají obecnou platnost.

V pokusech jsme se snažili soustavným a logicky navazujícím výzkumem a získáváním dílčích výsledků a poznatků dospět k závěrům, které by měly všeobecnou platnost — zejména pro zdokonalení technologie silážování v praxi.

Jedním z dílčích problémů je stanovení vlivů délky řezanky konzervované píce na průběh fermentace. Otázka vhodnosti řezání píce pro průběh fermentace je jedním z příkladů nejednotnosti názorů různých autorů. *Hellberg* (1963) dokumentuje vhodnost řezání materiálu nižšími maximálními teplotami během konzervace, nižším číslem pH a příznivějším poměrem kvasných kyselin. *Andersson* (1953) vidí přednost řezání píce zejména v lepším využití skladovacího prostoru a v lepší manipulaci s krmivem. Z hlediska průběhu fermentačního procesu zjistil u řezaných jetelotrav, konzervovaných ve věžových silech, menší výskyt kyseliny máselné, nižší ztráty organické hmoty a příznivější pH. *Murdoch* (1960) zjistil u siláže z rozřezané píce rovněž nižší pH, vyšší procento kyseliny mléčné a nižší procento kyseliny máselné. Úspěch tohoto způsobu vidí zejména v lepší slehavosti siláže. Největší pozornost věnovali významu řezání píce *Zimmer* a *Gordon* (1964), kteří na základě mnoha pokusů i matematických propočtů odvozují, že řezání píce způsobuje při jinak stejných podmínkách snížení ztrát o 4,86 %. Příznivý průběh konzervace řezané píce vidí *Zimmer* (1962) v menší intenzitě dýchání, vyjádřené množstvím vyloučeného kyslíčnicku uhličitého, a ve vyšší tvorbě kyseliny mléčné v absolutním množství i v poměru k ostatním kyselinám. Své závěry potvrzuje i tím, že u krátce řezané píce proti píci dlouze řezané jsou podstatně nižší ztráty sušiny. V žádné práci uvedených autorů se nesetkáváme s přesným určením délky řezanky, jejíž překročení působí negativně na průběh konzervačního procesu.

Ve vlastních pokusech jsme potvrdili názor *Zimmerův* zjištěním, že dlouze řezaná píce produkuje při stejném obsahu sušiny podstatně vyšší množství kyslíčnicku uhličitého. V intenzitě kvašení byl zjištěn rozdíl u vlhkých siláží, u nichž dochází u dlouze řezané píce k vyšší tvorbě zejména kyseliny octové a kyseliny máselné. Při konzervaci pícnin s vyšším obsahem sušiny nebyl negativní vliv dlouhé řezanky zjištěn v žádném případě. Vyšší ztráty byly zjištěny při konzervaci dlouze řezaného zeleného jetele a zavadlé vojtešky. Naproti tomu při konzervaci dlouze řezaného zavadlého jetele nebyl zjištěn rozdíl ve ztrátách proti jeteli krátce řezanému.

Otázkou tvorby kyslíčnicku uhličitého jako nejdůležitějšího kvasného plynu se převážně zabýval *Könekamp* (1961), *Zimmer* (1962) a *Weise* (1966). *Weise* (1966) dospěl k závěrům v podstatě shodným s uvedenými výsledky v hodnocení intenzity tvorby kyslíčnicku uhličitého v závislosti na čase. Autor však při použití odlišného metodického postupu uvádí, že zjistil uvolňování kyslíčnicku uhličitého po celou dobu trvání svých pokusů (60 dní). Maximální hodnoty koncentrace kyslíčnicku uhličitého ve vzduchotěsných bilančních silech uvádí *Könekamp* (1961) a *Zimmer* (1962). Jejich výsledky se však týkají jen trav, řepného chrástu a brambor a nejsou tedy s našimi výsledky srovnatelné; navíc jde o krmiva netypická pro silážování ve věžových

silech. Zimmer (1962) odvodil závislost uvolňování kysličníku uhličitýho na obsahu sušiny v píci, která má — podobně jako závislost odvozená z našich pokusů — lineární charakter; z jeho matematického vyjádření nelze však učinit závěr o konečných hodnotách kysličníku uhličitýho ve vztahu k sušině. Gordon a Zimmer (1964) zjistili blízký vztah mezi tvorbou kysličníku uhličitýho a ztrátami sušiny. Tento vztah vyjadřují korelačním koeficientem  $r = 0,710$ .

Mnoho autorů věnovalo pozornost hodnocení konzervovaných krmiv z hlediska výše čísla pH a tvorby organických kyselin zvláště v souvislosti s různým obsahem sušiny v siláži. Snížení tvorby organických kyselin a zvýšení čísla pH zjistili Norfeldt (1958), Isajev a kol. (1965), Zimmer (1964) a K ö n e k a m p (1958). Labuda (1966) dokázal na základě rozborů velkého množství senáže a siláže úzkou statisticky významnou závislost mezi obsahem sušiny a obsahem kyseliny mléčné, a to i u siláže, u které bylo použito konzervačních přísad. Wrede a Burchardt (1967) sledovali průběh obsahu organických kyselin, kyseliny mléčné a pH v závislosti na sušině materiálu v rozmezí 15 až 45 %. Zjistili u obsahu organických kyselin a kyseliny mléčné klesající, u čísla pH stoupající, ale nezákonitou tendenci. Naproti tomu Gordon (1961) odvodil lineární závislost mimo jiné i pro celkový obsah kyselin a obsah kyseliny mléčné v píci a obsah sušiny v rozmezí 23 až 50 %. Došel k závěrům, že celkové množství kyselin v závislosti na sušině klesá, zatímco obsah kyseliny mléčné s přibývajícím sušinou stoupá.

V předkládaných pokusech byla prokázána úzká závislost mezi obsahem sušiny a tvorbou organických kyselin, které ve svém celku s přibývajícím sušinou klesají, přičemž kyselina mléčná klesá pomaleji než další kvasné kyseliny. Výše čísla pH má v provozních podmínkách s přibývajícím sušinou mírně stoupající tendenci. Tyto závěry odpovídají i zjištěnému vztahu mezi ztrátami a kvalitou krmiva, která je nejvyšší při podmínkách zaručujících nejnižší ztráty (sušina nad 45 %). Tento závěr je potvrzen výsledky K ö n e k a m p a (1958) i Zimera a Gordona (1964).

Pro získání kvalitního krmiva Zillbauer (1964) vidí jednu ze základních podmínek v rychlém naplnění sila, v závislosti na jeho velikosti alespoň do jeho poloviny nebo do dvou třetin. Rychlé naplnění je obecně doporučováno i v různých firemních materiálech výrobců silážních zařízení, z dostupné literatury nejsou však známy významné práce, které by se zabývaly podrobným rozбором vlivu délky plnění a vyjádřily vliv jejího prodlužování na konečný efekt silážování.

Z vlastních výsledků, které máme k dispozici, je vyjádřeno zvýšení ztrát způsobené různou dobou plnění u materiálu v rozmezí 40 až 55 % sušiny. Prodloužení doby plnění např. ze 6 na 11 dnů zvyšuje ztráty téměř trojnásobně. Zároveň bylo zjištěno, že do věže o obsahu 400 m<sup>3</sup> je možno maximálně uskladnit 950 až 2700 q materiálu, což odpovídá 500 až 750 q uskladněné sušiny.

V průběhu konzervačního procesu dochází zejména v závislosti na obsahu sušiny uskladněného materiálu k jeho zahřátí. Dijkstra (1961) se domnívá, že optimální teplotě siláže a jejímu vlivu na fermentační proces nebyla dosud věnována dostatečná pozornost a že tato otázka není dosud vyřešena. Wieringa (1960) udává, že je nemožné udržet teplotu konzervovaného materiálu pod 30 °C. Při vyšších teplotách snižuje se podle autora hladina kyseliny mléčné v siláži a stoupá množství kyseliny máselné. Tyto výsledky souhlasí s názory Murdocha (1960) a Hellberga (1963). Murdoch (1960) získal

lepší kvalitu vojtěškové siláže při teplotě 24 °C proti teplotě 39 °C. Za kritickou teplotu pro získání kvalitní siláže pokládá K ö n e k a m p (1958) 30 °C, D e M a n (1953) teplotu 35 až 40 °C. S určením vztahu mezi zvýšením teploty a výši ztrát při konzervaci se setkáváme pouze v práci J o u i n a (1962), který na základě exponenciálního vztahu vyvozuje, že ztráty, k nimž dochází při 20 °C, jsou dvakrát větší než ztráty při 15 °C.

V našich pokusech byly teplotní poměry podrobně sledovány a v průběhu fermentačního procesu byly zjištěny maximální teploty materiálu v rozmezí od 23 do 45 °C; kolísají především v závislosti na sušině uskladněného materiálu. Maximální teploty byly zjištěny až mezi 12. až 15. dnem a v době jejich maxima nebyl rozdíl u siláží proti senážím. Závislost mezi ztrátami a teplotou materiálu byla sice vyjádřena na rozdíl od J o u i n a (1962) lineárně, ale závěry, které z tohoto vztahu vyplývají, jsou s jeho závěry shodné. V pokusech bylo zjištěno, že zahřívání materiálu prudce klesá se zvyšováním obsahu sušiny v píci, přičemž se zlepšuje celková kvalita krmiva. Závěry autorů, kteří zjistili při vyšších teplotách zvýhodnění poměru kyseliny mléčné ke kyselině máselné (což bylo v našich pokusech potvrzeno), je možno pokládat za následek vlivu vyššího obsahu sušiny, který je předpokladem k dosažení těchto teplot.

Největší pozornost je v dostupné literatuře věnována otázkám výše ztrát při konzervaci. Právě tyto výsledky se nesnadně sjednocují, neboť autoři pracují za různých a těžko srovnatelných podmínek. Až na malé výjimky shodují se v názoru, že omezení ztrát je příznivě ovlivněno zavadáním materiálu. Je nutné však dodržet dobu silážní zralosti pícnin, jak uvádí H e r z i g (1953), v níž pícniny mají nejpríznivější obsah i poměr živin. Ve většině prací není ovšem přesně stanovena hranice tohoto zavadnutí. Tak např. H a g e m e i s t e r (1967), C u l p i n (1963) a B a r a n ě i c (1965) konstatují, že k nejnižším ztrátám dochází při zvýšeném obsahu sušiny. L a b u d a (1966) doporučuje konzervovat ve věžových silech s automatickým odběrem řezanou bílkovinnou píci o obsahu sušiny 45 až 50 %. Naproti tomu M u r d o c h (1960) upozorňuje na nebezpečí zvýšení ztrát, překročí-li se určitá hranice (35–40 %). K podobnému závěru dospěl i I s a j e v a k o l . (1965) při překročení sušiny asi na 50 %. Na nebezpečí vysokých ztrát při silážování příliš suchého materiálu upozorňuje i G o r d o n a k o l . (1959). Při silážování kukuřice dospěla S t e k a r o v á (1966) k závěru, že zavadnutí této plodiny je příčinou vyšších ztrát. C u l p i n (1963) doporučuje pro věže otevřené 30 %, pro věže hermeticky uzavřené 35 % sušiny (v jeho výsledcích s ohledem i na optimum na ztráty na poli). Podle G o r d o n a (1961) může minimum ztrát při konzervaci v provozních podmínkách činit 40 %. Zobecněním závislosti výše ztrát na obsahu sušiny se zabývali pracovníci Ústavu pro konzervaci pícnin ve Völkenrode — NSR. První vyjádření tohoto vztahu pochází od K ö n e k a m p a (1958). Zahrnuje rozmezí sušiny 15 až 50 % a má lineární charakter, z něhož vyplývá, že zvýšení obsahu sušiny o 10 % vyvolává snížení ztrát asi o 3 %. Z i m m e r (1967) při rozboru vlivu různých faktorů na konečné ztráty upozorňuje, že závislost ztrát na obsahu sušiny není možno pokládat za lineární. Přesto, že pokládá zvýšení zavadnutí o 10 % za příčinu poklesu ztrát asi o 2 %, upozorňuje na nebezpečí zvýšení ztrát při překročení hranice asi 45 až 50 % sušiny. Kvadratickou závislost ztrát na obsahu sušiny uvádí H ö n i g (1967). Podle jeho výsledků dochází k nejnižším ztrátám při konzervaci lučních trav v rozmezí 30 až 40 % sušiny. Při 50 % sušiny činí ztráty přibližně hodnotu získanou při 25 % sušiny.



Z uvedeného přehledu je zřejmé, že v dostupné literatuře neexistuje jednotné vyjádření tohoto vztahu, které by bylo praktickým vodítkem, zvláště při konzervaci bílkovinných píce. Tento stav vyplývá zřejmě z okolnosti, že k vyjádření určených vztahů je nutné shromáždit dostatečné množství výsledků, získaných za maximálně srovnatelných podmínek. Z našich pokusů vyplývá jednoznačný závěr, že při konzervaci píce ve věžových silech dochází ke snížení ztrát až do zavadnutí odpovídajícího 45 až 55 % sušiny. V tomto rozmezí se výše ztrát téměř nemění. Překročí-li se tato hranice, opět se zvyšují ztráty, které se při sušině 60 % rovnají ztrátám, k nimž dochází asi při 36 % sušiny. Tyto závěry byly potvrzeny mnoha pokusy v laboratorních i provozních podmínkách. Našimi pokusy bylo zároveň zjištěno, že je-li v otevřených věžích udržována podmínka vzduchotěsnosti prostředím dokonalým zakrytím materiálu, je v tomto typu věží možno vyrobit stejně kvalitní krmivo při stejných ztrátách, jako ve věžích vzduchotěsných. I v tomto bodě se názory autorů různí. Zatímco např. řada amerických autorů zjistila možnost dosáhnout minimálních ztrát (asi 2 %) stejně u věží vzduchotěsných jako u klasických věží otevřených, zjistili druzí ve věžích hermetických proti otevřeným věžím podstatně nižší ztráty (např. při 40 % sušině 13 % ztrát ve věžích otevřených proti 5 % ztrát ve věžích vzduchotěsných). Naše zjištění o rovnocennosti obou typů sil je důležité zejména z hlediska ekonomického posouzení pořizovacích nákladů věžových sil.

## ZÁVĚR

Z výzkumu, zaměřeného především na rozbor faktorů ovlivňujících konečnou kvalitu a ekonomickou výhodnost krmiva konzervovaného ve věžových silech, vyplývají následující závěry:

- Základní podmínkou výroby kvalitního krmiva je rychlá sklizeň hodnotné píce, na ni navazující rychlé naplnění věže, zajištění vzduchotěsnosti prostředí lze u zavadlého materiálu z množství kysličníku uhličitého přímo stanovit krmiva a jeho rychlá doprava do krmírny.

- Nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím výsledek konzervace je kromě druhu plodiny (její silážovatelnosti) obsah sušiny konzervované píce. Z hlediska konečné kvality krmiva i konečných ztrát je žádoucí, aby se obsah sušiny zavadlé píce pohyboval v rozmezí 45 až 55 %.

- Množstvím sušiny v konzervované píci je silně ovlivňován proces uvolňování kysličníku uhličitého během fermentace. Tento plyn, jehož množství je v úzkém vztahu ke konečným ztrátám, se uvolňuje nejintenzivněji během prvních tří až pěti dnů po naplnění věže. Intenzita uvolňování klesá v siláži s vyšší sušinou a pohybuje se u krátce řezané vojtěšky s obsahem sušiny 20 až 60 % v rozmezí 3,5 až 12 litrů na kg sušiny uskladněné píce. Ve vzduchotěsném prostředí lze u zavadlého materiálu z množství kysličníku uhličitého přímo stanovit výši ztrát sušiny. V provozních podmínkách reaguje materiál na každé porušení hermetičnosti (zbytečné otevírání věží) další tvorbou kysličníku uhličitého, a tedy dalším zvýšením ztrát.

- Se zvyšováním sušiny v konzervované píci snižuje se celkové množství kvasných kyselin a mění se jejich vzájemný poměr ve prospěch kyseliny mléčné proti kyselině máselné a octové. Číslo pH se s přibývajícím sušinou současně zvyšuje.

- Z podrobného sledování tvorby kyseliny mléčné a uvolňování kysličníku uhličitého vyplývá, že k nejintenzivnějším změnám v píci dochází v prvních

čtrnácti dnech po naplnění. Konec fermentačního procesu leží mezi 28. až 42. dnem.

— Maximální teploty konzervovaného materiálu byly zjištěny ve věžových sílech v období mezi 12. až 15. dnem po naplnění. Nejvyšší teplota, při níž bylo získáno ještě velmi zdařilé krmivo, se pohybuje okolo 35 °C.

— Krátké pořezání konzervované píce ovlivňuje kromě spolehlivosti použitých strojů příznivě i slehnutí materiálu, při němž je vypuzen nežádoucí vzduch z prostorů mezi jednotlivými částicemi píce a přispívá tedy k lepšímu využití silážních staveb.

— Podmínkou pro získání kvalitního krmiva s nízkými ztrátami je naplnění věže o objemu 400 m<sup>3</sup> nejdéle během šesti dnů. Překročí-li se tato doba, zvyšují se ztráty při devítidenním plnění asi na dvojnásobek, při jedenáctidenním plnění asi na trojnásobek nejnižších zjištěných ztrát.

— V kvalitě krmiva a výši ztrát zjištěných v investičně nákladnějších věžích vzduchotěsných nebyl proti jednodušším věžím otevřeným shledán podstatný rozdíl. U věží otevřených je nutné zajistit hermetičnost prostředí (která je u vzduchotěsných věží dána konstrukcí stavby) důkladným zakrytím materiálu, nejlépe vrstvou řezané slámy a fólií z PVC.

— Výsledky získané v oblasti konzervace pícnin musí být podkladem pro sestavení technologických linek pro sklizeň silážních plodin, jejich dopravu, konstrukční řešení silážních věží a navazující krmné linky.

## Literatura

- ANDERSSON Y., 1953, Försök med ensilering i gravsilos samt av haskat och chackat foder. Versuche bei ULTUNA, Uppsala.
- BARANČIĆ F., 1965, Provéření velkovýrobní technologie pícnin s vyšším obsahem sušiny. Závěrečná zpráva VÚVZ.
- CULPIN C., 1963, Ensilage des fourrages herbages ou legumineux à forte proportion de matière sèche. AGRI (WP. 2/77).
- DE MAN J. C., 1953, The Influence of Temperature on Silage. Netherl. Journal of Agriculture Science 1.
- DIJKSTRA N. D., 1961, Onderzoek naar de verliezen bij de hooiwinning volgens de schnurhooimethode-Neth. Journal Dairy Science 44, 1.
- GORDON C. H., 1959, Service — United States Department of Agriculture. AGRI-CULTURAL RESEARCH 22-30, November.
- GORDON C. H., 1961, Preservation and feeding value of alfalfa stored as hay, haylage and directcut silage. Journal Dairy Science 44, 1.
- HAGEMEISTER H., 1967, Untersuchungen über Verluste bei Gärheu, Frischgras und Mischsilagebereitung sowie über den Silageverzehr. Das wirtschaftseigene Futter, Band 13/4.
- HELLBERG A., 1963, Vliv délky řezanky na měrnou hmotnost, teplotu a kvalitu siláže. Lantmannen 13, Švédsko.
- HERZIG J., 1953, Biologická a biochemická podstata silážování. Za socialistické zemědělství 11.
- HONIG H., 1967, Gärvorgang, Verluste und Qualität bei der Konservierung von Mähweidegras mit unterschiedlichem Trockensubstanzgehalt. Das wirtschaftseigene Futter, Band 13/4, 1967.
- ISAJEV F., FRANZ J., NOVÁK J., 1965, Silážování pícnin s vyšším obsahem sušiny. Za socialistické zemědělství 4.
- JOVIN C., 1962, L'importance des pertes lors de la récolte et de la conservation des fourrages. Journal d'études sur la récolte et la conservation des fourrages, Paris.
- KÖNEKAMP A. H., 1958, Konservierungsverluste und Verwertung von Gärfutter. Das wirtschaftseigene Futter 1.
- KÖNEKAMP A. H., 1961, Zamezení přístupu vzduchu k siláži. Futterkonservierung 2.
- LABUDA J., 1966, Vliv stupně zavadnutí vojtěšky seté na průběh senážování a na změny složení senáže. Poľnohospodárstvo XII, 8.

- MURDOCH J. C., 1960, The effect of mechanical treatment on the rate of drying and loss of nutrients in hay. *Journal British Grassl. Society* 15, 1.
- NORDFELDT S., 1958, Kungl. Nadbrukshökskolan och statens landbruksförsök. Statens Hundsjuersförsök Meddelanden, No 69.
- STEKAR J., 1966, Beeinflussung der Siliervorgänge durch Anwelken der Pflanzen. Symposium o vědeckých základech silážování, Rostock.
- WEISE G., 1966, Untersuchungen zur Dynamik des Grünfuttersilagen. Symposium o vědeckých základech silážování, Rostock.
- WIERINGA G. W., 1960, Some factors affecting silage fermentation, *Proc. 8. International. Grassl. Congres.*
- WREDE H., BURCHARDT J., 1967, Schnellverfahren zur Trockenmassebestimmung von Grassilage. Mitteilung DLG, 82, 15.
- ZILLBAUER J., 1964, Erfahrungen mit hermetic-silos. *Landtechnik* 5.
- ZIMMER E., 1962, Gärfutterbereitung im Futterbaubetrieb, Gärverlauf, Nährstoffverluste. *Landbau Forschung Völkensrode*, 4.
- ZIMMER E., GORDON G. H., 1964, Účinky zavadnutí, rozměňování a přístupu vzduchu na ztráty a kvalitu silážívaného vojtěšky. *Journal Dairy Science* 4.
- ZIMMER E., 1964, Untersuchungen über Gärfutter-Sickersaft. Das wirtschaftseigene Futter, Heft 1.
- ZIMMER E., 1967, Nährstoffverluste bei der Vergärung von Futterpflanzen. Das wirtschaftseigene Futter, Band 13, Heft 4.

Došlo dne 25. 8. 1970

### Теоретические основы производства сенажа

В работе прежде всего изучались факторы, непосредственно влияющие на ход ферментационного процесса и на потери, возникающие при хранении. Для подытоживания зависимости были применены результаты, полученные при изучении ферментационного процесса в разных типах силосных башен в течение нескольких лет.

Для изучения влияния продолжительности наполнения на конечную величину потерь корма исследовалась зависимость между потерями и разной продолжительностью наполнения у материала, у которого величина потерь не зависит от величины сухого вещества, т. е. у материала с содержанием сухого вещества 40—55 %. Было доказано, что с увеличением времени наполнения с 6 до 11 дней потери возрастут в три раза.

Температура материала, хранимого в силосных башнях, достигает максимальной величины между 12—15 днем. Величина температуры зависит прежде всего от содержания сухого вещества в хранимом корме. Из кривой зависимости очевидно, что максимальные температуры при консервировании зеленых кормовых трав с содержанием сухого вещества свыше 45 % не превысят 35°. Зависимость качества корма от подогрева материала подтверждают 35°C в качестве максимума, при которых можно получить сенаж очень хорошего качества. С повышением температуры качество корма понижается.

Высоко достоверная зависимость была установлена при оценке качества корма, приготовленного из зеленых кормовых трав с разным содержанием сухого вещества. С возрастанием содержания сухого вещества общий процент органических кислот в сенаже падает.

Общие потери, возникающие при консервировании кормов с разным содержанием сухого вещества, минимальны при 50 % сухого вещества в материале. При недостаточном и, наоборот, при слишком высоком подвяливания опасность потерь опять возрастает. Практической оптимальной границей подвяливания для получения минимальных потерь можно считать границу между 45° и 50° сухого вещества.

### Theoretical Basis of the Production of Haylage

The study concerns first of all the factors directly influencing the course of the fermentation process and the losses occurring as a result of storing. The aggregative expression of the dependences is based on the results obtained in the course of an examination of the fermentation processes in different types of tower silos; the examinations were undertaken for several years.

In order to obtain an expression of the effect of the time of filling on the final losses, the dependence of losses on the different time of filling was studied in a material in which the amount of losses is not influenced by the percentage of

dry matter, i. e. in material containing 40 to 55 per cent of its volume as dry matter. It was demonstrated that the prolongation of the time of filling from 6 to 11 days resulted in an almost three-fold loss.

The temperatures of the material stored in tower silos reach their maximum between the 12th and 15th days. The level of temperature depends mainly on the content of dry matter in the stored fodder. It is apparent, judging from the course of the observed dependence, that the maximum temperatures do not exceed 35 °C in the preservation of fodders containing more than 45 per cent of their volume as dry matter. The dependence of the quality of the feed on the self-heating of the material proves that 35 °C is the maximum at which a very good haylage can be obtained. The quality of the fodder is cut down with increasing temperature.

A highly significant dependence was found in the evaluation of the quality of the fodder prepared from fodder plants with different dry matter contents. Increasing content of dry matter entails a decrease in the total percentage of organic acids in haylages.

Total losses occurring in the preservation of feeds with different dry matter contents are at their minimum value when the dry matter content of the material is 50 per cent. If the degree of wilting is too high or too low, the hazard of losses is increased. A practical optimum marginal value of wilting for the obtaining of the maximum reduction of losses is somewhere between 45<sup>0</sup> to 50<sup>0</sup> of dry matter.

### Theoretische Grundsätze der Halbheuproduktion

In der Arbeit wurden vor allem die den Verlauf des Fermentationsprozesses und die durch Lagerung entstandenen Verluste beeinflussenden Faktoren verfolgt. Um die Abhängigkeiten zusammenfassend auszudrücken wurden die im Laufe von Beobachtungen einiger Jahre erreichten Ergebnisse der Beobachtung des Fermentationsprozesses in verschiedenen Hochsilotypen benützt.

Um den Einfluß der Zeit der Füllung auf die endlichen Futterverluste auszudrücken, wurde die Abhängigkeit zwischen den Verlusten und der verschiedenen Zeit der Füllung beim Material, bei dem die Verlusthöhe nicht von der Höhe des Trockenmassegehalt, d. i. beim Material mit einem Gehalt von 40–55 % Trockenmasse, verfolgt. Es wurde gezeigt, daß durch Verlängerung der Zeit der Füllung von 6 auf 11 Tage die Verluste fast dreimal erhöht werden.

Die Temperaturen des in Hochsilos gelagerten Materials erreichen das Maximum zwischen dem 12–15 Tag. Die Temperaturhöhe wird vor allem von dem Trockenmassegehalt des gelagerten Futters beeinflusst. Von dem Verlauf der ermittelten Abhängigkeit erfolgt, daß bei der Konservierung von Futterpflanzen mit einem Trockenmassegehalt über 45 % die Maximaltemperaturen nicht 35 °C überschreiten. Die Abhängigkeit der Futterqualität von der Materialerwärmung bestätigen die 35 °C als Maximum, bei dem ein sehr gelungenes Halbheu erzielt werden kann. Mit der steigenden Temperatur sinkt die Futterqualität herab.

Eine sehr signifikante Abhängigkeit wurde bei der Qualitätsbeurteilung des, von Futterpflanzen mit verschiedenem Trockenmassegehalt vorbereiteten Futters ermittelt. Mit dem steigenden Trockenmassegehalt sinkt der gesamte Prozentsatz der organischen Säuren beim Halbheu herab.

Gesamverluste, die bei der Konservierung von Futter mit einem verschiedenen Trockenmassegehalt entstehen, sind minimal bei einer 50 %igen Trockenmasse des Materials. Bei einer ungenügenden oder im Gegenteil bei zu hoher Anwelkung erhöht sich wieder die Verlustgefahr. Die praktische optimale Anwelkungsgrenze, um minimale Verluste zu erzielen, kann zwischen 45 % bis 50 % Trockenmasse festgelegt werden.

### Bases théoriques de la production des fourrages préfanés ensilés

Dans le travail on suivait notamment les facteurs qui influencent en direct l'évolution du processus de fermentation et les pertes dues au stockage. A l'expression générale des dépendances on a utilisé les résultats obtenus au cours de l'étude du processus de fermentation durant plusieurs années et effectuée dans les différents types de silos-tours.

Pour exprimer l'influence de la durée d'alimentation sur les pertes finales d'aliments on étudiait la dépendance entre les pertes et la durée variée d'alimentation pour les matériaux chez lesquels le volume des pertes n'est pas influencé par la teneur en matière sèche, c'est-à-dire chez les matériaux comprenant 40—55 p. 100 de matière sèche. Il a été prouvé qu'en prolongeant la durée d'alimentation de 6 à 11 jours, les pertes augmentent presque trois fois.

Les températures des matériaux stockés dans les silos-tours atteignent leur maximum entre le 12<sup>e</sup> et 15<sup>e</sup> jour. Le degré de température est influencé en premier lieu par la teneur en matière sèche des aliments conservés. Il ressort clairement de la dépendance identifiée que les températures ne dépassent pas 35 °C quand on conserve les fourrages dont la teneur en matière sèche dépasse 45 p. 100. Le rapport entre la qualité des aliments et l'échauffement des matériaux est confirmé par la température de 35 °C qui constitue le maximum pouvant offrir des fourrages préfanés ensilés de très bonne qualité. A mesure que la température augmente la qualité des aliments se détériore.

Une corrélation très probante était identifiée lorsqu'on évaluait la qualité des aliments préparés à partir des fourrages dont la teneur en matière sèche est variée. A mesure que la teneur en matière sèche augmente, le pourcentage total des acides organiques des fourrages préfanés ensilés diminue.

Les pertes totales qui ont lieu pendant la conservation des aliments dont la teneur en matière sèche est différente, sont minima quand la teneur en matière sèche des matériaux est égale à 50 p. 100. Quand le fanage est insuffisant, ou au contraire trop poussé, on risque d'avoir les pertes plus élevées. La limite pratique optima de fanage, où les pertes sont minima, peut être située entre 45—50 p. 100 de matière sèche.

---

*Adresa autorů:*

Ing. Hedvika Mašková, ing. Jiří Havelík, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha 6 - Řepy, Gottwaldova 50

---

631.22.018 591.149.2

Jedním z hlavních předpokladů pro stavební a technické řešení bezstelivých provozů je dokonalá znalost fyzikálních vlastností výkalů. Dosud se při projektování staveb a zařízení pro bezstelivový provoz brala v úvahu pouze objemová hmotnost a sušina. Právě sušina však není pro klasifikaci výkalů charakteristickým znakem.

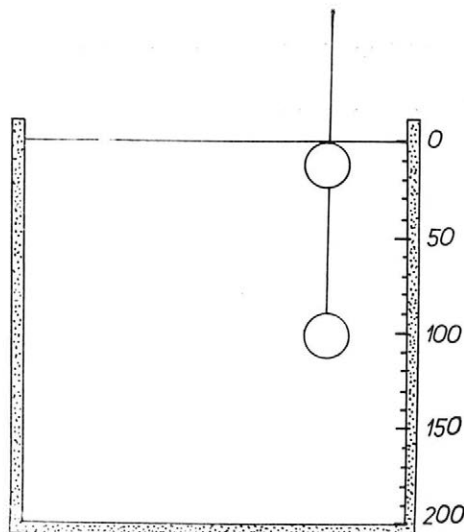
Výkaly o určité sušině mohou mít vlastnosti kapaliny, zatímco směs výkalů, moče a slámy o stejné sušině se může vyznačovat vlastnostmi sypké hmoty. Pro fyzikální vlastnosti hnoje je podstatný druh a velikost jeho částí, ovlivňující objemovou hmotnost a konzistenci. Zatímco údaje o objemové hmotnosti výkalů jsou k dispozici alespoň částečně, projevuje se zcela zřetelně a naléhavě nedostatek znalostí důležité vlastnosti výkalů — konzistence. Proto byly vypracovány metody, umožňující objektivní měření základních vlastností tekutých výkalů.

První metoda je založena na závislosti mezi konzistencí výkalů a pohybem tělesa, které se ve výkalech pohybuje volným pádem. Princip této metody byl zpracován ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky ve Weiheinstephanu. Teoreticky není pohyb tělesa kapalinou přímočarý, ale nepravidelně zakřivený ve směru nejmenšího kladeného odporu. Proto je pro těleso vhodný tvar koule, neboť průtokové poměry jsou konstantní a nezávislé na její poloze a natočení. U každého tělesa jiného tvaru se odpor mění a tím se mění i rychlost pádu v závislosti na směru proudění.

K pokusům byla použita koule s průměrem v daných možnostech co největším. Vnější průměr byl 90 mm; aby bylo možné popřípadě zvětšit rozsah měření, použilo se dělené duté koule, která dovoluje měnit váhu tělesa přidávanou zátěží. Kromě toho je těleso opatřeno očkem, za které se připevní k silonovému vláknu o průměru jeden mm. Délku silonového vlákna lze zvolit. Závisí na ní délka dráhy volného pádu tělesa kapalinou. V našem případě byla zvolena délka jeden metr.

Princip měření spočívá ve stanovení doby volného pádu tělesa v kapalině. Ta se logicky v různých hustých kapalinách buď zkracuje nebo prodlužuje. Výsledky měření se zaznamenávají v diagramech, přičemž určité hustoty jsou označeny určitým klasifikačním stupněm.

Při prvním ověřování přístroje se použilo jednoduché konstrukce přístroje s dřevěným měřítkem a ručně ovládanými mechanickými stopkami. Později byl navržen poloautomaticky pracující přístroj. Těleso je uloženo na elektromagneticky ovládaných podpěrách. Zapojením spínače dojde k jejich uvolnění a k po-



1. Schéma metody pro stanovení vlastností tekutých výkalů

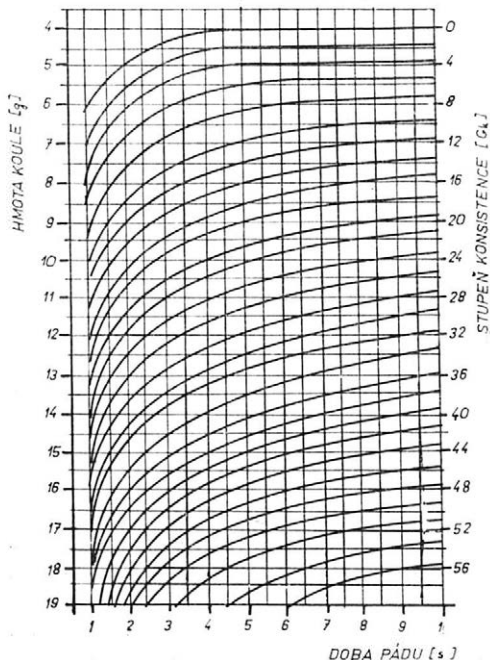
v praxi běžně vyskytují. Za povšimnutí stojí lineární průběh závislosti výkonu čerpadla na stupni konzistence od počátku čerpání až po nejvyšší výkon ( $Gk = 0$ ), který byl měřen zkušebně při čerpání čisté vody.

Stanovení optimální kapacity jímky s ohledem na stupeň konzistence a při použití čerpadel o různých výkonech ukazuje nomogram na obr. 4. K homogeni-

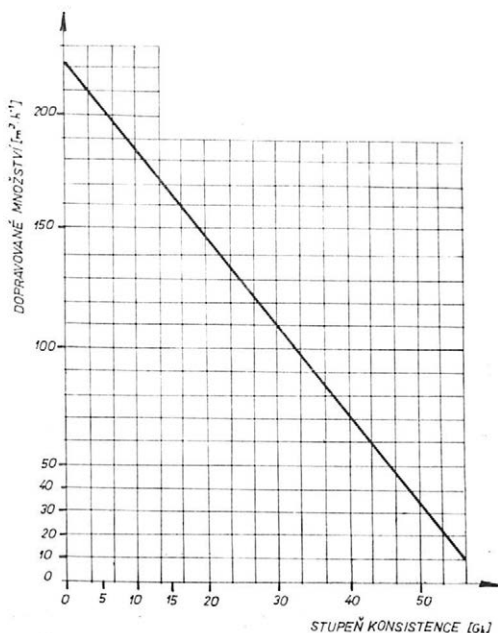
čátku volného pádu tělesa. Současně se začne registrovat čas na elektrických stopkách. Po proběhnutí stanovené dráhy tělesem se napne silonové vlákno, které působí na vypínač, ovládající zastavení registrace času. Takto je zaručeno naprosto přesné stanovení doby volného pádu tělesa.

Schéma měření je na obr. 1. Není zde však zachyceno schéma ovládacích prvků uvolnění tělesa a registrace času.

K praktickému použití této měřicí metody slouží nomogram na obr. 2, ze kterého vyplývají charakteristiky různých směsí tekutých výkalů. Využití metody je uvedeno při testování a zkouškách čerpadel na tekuté výkaly. Stav mezi výkonem čerpadla ( $m^3 h^{-1}$ ) a stupněm konzistence ( $Gk$ ) je vyjádřen na obr. 3. Pro měření vlivů stupně konzistence bylo použito výkalů, které se



2. Charakteristiky pro různé směsi tekutých výkalů

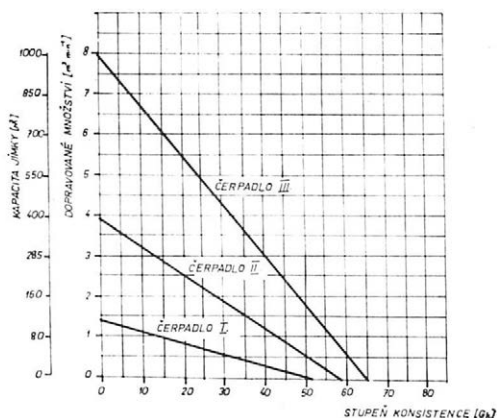


3. Vztah mezi dopravovaným množstvím a stupněm konzistence

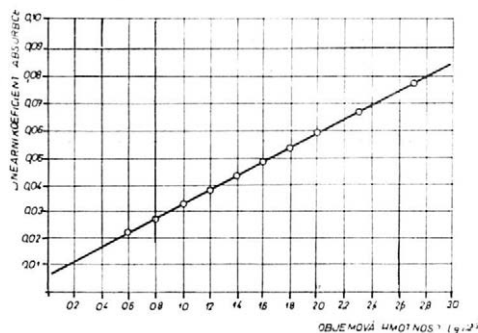
zaci tekutých výkalů dochází ve skladovacích respektive přečerpávacích jímkách za dobu 30 až 45 min. Z nomogramu je zřejmé, že čerpadlo o slabém výkonu lze použít pouze pro malé nádrže.

Pro zjišťování objemové hmotnosti se používá další měřicí metody, založené na pohlcování části radioaktivního záření při průchodu hmotou.

Aplikaci této metody pro stanovení objemové hmotnosti výkalů vypracoval RNDr. F. Kysela, CSc. z oddělení radiobiologie Ústavu experimentální botaniky ČSAV. Měřicí přístroj tvoří tzv. radioaktivní vidlice. V jednom jejím hrotu je uložen zdroj radioaktivního záření, ve druhém detektor záření. Vidlice, jejíž hroty mají konstantní vzdálenost, se ponoří nebo zarazí do hmoty. Objemová hmotnost se potom stanoví podle úbytku intenzity záření při průchodu vrstvou materiálu.



4. Nomogram pro stanovení optimální kapacity jímky



5. Lineární koeficienty skutečné absorpce radioaktivního izotopu Cs 137

Pro podobná měření se nejčastěji používají radioaktivní izotopy kobaltu (Co 60) nebo caesia (Cs 137). Tyto zdroje, které jsou k dispozici teprve v posledních letech, dávají velmi pronikavé záření gama. Jejich cena je poměrně nízká, neboť jde o izotopy získávané jako odpadní produkt. V našem případě byl pro snadnější dostupnost zvolen radioaktivní izotop Cs.

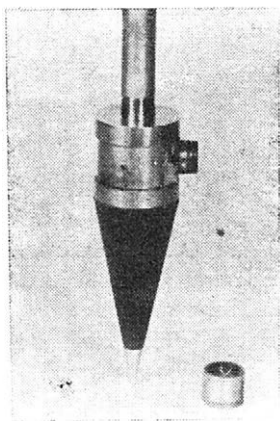
Při stanovení vzdálenosti hrotů vidlice se vychází z průběhu závislosti absorpce záření na objemové hmotnosti hmoty při průchodu různě silnou vrstvou této hmoty.

Úbytek intenzity záření je dán vztahem

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

kde:  $I$  – úbytek intenzity záření  
 $I_0$  – původní intenzita záření  
 $\mu$  – lineární koeficient absorpce  
 $x$  – síla vrstvy hmoty

K výpočtu je nutné znát hodnoty lineárního koeficientu absorpce, které lze nalézt ve fyzikálních tabulkách nebo v grafu na obr. 5. Úbytek intenzity záření se stanoví pro různou sílu vrstvy hmoty (25, 30, 50 a 100 cm) v rozsahu objemové hmotnosti 0,5 až 2 g cm<sup>-3</sup>. Po porovnání průběhu závislosti a po labo-



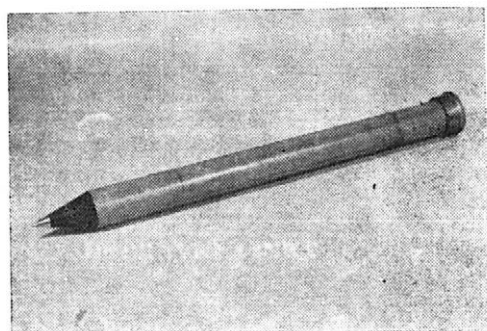
6. Pouzdro s radioaktivním izotopem

ratorním ověření funkčního modelu přístroje byla zvolena jako optimální vzdálenost hrotů hodnota 60 cm.

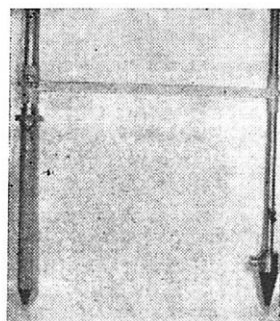
Princip měření spočívá ve stanovení úbytku intenzity záření při průchodu hmotou. Přístroj proto musí být vybaven zdrojem radioaktivního záření a vhodným detektorem záření. Přitom je nutné zajistit, aby byla dodržena stanovená vzdálenost zářiče a snímače. Povrchová úprava přístroje má být taková, aby vzdorovala nepříznivému působení agresivního prostředí.

Pouzdro, ve kterém je uložen radioaktivní izotop, je zhotoveno z mosazi (obr. 6). Vnitřní prostor pouzdra vyplňuje olověné jádro; proto je možné tento díl používat i jako transportní kontejner. Izotop se do pouzdra vkládá po sejmutí víka kanálkem, vrtaným v ose olověného jádra. Druhým kanálkem,

horizontálně vrtaným, je po sejmutí zátky vymezován úzký svazek paprsků gama, usměrněný na střed detektoru. Ionizační detektor s Geiger-Müllerovou trubicí je uložen v novodurovém pouzdře (obr. 7). Toto pouzdro se připevňuje zvláštní spojkou k několikadílné duralové trubce. Vodiče spojující detektor s měřicím za-



7. Pouzdro se snímačem záření



8. Celkový pohled na přístroj pro měření objemové hmotnosti výkalů

řízením jsou touto duralovou trubkou protaženy a chráněny před působením vlhkého prostředí. Celkový pohled na sestavení přístroje je na obrázku 8.

Na obrázku 9 je cejchovní křivka přístroje, na které odečítáme objemovou hmotnost přímo na základě naměřených hodnot.

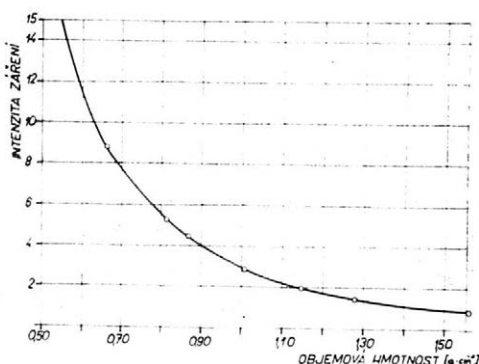
## Z Á V Ě Ř

Navržené měřicí metody slouží ke zjištění fyzikálních vlastností výkalů, které jsou nejzávažnější při stavebním a konstrukčním řešení stájí a strojních zařízení pro bezstelivový provoz. Měřicích metod lze použít při stanovení stupně

konzistence a objemové hmotnosti výkalů.

Na základě měření byly stanoveny:

1. Charakteristiky různých směsí tekutých výkalů.
2. Závislosti výkonu čerpadla na stupni konzistence výkalů.
3. Optimální kapacity jímek s ohledem na stupeň konzistence výkalů a potřebné výkony čerpadel.



9. Cejchovní křivka přístroje

## Literatura

MIŠKOVSKÝ I., 1961, Radioaktivní izotopy v praxi. Praha.

Došlo dne 25. 8. 1970

## Методы определения физических свойств экскрементов

Предложенные методы измерения служат для определения физических свойств экскрементов, которые являются самыми важными при строительном и конструктивном решении коровников и машинного оборудования для бесподстилочной эксплуатации. Методы измерения могут быть применены при определении степени консистенции и объемного веса экскрементов.

На основе измерений были определены:

1. Характеристики разных смесей жидких экскрементов.
2. Зависимость производительности насоса от степени консистенции экскрементов.
3. Оптимальные емкости ямок с учетом степени консистенции экскрементов и необходимой производительности насосов.

## Methods to Determine Physical Properties of Dung

The proposed measuring methods serve to determine the physical properties of dung, which are most relevant in the building and construction solution of housings and machine equipment for bedding-free operation. Measuring methods can be used to determine the degree of consistency and mass volume of dung.

On the basis of measurements the following was determined:

1. Characteristics of various mixtures of fluid dung
2. Dependence of the pump output on the degree of dung consistency
3. Optimal sump capacity with respect to the degree of dung consistency and the necessary pump output.

## Feststellungsmethoden der physikalischen Exkrementeneigenschaften

Die vorgeschlagenen Meßmethoden dienen zur Feststellung der physikalischen Exkrementeneigenschaften, die bei der Aufbau- und Konstruktionslösung der Ställe und Maschineneinrichtungen für streulosen Betrieb. Meßmethoden können zur Feststellung des Konsistenz- und Massenvolumengrades der Exkremente benützt werden. Auf Grund der Messungen wurde folgendes festgestellt:

1. Charakteristiken verschiedener Mischungen flüssiger Exkremente
2. Abhängigkeiten der Pumpenleistung von dem Grad der Exkrementekonsistenz
3. Optimale Grubenkapazität mit Rücksicht auf den Grad der Exkrementekonsistenz und die notwendigen Pumpenleistungen.

## Méthodes d'identification des propriétés physiques des excréments

Les méthodes de mesure proposées servent à l'identification des propriétés physiques des excréments qui sont les plus importantes pour la construction des étables et pour celle des dispositifs employés dans les étables sans litière. Les méthodes de mesure peuvent être utilisées pour la détermination du degré de consistance et du poids volumétrique des excréments. Sur la base des mesures on a déterminé:

1. Les caractéristiques des mélanges variés d'excréments liquides.
2. La dépendance entre le rendement de la pompe et le degré de consistance des excréments.
3. Les capacités optima des collecteurs par rapport au degré de consistance des excréments et les rendements nécessaires des pompes.

---

### Adresa autorů:

Ing. Miloslav Velebil, CSc., ing. Miloš Chalupa, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha 6 - Řepy, Gottwaldova 50

---

631.222:628.8 636.1.083.6

Kolektivizácia nášho vidieka pred 20 rokmi bola oprávnené zdôvodňovaná aj tým, že v malovýrobe je možnosť využívania mechanizácie minimálna a nerentabilná. Postupujúca mechanizácia do poľnohospodárskej výroby, najmä univerzálna, mala síce veľký vplyv na znižovanie stavov koní v ČSSR, ale úplne ich ešte ani dnes nevylučuje.

Po 20ročných skúsenostiach vo využívaní strojov v poľnohospodárskej veľkovýrobe sa ukázalo, že kôň zostáva aj naďalej vhodným a nepostrádateľným doplnkom traktora. Vzájomný pomer medzi počtom traktorov a koní je daný charakteristikou ich práce a ďalšími špecifickými podmienkami výrobných oblastí (horské, podhorské, nížinné).

Vzhľadom na skutočnosť, že sa u nás požiadavkami ustajňovania koní a výstavby kvalitných koniarní takmer ešte nik nezaoberal, bolo nutné venovať i týmto problémom výskumu patričnú pozornosť. Treba brať do úvahy okolností, že odchov žriebät je pomerne veľmi nákladný a aj úžitkovosť koňa je pri 20 i viac ročnej eksploatacii zo všetkých hospodárskych zvierat najdlhšia.

## CHOV KONÍ V ČSSR A ICH RAJONIZÁCIA

Na historických pamiatkach z dôb hlinenej korešpondencie zachovali sa v oblasti strednej Ázie záznamy, ktorými si jednotliví panovníci vyjadrovali už v dávnej minulosti obojstrannú zdvorilosť takto: „Zdravím Teba kráľu, Tvoj dvor, Tvoje kone...“. Z uvedeného vyplýva, že kôň sprevádzal človeka už z dôb predhistorických.

Zakladateľmi domestikácie koní boli teda podľa záznamov stredoazijské národy, ktoré si vo svojej pravlasti zdomácnili dva divokožijúce druhy koní, tj. kertáka a farpana. Kerták bol druh zdatnejší a vyšší a bol tiež údajne menej bojácny ako farpán.

Chov koní na území našej republiky má tiež v dávnej minulosti svoju bohatú tradíciu. Najmä Slovensko ešte ako súčasť bývalej uhorskej krajiny podieľalo sa už v dávnych dobách na slávnej histórii chovu koní v Uhrách, odkiaľ sa k nám dostali ušľachtilé druhy teplokrvných koní, najmä zo známych miest žrebčincov, ktoré pre informáciu uvádzame na obrázku 1.

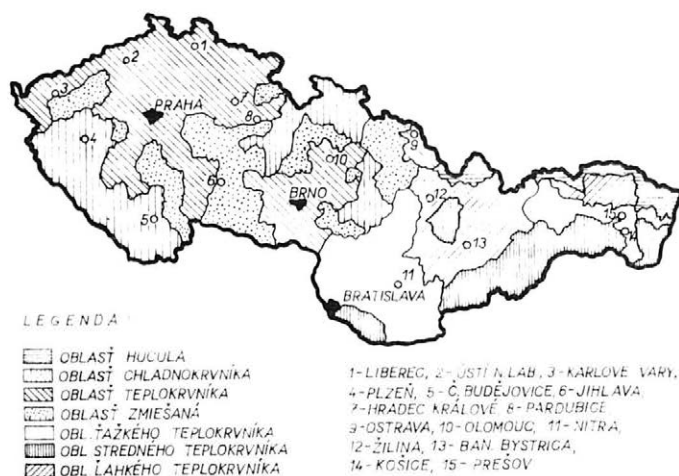
Aj v súčasnom období sa chová na našom území podľa stanovenej rajonizácie výhradne iba kôň teplokrvný a malý horský kôň — hucul. Teplokrvný chov je zastúpený nasledovnými plemenami: orientálny polokrvník, lipican, nónius a anglický polokrvník.



1. Rozloženie zrebčínov na území bývalého Rakúsko-Uhorskeho štátu

Ako vyplýva z obrázku 2, orientálny polokrvník chová sa spolu s lipicanom najmä v horských oblastiach stredného a severného Slovenska, pričom svojím vplyvom zasahuje i do oblastí nížinných. Do oblastí rovinných s ťažkými a úrodnými pôdami a s intenzívnym hospodárstvom dostávajú sa ťažšie teplokrvné plemená koní, najmä nónius a anglický polokrvník. Do oblastí vyložene horských dáva sa prednosť malému horskému druhu koní — huculovi. Podrobnejšiu charakteristiku koní navrhnutých rajonizáciou pre chov na území Slovenska uvádzame v tabuľke I.

Trochu iný vývoj prebiehal v chove koní v českých zemiach, kde — ako vidíme na obr. 2 — sú i oblasti s chovom chladnokrvných koní.



2. Rajonizácia chovu koní v ČSSR

|                     | Váha v kg | Výška v kohútiku v cm | Dospievanie v rokoch | Dĺžka užitočnosti v rokoch |
|---------------------|-----------|-----------------------|----------------------|----------------------------|
| Nonius              | 570       | 168                   | 6                    | nad 20                     |
| Anglický polokrvník | 530       | 165                   | 6                    | nad 20                     |
| Lipican             | 500       | 163                   | 6                    | nad 20                     |
| Arabský polokrvník  | 470       | 160                   | 6                    | nad 20                     |
| Hucul               | 350       | 145                   | 5                    | do 20                      |

Aj v súčasnom období sú zriadené na území ČSSR štátne žrebčiny, ktorých poslaním je hlavne chov elitných koní pre zlepšovanie kvality zemského chovu. Ide najmä o také centrá, ktoré už majú dlhodobú tradíciu a aj niektoré nové, ktoré pre celkový prehľad uvádzame tiež aspoň orientačne:

- najstarší žrebčín v Kladrubech n. Labem, založený v r. 1579,
- pomerne mladší žrebčín v Netolicích,
- štátny žrebčín v Slatiňanech,
- štátny žrebčín v Napajedlách, založený v r. 1886,
- štátny žrebčín v Albertovci,
- štátny žrebčín v Horných Motešiciach,
- štátny žrebčín v Topolčiankach,
- štátny žrebčín v Novom Tekove.

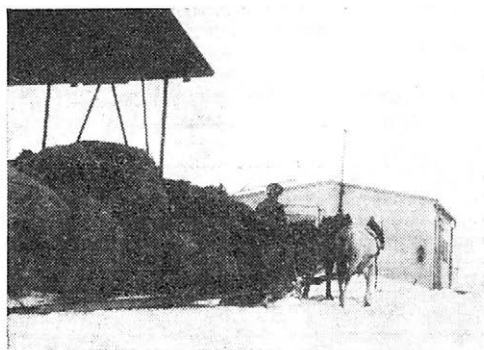
Okrem uvedených štátnych žrebčínov zaoberajú sa chovom ušľachtilých koní tiež niektoré šľachtiteľské stanice a štátne majetky, ako napr. Bajč, Xaverov, Hubice, Muráň, Šamorín a ďalšie.

Vo vývoji chovu koní zohrali veľký význam otázky spôsobu ich využívania či už na jazdu, mlieko, mäso, na ťah pri doprave, v službách pošť, pri obrábaní pôdy, v lesoch alebo pri využívaní koní v armáde apod.

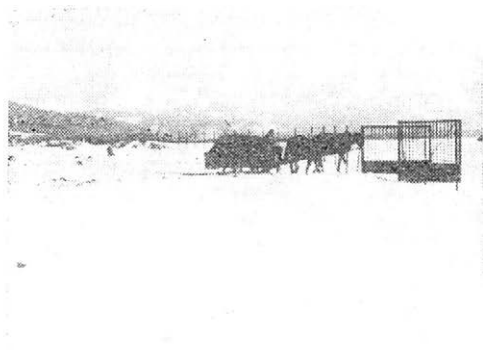
V poslednom období začína do určitej miery chov koní vytláčať vo svete, ale tiež u nás, mechanizácia tak v rastlinnej ako aj v živočíšnej výrobe. Podľa pôvodnej rajonizácie chovu koní a vyčíslenia ich stavov malo byť do roku 1960 na území našej republiky celkom 549 377 koní. Situácia sa však vyvíjala trochu iným smerom a dnes, ako to vyplýva zo správ, vytlačila mechanizácia z československého poľnohospodárstva za 11 rokov (1955–1966) 355 000 ťažných koní. Začiatkom roku 1966 ich bolo v našom poľnohospodárstve iba 188 000. V niektorých krajinách, ako v Anglii, NSR, Švédsku alebo vo Francii, majú úbytok koní dokonca ešte väčší.

## POŽIADAVKA NA STAVBY PRE USTAJNENIE KONÍ

Mnohé špecifické vlastnosti stavieb pre ustajnenie koní si vyžadovali ich posúdenie z hľadiska ustajňovacej klímy, tepelnej rovnováhy objektu, teplotných a tepelnoakumulačných schopností obvodových konštrukcií (stien, stropu, podlahy) a posudzovanie z hľadiska navlhčovania stavebných hmôt a migrácie vlhhy v konštrukciách v priebehu ročného obdobia.



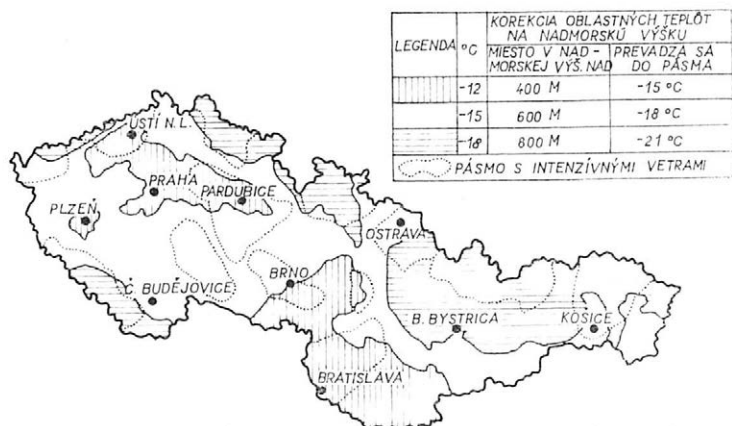
3. Využitie koní v oblasti Vysokých Tatier v zimnom období



4. Využitie koní vo vnútropodnikovej doprave v oblasti Vysokých Tatier

Pri navrhovaní a posudzovaní stavieb pre ustajnenie ťažných koní vychádzame v našich klimatických podmienkach z požiadaviek, že stavby budú cez zimné obdobie vykurované iba teplom, ktoré budú produkovať ustajnené zvieratá. Tieto okrem tepla produkujú i vodnú paru, ktorá musí byť z objektu sústavne odvádzaná. Prakticky to znamená, že produkované teplo ustajnenými zvieratami musí kryť požiadavku na udržiavanie optimálnej klímy v objekte a všetky straty tepla spôsobené obvodovými konštrukciami a výmenou opotrebovaného vzduchu. Musí sa prihliadať pri posudzovaní stavieb súčasne na to, že v čase pracovného dňa, keď sú kone na práci v prírode, je vykurovanie stajne prerušené (obr. 3 a 4). Po návrate zvierat do stajne máme záujem, aby pokles teploty vzduchu v objekte bol v čo najkratšom čase zvýšený a aby bola dosiahnutá opäť optimálna ustajňovacia teplota, tj.

$$t_{\min} = 6^{\circ}\text{C}, t_{\text{opt}} = 10 - 12^{\circ}\text{C}, \varphi_{\max} = 85\%$$



5. Mapa klimatických oblastí ČSSR

Pri navrhovaní a posudzovaní stavieb pre ustajňovanie koní musíme naďalej vychádzať z podmienok, v ktorej klimatickej oblasti bude stavba realizovaná. Podľa odborovej normy a normy ČSN je územie ČSSR rozdelené do troch klimatických oblastí so zimnými výpočtovými teplotami vzduchu  $-12^{\circ}\text{C}$ ,

## II. Výpočet príkladu na počítači GIER

| Ustálený priebeh teplôt |                |                             |            |           |           |            |            |                |
|-------------------------|----------------|-----------------------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|----------------|
| $z$                     | $t_i$<br>18,00 | 1<br>15,47                  | 2<br>11,23 | 3<br>2,76 | 4<br>0,04 | 5<br>-2,69 | 6<br>-4,05 | $t_e$<br>-5,00 |
| čas hod.                | vnút. tepl.    | teploty v rovinách steny °C |            |           |           |            |            | vonk. tepl.    |
| 0,00                    | 18,00          | 15,47                       | 11,23      | 2,76      | 0,04      | -2,69      | -4,05      | -5,00          |
| 1,20                    | 18,00          | 15,47                       | 11,23      | 2,76      | 0,04      | -2,69      | -4,64      | -6,00          |
| 2,40                    | 18,00          | 15,47                       | 11,23      | 2,76      | 0,04      | -2,95      | -5,92      | -8,00          |
| 3,60                    | 18,00          | 15,47                       | 11,23      | 2,76      | -0,02     | -3,61      | -8,54      | -12,00         |
| 4,80                    | 18,00          | 15,47                       | 11,23      | 2,74      | -0,20     | -5,00      | -11,47     | -16,00         |
| 6,00                    | 18,00          | 15,46                       | 11,22      | 2,66      | -0,61     | -6,81      | -14,57     | -20,00         |
| 7,20                    | 18,00          | 15,45                       | 11,20      | 2,48      | -1,26     | -8,88      | -16,60     | -22,00         |
| 8,40                    | 18,00          | 15,43                       | 11,14      | 2,15      | -2,12     | -10,62     | -18,49     | -24,00         |
| 9,60                    | 18,00          | 15,39                       | 11,02      | 1,66      | -3,06     | -12,23     | -19,74     | -25,00         |
| 10,80                   | 18,00          | 15,32                       | 10,84      | 1,05      | -4,05     | -13,53     | -19,69     | -24,00         |
| 12,00                   | 18,00          | 15,23                       | 10,61      | 0,36      | -5,02     | -14,16     | -18,77     | -22,00         |
| 13,20                   | 18,00          | 15,13                       | 10,33      | -0,38     | -5,86     | -14,18     | -17,60     | -20,00         |
| 14,40                   | 18,00          | 15,01                       | 10,02      | -1,10     | -6,49     | -13,85     | -15,12     | -16,00         |
| 15,60                   | 18,00          | 14,89                       | 9,70       | -1,75     | -6,93     | -12,78     | -12,32     | -12,00         |
| 16,80                   | 18,00          | 14,78                       | 9,40       | -2,28     | -7,08     | -11,27     | -9,35      | -8,00          |
| 18,00                   | 18,00          | 14,68                       | 9,14       | -2,65     | -6,94     | -9,49      | -7,44      | -6,00          |
| 19,20                   | 18,00          | 14,61                       | 8,94       | -2,83     | -6,55     | -8,01      | -6,24      | -5,00          |
| 20,40                   | 18,00          | 14,56                       | 8,82       | -2,81     | -6,05     | -6,90      | -6,37      | -6,00          |
| 21,60                   | 18,00          | 14,55                       | 8,78       | -2,63     | -5,52     | -6,48      | -7,37      | -8,00          |
| 22,80                   | 18,00          | 14,56                       | 8,81       | -2,35     | -5,09     | -6,66      | -9,80      | -12,00         |
| 24,00                   | 18,00          | 14,59                       | 8,91       | -2,05     | -4,83     | -7,71      | -12,59     | -16,00         |

-15 °C a -18 °C (obr 5). V metodike plnenia jednotlivých výskumných prác boli brané do úvahy všetky základné faktory, ktoré vyplývali z požiadaviek koní, ustajňovacej klímy a teplotníky obvodových konštrukcií. Spájanie výskumu s experimentálnym meraním v prevádzkových podmienkach stavieb s teoretickými výpočtami a laboratornými rozbormi nám potvrdili správnosť našej metodiky.

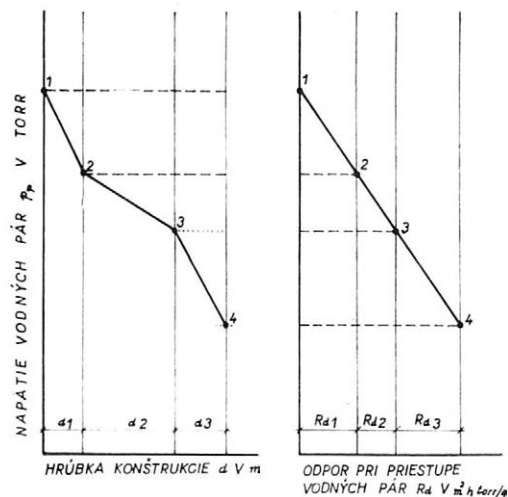
Pri teoretickom hodnotení vybraných typových stavieb na základe výsledkov z experimentálnych meraní boli prevádzané súčasne výpočty na samočinnom číslicovom počítači GIER. Ako vyplýva z príkladu v tabuľke II a na obrázku 6, použitie tohto spôsobu sa ukázalo veľmi výhodné aj okrem iných pre prednosti, ktoré vo svojej podstate prináša, tj. väčšia presnosť výpočtu približnými metódami, odstránenie dlhej a namáhavej práce, ktorá je spojená s tradičným spôsobom výpočtov doteraz používaným. Lhkosť, pohodlnosť a rýchlosť riešenia úloh na samočinnom číslicovom počítači nám dovolila previesť mnoho výpočtov (aj v rôznych pozmenených alternatívach konštrukcií) z údajov získa-

ných experimentálnym meraním. Porovnanie vypočítaných hodnôt s experimentálnymi hodnotami nám potom dovolilo výber vypočítaných prípadov, ktoré sa najlepšie zhodovali s experimentálnymi meraniami a takto zároveň určiť, ktoré fyzikálne deje vplývali v podstatnej miere na výsledné hodnoty.

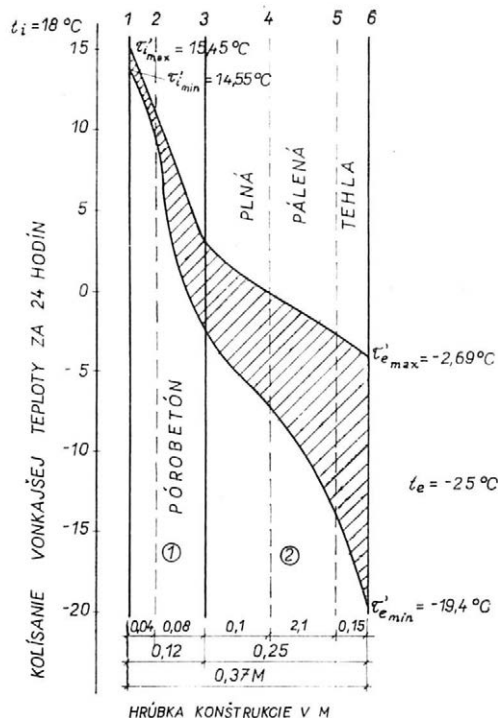
Vývoj samočinných počítačov nám iste raz dovolí navrhovať stavebné diela matematickými postupmi, ktoré sú bez použitia počítačov pre navrhovanie a posudzovanie stavieb z hľadiska teploty techniky ťažkopádne a dnes ešte nepoužiteľné. Veľmi priaznivé perspektívy sa rysujú pre naše pracovisko po dobudovaní rozpracovaných klimatizačných komôr, ktoré budú v prevádzke už v roku 1970. Pokusné modely (vo veľkosti v praxi vyrábaných panelov) budú v klimatizačnej komore napojené na vyvíjanú meráciu ústredňu, ktorá bude automaticky merané hodnoty dierkovať podľa kódu samočinného počítača GIER.

Pôjde teda o komplexný výskum po stránke teoretickej, laboratornej a experimentálnej.

Vážnym problémom stavebnej teploty techniky v poľnohospodárskych stavbách, ako sme už uviedli, je mokrý až agresívny režim budov. Riešenie migrácie vlhky v obvodových konštrukciách



7. Diagram  $P_v - R_d$  pri použití výpočtov metódou Glasera



6. Šírenie tepla v obvodovej konštrukcii steny s vypočítanými hodnotami v tabuľke II samočinným počítačom GIER

použitím grafickej metódy H. Glasera umožňuje popri zistení polohy kondenzačnej plochy resp. zóny riešiť pomocou diagramy  $p_v \cdot R_d$  (obr. 7) i ďalšie charakteristické hodnoty:

- Maximálnu prípustnú relatívnu vlhkosť v miestnosti pri vylúčení vzniku kondenzácií vo vnútri steny a na vnútornom povrchu.

- Počiatok kondenzácií vo vnútri konštrukcie steny, vzhľadom na vonkajšie klimatické podmienky.

- Počiatok povrchovej kondenzácie na vnútornom povrchu, vzhľadom na vonkajšie klimatické podmienky.

- Potrebný prídavný difúzny odpor na vnútornom povrchu.

Uvedené charakteristické hodnoty umožňujú charakterizovať dané obvodové konštrukcie. Riešené obvodo-

vé konštrukcie (tehla, resp. škvárobetonové tvárnice) sú však z toho hľadiska typické, a preto nie sú charakteristické hodnoty tak závažné, ako by to bolo v prípade riešenia novodobých, najmä vylahčených konštrukcií. Rozdiely medzi váhovými vlhkostami odvodenými z hodnôt kondenzácie a váhovými vlhkostami z laboratorných rozborov sa zdôvodňujú tým, že vlhkosť v riešených obvodových konštrukciách je zapríčinená aj inými vplyvmi, a to najmä stekaním kondenzovaných vodných pár na chladnejších plochách (okien) zrážkovou vodou apod.

Mokrý režim v objekte a jeho dôsledky na obvodový plášť v stajni sa prejavuje nepriaznivo, ako sme videli z váhových vlhkostí obvodových stien aj na zvýšenej váhovej vlhkosti konštrukcií. Ako vyplýva z hodnôt v tabuľke III a na obrazoch 8 a 9, váhová vlhkosť stien v priebehu roku kolíše a dosahuje vždy najvyššiu hodnotu po prechode zimy a naopak, najnižšiu po prechode leta.

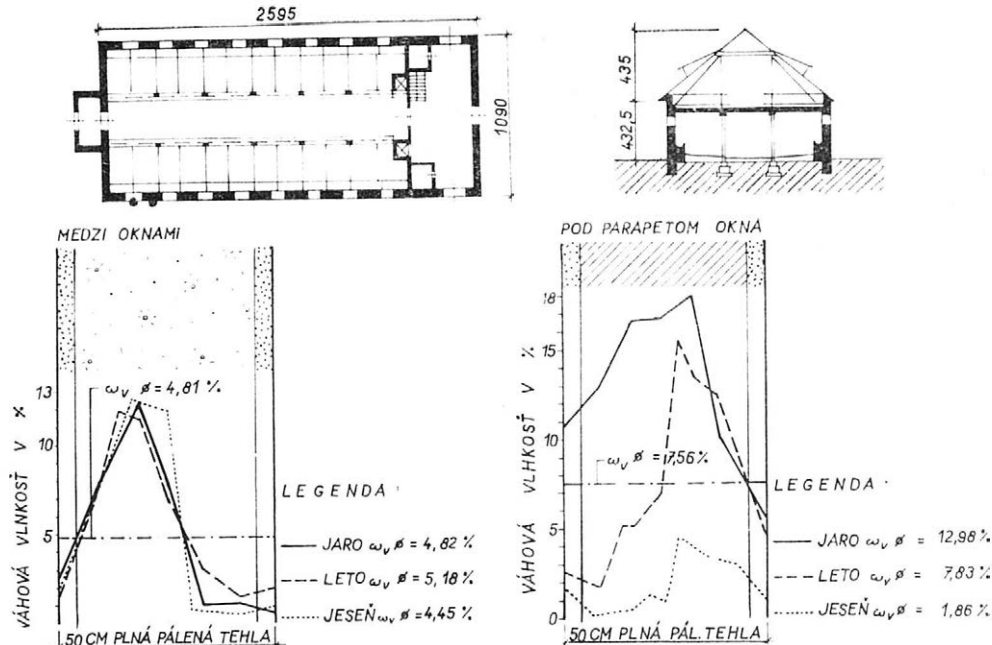
### III. Váhové vlhkosti obvodových konštrukcií stien koniarní v troch klimatických oblastiach ČSSR v priebehu jedného roka

| Objekt v klimatickej oblasti      | Skladba hmôt v stene                                                                     | Hrúbka steny v cm | Váhová vlhkosť steny $\omega_v$ |      |       |         |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------|------|-------|---------|
|                                   |                                                                                          |                   | jaro                            | leto | jeseň | priemer |
| Liptovská Kokava<br>III = - 18 °C | pod okenným parapetom<br>tehla + škvárobetonové<br>duté tvárnice + obojstranná omietka V | 50                | 12,98                           | 7,83 | 1,86  | 7,56    |
| Liptovská Kokava<br>III = - 18 °C | medzi oknami<br>skladba detto V                                                          | 50                | 4,82                            | 5,18 | 4,45  | 4,81    |
| Zvolenská Slatina<br>II = - 15 °C | plná pálená tehla<br>obojsstranná omietka V                                              | 50                | 3,18                            | 3,71 | 3,08  | 3,31    |
|                                   | západná strana<br>skladba detto Z                                                        | 50                | 1,12                            | —    | 2,37  | 1,74    |
| Bašany<br>I = - 12 °C             | plnená pálená tehla<br>obojsstranná omietka                                              | 50                | 1,10                            | 1,00 | 0,86  | 0,98    |

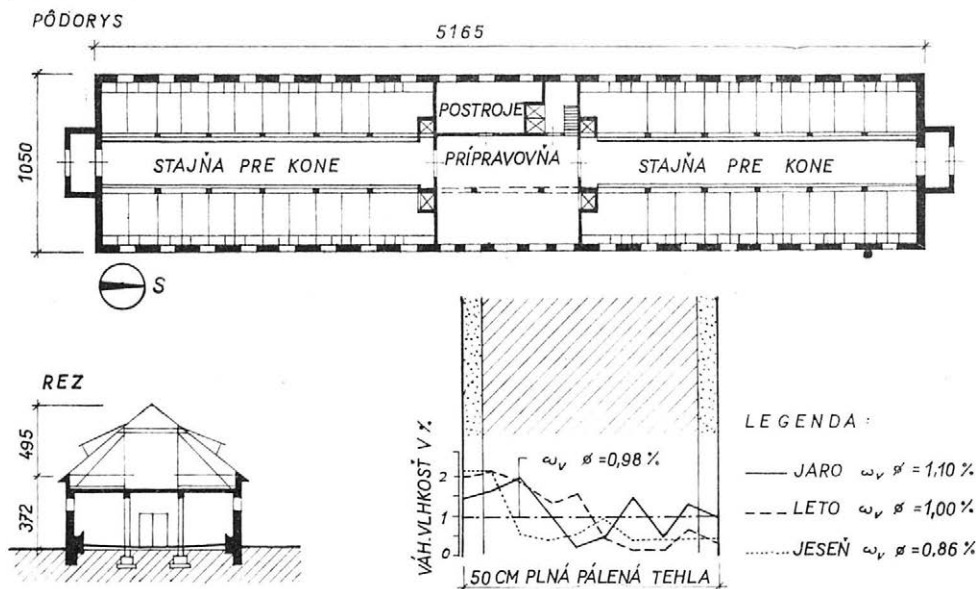
Poznámka: Vzorky boli odoberané zo stien pomocou dutého sekáča. Odobrané vzorky boli vysušené do ustálenej váhy v sušičke pri teplote 105 °C. Váhová vlhkosť vzoriek bola stanovená pomocou formuly

$$\omega_v = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \cdot 100 \quad (\%)$$

Stanoviť presnú váhovú vlhkosť stien vo všetkých našich klimatických oblastiach je dosť ťažko možné. Keďže s kolísaním váhovej vlhkosti steny mení sa súčasne jej tepelnoizolačná schopnosť, nie je spravodlivé používať pri výpočtoch tepelnej rovnováhy stavby hodnoty koeficientov tepelnej vodivosti stavebných hmôt  $\lambda$



8. Vlhkostný režim obvodovej steny koniarne za obdobie 12 mes. v oblasti Vysokých Tatier



9. Vlhkostný režim obvodovej steny koniarne v oblasti južného Slovenska

v kcal/m h °C, ktoré udáva naša norma ČSN. Vzhľadom na to, že hodnoty v ČSN sú stanovené pre hmoty v suchom stave (vzorky boli vysušené do ustálenej váhy pri teplote 105–110 °C), musíme hodnotu zvýšiť. V objektoch s mokrým režimom, kde zaraďujeme aj objekty pre ustajnenie koní, zvyšujeme koeficient  $\lambda$  o 10 %.

Použitie metódy H. Glasera pre teoretické výpočty sa javí oproti hľadiskám

IV. Návrh tepelnoizolačných schopností obvodových konštrukcií pre ustajnenie ťažných koní

| Obvodové konštrukcie | Hodnota koeficienta<br>$k = \text{kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$<br>pre klimatickú<br>oblasť |                              |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                      | do<br>$- 15 ^\circ\text{C}$                                                                        | nad<br>$- 15 ^\circ\text{C}$ |
| Obvodové steny       | 1,2                                                                                                | 1,2                          |
| Strop                | 0,4                                                                                                | 0,3                          |
| Okná (pomer 1 : 25)  | 2,8                                                                                                | 2,8                          |
| Vráta (1 na 20 ks)   | 2,0                                                                                                | 1,5                          |
| Podlahy (špalíky)    | 0,6                                                                                                | 0,5                          |

v ČSN za presnejšie, a preto sa uvažuje, aby po hlbšom riešení sa zaviedla pri revízii do našej platnej normy ČSN s jej aplikáciou.

Na základe všetkých našich rozborov, vyplývajúcich z teoretických výpočtov, experimentálnych meraní a laboratorných pokusov, doporučujeme prevádzkať opakovanú výstavbu objektov pre ustajnenie koní s tepelnoizolačnými schopnosťami obvodových konštrukcií, ktorých hodnoty  $k$  v  $\text{kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  uvádzame v tabuľke IV. Uvedené hodnoty v tabuľke by mali byť zakotvené v odborovej norme pre navrhovanie a posudzovanie stavieb — koniarní z hľadiska teplotníky.

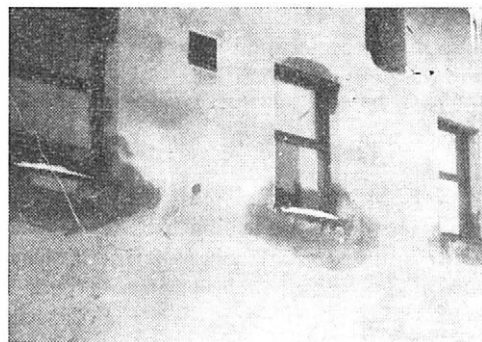
#### NIEKOTRÉ PRIPOMIENKY K TYPOVÝM OBJEKTOM PRE USTAJNENIE KONÍ V PREVÁDZKE Z HĽADISKA TEPLOTECHNIKY

Pre experimentálne merania boli vybraté vopred typové koniarne vo všetkých našich klimatických oblastiach, ktoré nám boli doporučené ministerstvom poľnohospodárstva a výživy a SNR. Podľa toho, čo sme chceli experimentálnym meraním sledovať, mali dlhodobý alebo krátkodobý charakter. Merania boli prevádzkané v zimnom a v letnom období a niekoľkokrát sa v priebehu troch rokov v čase extrémnych vonkajších teplôt resp. mrazov opakovali.

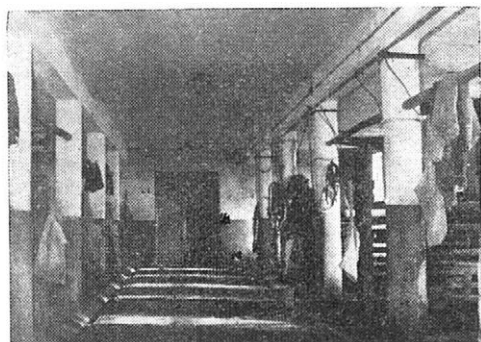
V záujme nápravy chýb v existujúcich typových koniarniach v prevádzke doporučujeme pre opakovanú výstavbu, resp. pri úprave odborovej normy zdôrazniť nasledovné požiadavky:

— Zasklený pomer okien (otvory) ku ploche podlahy nie je žiadúce prekračovať nad hodnotu 1:25 (v sledovaných stavbách — obr. 10 — bol pomerne veľmi zvýšený).

— Kubatúra vzduchu v ustajňovacom priestore nad  $25 \text{ m}^3$  na zviera zhoršuje podmienky tepelnej rovnováhy objektu (v sledovaných objektoch — obr. 11 — bola kubatúra vzduchu na zviera o  $2,5 \text{ m}^3$  zvýšená).



10. Pohľad na okenné parapety koniarne po prechode zimy v oblasti Vysokých Tatier



11. Pohľad do interiéru dvojradovej typovej koniarne

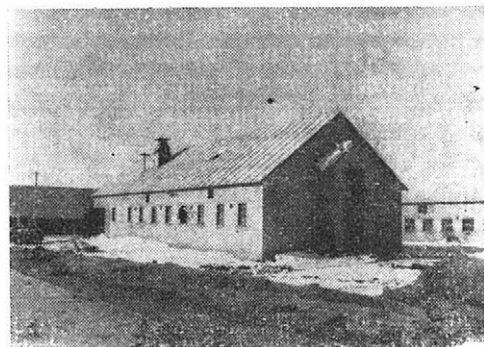
— Pri výstavbe dvojradových stajní so strednou krmnou chodbou do šírky (čistá svetlosť) 10 m nie je žiadúce zvyšovať strop do výšky nad 2,8 m, maximálne nad 3 m (v nasledovných stajniach bola svetlá výška objektu prekročená o 15–40 cm).

— Objekty pre ustajnenie koní je žiadúce budovať vo všetkých klimatických oblastiach s dostatočne zatepleným stropom (obr. 12).

Najlepšie vyhovujú koniarne s povalovým skladovacím priestorom pre uskladnenie suchých objemových krmív (seno — slama). Uskladnené objemové krmivo na pôjde vytvára dobré podmienky pre zateplenie stropu a podľa uskladnenej výšky krmiva je možné obmedziť tepelné straty na minimum. Úplné vyprázdnenie pôjdu od objemového krmiva treba uskutočniť až po prechode zimných mrazov. Vo všetkých sledovaných objektoch povalový skladovací priestor síce zriadený bol, ale pre uskladnenie krmív sa nepoužil, alebo sa krmivo z pôjdu vyprázdnilo ešte v jesennom období pred príchodom mrazov.

— V objektoch pre ustajnenie koní vyhovuje dostatočne gravitačný systém prof. Petrika. Ide len o to, aby malo zariadenie vhodne a ľahko použiteľné možnosti regulácie účinnosti vetrania podľa skutočných potrieb výmeny vzduchu a aby bola uvedená regulácia tiež prevádzaná. V praxi sa táto otázka veľmi zanedbáva.

— V záujme čo najmenej požiadavky výmeny vzduchu z objektu a tým aj zníženia tepelných strát vetraním v zimnom období je nutné zriaďovať požadovaný spád plochy ležísk do zberných kanálov a do žump. Okrem toho v stajni treba udržiavať sústavne poriadok a čistotu a obmedziť zbytočné plytvanie vodou na čistenie podláh apod.



12. Pohľad na typový objekt koniarne s povalovým skladovacím priestorom v oblasti Vysokých Tatier

## POZNÁMKY KU KONŠTRUKČNÝM RIEŠENIAM DETAILOV (DOPORUČENIE)

Okná — dvojité zasklenie, dobré tesnené, vyklápanie hornej poloviny okna len pre havarijné prípady vetrania (v prechodných obdobiach a v lete). Využívať na konštrukciu okien okrem dreva aj umelé hmoty pri znížení plochy rámu na úkor zvýšenia plochy skla. Detail parapetnej dosky riešiť tak, aby bolo stekanie kondenzovanej vodnej pary na skle po stenách vylúčené (napr. zriadenie previslého odkvapového nosa).

Vráta — vylúčiť ochladzovanie vnútorných povrchov pod rosný bod dobrým utepením a zriadením závetria. V opačnom prípade stekajúca kondenzovaná vodná para na prahu v zimných mesiacoch zamrzá a spôsobuje sťaženie prevádzky (otváranie) a veľké straty tepla netesnosťou vrát.

Podlaha — na dobre spádované plochy ležísk používať drevené špalíky zaliate asfaltom pri hodnote  $k=0,6-0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h}^\circ\text{C}$ . Overiť dobré zateplenie podlahy pri použití na povrchovú plochu podlahy tiež nové plastické hmoty (dralén, polyetylén, PVC, novodur apod.). Spád odpadových stružiek zriadiť s minimom 1–2 % a spád ležiskových plôch 1–1,5 %.

Obvodové steny — používať stavebné hmoty s dobrou tepelnoizolačnou a tepelnoakumulačnou schopnosťou s tepelným odporom  $1/\Lambda = 0,64 \text{ m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C} / \text{kcal}$  a s obostranným omietnutím.

Strop — v praxi použité konštrukcie stropu vyhovujú požiadavkám ustajnenia koní. Požaduje sa využívať povalové skladovacie priestory na suché objemové krmivá resp. jadrové krmivo. Uvedené riešenie umožňuje ľubovoľnú požiadavku zateplenia stropu podľa vonkajších klimatických podmienok (v zime proti ochladzovaniu a v lete proti prehrievaniu interiéru vplyvom slnečnej inšolácie).

Vetrание — zriaďovať zásadne s možnosťou jednoduchšej regulácie prívodu a odvádzania opotrebovaného vzduchu z koniarnie. Vyhovuje aj systém gravitačný s prívodom vzduchu perforovanými truhlíkmi pod stropom a odvádzanie vzduchu otvorom pod stropom výparníkovými šachtami a otvorom pri podlahe v zimných mesiacoch.

## ZÁVER

V našom príspevku sme poukázali na všetky závažnejšie problémy objektov pre ustajnenie ťažných koní. Som presvedčený, že práca priniesla aj nové prvky riešenia a zdôvodnenia niektorých doteraz neriešených problémov v oblasti navrhovania a posudzovania koniarní z hľadiska klímy, tepelnej rovnováhy, teplotníky konštrukcií a vetrания stavieb. Charakteristickým znakom týchto stavieb je, že sú „vykurované“ vo všetkých našich klimatických oblastiach cez zimné obdobie iba teplom, ktoré produkujú ustajnené kone. Je známe, že cez deň, keď sú kone v práci, je stajňa prázdna a tým aj „kúrenie“ je prerušené. Uvedená skutočnosť si vyžaduje také riešenie, aby obvodové konštrukcie objektov pre ustajnenie ťažných koní neboli príliš „citlivé“ na vonkajší vplyv atmosférických činiteľov, tak v zimnom ako i v letnom období. Prakticky to znamená, že stavby pre ustajnenie koní musíme navrhovať a posudzovať z hľadiska teplotníky tak, aby bola zohľadnená tepelná rovnováha objektu, tepelnoizolačná a tepelnoakumulačná schopnosť obvodových konštrukcií.

Vážny problém tu vzniká aj s vlhkostným režimom stavby. Vysoká prírodná relatívna vlhkosť vzduchu v koniarni  $\varphi_{max} = 85 \%$  môže nám pri nevhodnom použití a skladbe stavebných hmôt v obvodových konštrukciách zvýšiť ich váhovú vlhkosť a tým aj súčasne postupne porušiť, alebo znehodnotiť pôvodne dobrú tepelnoizolačnú schopnosť.

Došlo dne 29. 4. 1970

## Тепловое равновесие коневодческих помещений

В статье мы затронули все важные проблемы объектов для содержания рабочих лошадей. Мы убеждены, что работа приносит и новые элементы решения и обоснование некоторых до сих пор нерешенных проблем в области проектирования и оценки конюшен с точки зрения кондиционирования воздуха, теплового равновесия, теплотехники конструкции и вентиляции помещений. Характерным признаком этих помещений является то, что они «отопляются» во всех наших климатических областях в зимний период, только теплом, которое вырабатывают содержимые лошади. Известно, что днем, когда лошади работают и конюшня пуста, ее «отопление» нарушается. Приведенный факт требует также решения, чтобы контурные конструкции объектов для содержания рабочих лошадей не были слишком «чувствительными» к внешнему влиянию атмосферических факторов как зимой, так и летом. Практически это значит, что помещения для содержания лошадей нужно проектировать и оценивать с точки зрения теплотехники так, чтобы были преду-

смотрены тепловое равновесие объектов, теплоизоляционная и теплоаккумуляционная способность контурных конструкций.

Серьезная проблема здесь возникает и в области режима влажности помещения. Высокая допустимая относительная влажность воздуха в конюшне макс = 85 % может при неправильном применении и составе строительных материалов в контурных конструкциях повысить их весовую влажность и, таким образом, одновременно постепенно нарушить, или обесценить первоначально хорошую теплоизоляционную способность.

### **The Thermal Balance of the Buildings for Horse-Breeding**

In the contribution all the more important problems concerning the buildings for stabling of the draught horses were pointed out. We are convinced that the paper also introduced some new elements into the solution and justification of several so far neglected problems from the sphere of stable design and evaluation from the point of view of the climate, thermal balance, thermal technology of constructions and the ventilation of the buildings. It is typical for such buildings in all climatic areas of our country that the „heating“ throughout the winter period is provided only by the warmth produced by the stabled horses. It is obvious that while the horses do their daily work the stable is empty and thus the „heating“ is also interrupted. It is apparent from this fact that the outer constructions of the buildings where draught horses are to be stabled, should preferably be resistant to the outside effects of the atmospheric factors both in the winter and summer seasons. Practically, it means that buildings where horses are to be stabled must be designed and evaluated from the point of view of thermal technology, considering the thermal balance of the buildings, the thermo-insulating and thermo-accumulative capacity of the outer constructions.

A serious problem also arises from the humidity regime of the building. The high acceptable relative air-humidity in stables (max = 85%) might — when unsuitable building materials or their combinations are used for the outer constructions — cause an increase of their weight-humidity and thus gradually debase or suppress the originally convenient thermo-insulating capacity.

### **Thermisches Gleichgewicht der Bauten für Pferdezucht**

Im Beitrag haben wir auf sämtliche wichtigeren Probleme der Aufstallungsobjekte für Zugpferde hingewiesen. Wir sind überzeugt, daß die Arbeit auch neue Lösungselemente und eine Begründung einiger bisher ungelösten Probleme im Gebiet der Beantragung und Beurteilung der Pferdeställe vom Gesichtspunkt des Klimas, thermischen Gleichgewichtes, der Konstruktionswärmetechnik und der Lüftung dieser Bauten, brachte. Ein charakteristisches Merkmal dieser Bauten ist dies, daß sie „ausgeheizt“ sind, und zwar in sämtlichen unseren klimatischen Gebieten über die Winterperiode, nur durch die Wärme, die von den aufgestellten Pferden produziert wird. Es ist bekannt, daß über den Tag, wenn die Pferde ihre Arbeit ausüben, der Stall leer ist und dadurch auch die „Heizung“ unterbrochen wird. Die angeführte Tatsache erfordert eine solche Lösung, damit die Umfangskonstruktion der Objekte für Aufstallung von Zugpferden auf den äußeren Einfluß der atmosphärischen Faktoren, und zwar wie in der Winter- so auch in der Sommerperiode nicht zu „empfindlich“ ist. Praktisch bedeutet dies, daß wir die Bauten für die Pferdeaufstallung vom Gesichtspunkt der Wärmetechnik vorschlagen und beurteilen müssen, um das thermische Gleichgewicht des Objektes, die Wärmeisoliations- und Wärmeakkumulationsfähigkeit der Umfangskonstruktionen zu berücksichtigen.

Ein wichtiges Problem entsteht hier auch mit dem Feuchtigkeitsregime der Bauten. Die hohe zulässige relative Luftfeuchtigkeit im Pferdestall max = 85 % kann uns bei einer ungeeigneten Anwendung und Zusammensetzung der Baustoffe in den Umfangskonstruktionen ihre Gewichtsfeuchtigkeit erhöhen und dadurch auch gleichzeitig und nach beschädigen, oder kann die ursprünglich gute Wärmeisoliationsfähigkeit entwerten.

---

*Adresa autora:*

Doc. ing. Karol Janáč, CSc., Ústav stavebníctva a architektúry SAV, Bratislava, Dúbravská cesta 4

---

531.232 631.372-222

Jedním z velmi důležitých souhrnných ukazatelů technického stavu spalovacího motoru je nesporně jeho výkon. Běžným způsobem měřený výkon pomocí dynamometru však má z hlediska požadavků technické diagnostiky určité nevýhody:

1. Dynamometr pro měření celého užitečného výkonu běžných typů traktorových motorů je zařízení investičně i provozně poměrně značně nákladné.
2. Pomocí změny užitečného výkonu celého motoru nelze včas odhalit počínající poruchu pouze v některém válci. Způsobí-li např. částečná netěsnost ventilu v jednom válci čtyřválcového motoru o užitečném výkonu 50 k snížení výkonu tohoto motoru o 1 k, činí pokles celkového výkonu 2 %, což bývá hodnota blízká vlastní přesnosti měření dynamometrem, a tudíž hodnota prakticky nezjistitelná. Pokud však by bylo možné měřit výkon každého válce zvlášť, činil by zmíněný pokles výkonu již 8 % jmenovité hodnoty a byl by tedy snadno zjistitelný i méně přesnými metodami měření.

Cílem předkládané práce je návrh vhodné metody měření krouticího momentu, respektive výkonu spalovacího motoru, oproštěný od uvedených nedostatků. Z hlediska potřeb diagnostiky je účelnější zabývat se přímo krouticími momenty při daných otáčkách a nekomplikovat měření přepočtem na výkon.

Dále uvedený rozbor problému je veden snahou měřit podíl jednotlivých válců na celkovém krouticím momentu motoru, přičemž se počítá s možností použít dynamometr — ovšem dynamometr o úměrně menším výkonu, snadněji aplikovatelný v diagnostické praxi.

## TEORETICKÉ ZÁKLADY PROBLÉMU

Předpokládejme, že necháme v rámci měřicí operace pracovat spalovací motor pouze na jeden válec, přičemž do ostatních válců bude přerušena dodávka paliva nebo bude přerušeno zapalování. Dále předpokládejme, že na vývodový hřídel traktoru bude možné přivést (případně z něho odvést) zcela určitou měřenou hodnotu krouticího momentu. Ve zcela obecném případě je nutno ještě předpokládat, že na klikový hřídel motoru bude působit moment vzniklý v důsledku decelerace, popřípadě akcelerace, rotujících hmot.

Za uvedených předpokladů platí rovnice:

$$M_{iv} - M_{hv} - M_{ev} - M_{mv} = 0 \quad (1)$$

kde:  $M_{iv}$  — dílčí indikovaný krouticí moment jednoho ( $v$ -tého) válce, redukováný na vývodový hřídel traktoru

$M_{ev}$  — krouticí moment potřebný k akceleraci rotujících hmot při práci motoru na  $v$ -tý válec, redukováný na vývodový hřídel traktoru

$M_{hv}$  — krouticí moment odvedený z vývodového hřídele traktoru při práci motoru na  $v$ -tý válec

$M_{mv}$  — ztrátový krouticí moment celého motoru při práci na  $v$ -tý válec, redukováný na vývodový hřídel traktoru

Symboły ve vztahu (1) představují střední hodnoty příslušných krouticích momentů a i nadále bude počítáno pouze se středními hodnotami, aniž by to v textu bylo opětně zdůrazňováno. Zřejmou podmínkou platnosti vztahu (1) je, že uvedené krouticí momenty jsou měřeny na stejném hřídeli, nebo jsou na tento hřídel redukovány. Z hlediska praktické aplikace se jeví účelné měřit nebo redukovat nejen hodnoty uvedených krouticích momentů, ale i hodnoty otáček a hmotných momentů setrvačnosti na vývodový hřídel traktoru. Za tohoto předpokladu bude ztrátový moment  $M_{mv}$  zahrnovat také mechanické ztráty v převodu mezi motorem a vývodovým hřídelem.

Zavedenou veličinu „indikovaný krouticí moment“ jednoho válce, označenou ve vztahu (1) symbolem  $M_{iv}$ , je třeba přesně definovat, protože v příslušné názvoslovné normě ČSN 09 0011 není uvedena:

$$M_{iv} = \frac{P_{iv}}{\omega} \quad (2)$$

kde:  $P_{iv}$  — střední indikovaný výkon  $v$ -tého válce

$\omega$  — střední úhlová rychlost vývodového hřídele traktoru, při níž jsou krouticí momenty měřeny

Při požadavku přesného měření je nutno vzít v úvahu, že symbol  $M_{mv}$  ve vztahu (1) představuje ztrátový moment při práci jednoho ( $v$ -tého) válce a nikoli tedy snadněji zjištělný ztrátový moment nepracujícího, pouze vnějším zdrojem protáčeného motoru. Platí tudíž vztah:

$$M_{mv} = M_m + \Delta M_{mv} \quad (3)$$

kde:  $M_m$  — ztrátový krouticí moment nepracujícího, vnějším zdrojem protáčeného motoru, redukováný na vývodový hřídel traktoru

$\Delta M_{mv}$  — přídatný ztrátový moment v důsledku práce  $v$ -tého válce, redukováný na vývodový hřídel traktoru

Dílčí indikovaný krouticí moment lze pomocí vztahů (1) a (3) vyjádřit takto:

$$M_{iv} = M_m + \Delta M_{mv} + M_{hv} + M_{ev} \quad (4)$$

Ze vztahu (4) je zřejmé, že přesnost stanovení dílčího indikovaného krouticího momentu  $M_{iv}$  jako případného ukazatele technického stavu motoru bude ovlivněna velmi obtížně zjištělnou hodnotou  $\Delta M_{mv}$ . Přídatný ztrátový moment  $\Delta M_{mv}$  je však možno chápat jako systematickou chybu měření, kterou lze vykompenzovat vhodným posunutím tolerančního pole veličiny  $M_{iv}$ .

Označíme-li:

$$M_{iv} - \Delta M_{mv} = M'_{iv} \quad (5)$$

bude na základě vztahu (4) a (5) platit:

$$M'_{iv} = M_m + M_{hv} + M_{ev} \quad (6)$$

kde:  $M'_{iv}$  — dílčí indikovaný krouticí moment  $v$ -tého válce zatížený systematickou chybou  $\Delta M_{mv}$ , redukováný na vývodový hřídel traktoru

Poněkud jiná situace však vzniká při požadavku měřit dílčí užitečný krouticí moment jednoho válce, který lze pomocí uvedených veličin vyjádřit takto:

$$M_{ev} = M_{iv} - \frac{M_m}{z} - \Delta M_{mv} \quad (7)$$

kde:  $M_{ev}$  — dílčí užitečný krouticí moment  $v$ -tého válce, redukováný na vývodový hřídel traktoru  
 $\frac{M_m}{z}$  — část ztrátového krouticího momentu nepracujícího motoru, připadající na jeden válec, redukována na vývodový hřídel traktoru  
 $z$  — počet válců motoru

Ze vztahů (4) a (7) obdržíme zcela přesný vztah:

$$M_{ev} = \frac{z-1}{z} M_m + M_{hv} + M_{ev} \quad (8)$$

Z obecně platných vztahů (6) a (8) lze odvodit tři možné metody měření, uvedené v následujících statcích.

#### BEZBRZDOVÁ PROVĚRKA PODLE ŽDANOVSKÉHO

Za předpokladu, že několikaválcový spalovací motor, pracující na jeden válec, nebude zatěžován žádným vnějším krouticím momentem, to znamená za předpokladu

$$M_{hv} = 0$$

a za předpokladu, že otáčky motoru budou ustáleny, čili

$$M_{ev} = 0$$

nabývají vztahy (6) a (8) těchto tvarů:

$$M'_{iv} = M_m \quad (9)$$

$$a \quad M_{ev} = \frac{z-1}{z} M_m \quad (10)$$

Vztahem (10) je vyjádřen princip metody tzv. bezbrzdové prověrky výkonu navržené Ždanovským (1964). Při zmíněné prověrce jsou měřeny pouze otáčky, na nichž se ustálí nezatížený motor pracující s plnou dodávkou paliva do jednoho válce. Na základě funkční závislosti ztrátového momentu na otáčkách, která musí být pro daný typ motoru předem známa, je stanoven ztrátový moment  $M_m$  a z něho pomocí vztahu (10) požadovaný dílčí užitečný krouticí moment  $M_{ev}$ .

Uvedená metoda má přednost zejména v tom, že je velmi jednoduchá, rychlá a nevyžaduje vyjma přesného otáčkoměru žádné další zařízení. Nespornou nevýhodou ovšem je malá přesnost v důsledku závislosti ztrátového momentu na teplotě motorového oleje.

Další nevýhodou je skutečnost, že nelze předepsat otáčky, při nichž se má měřit. Krouticí momenty jednotlivých válců jsou měřeny při takových otáčkách, na nichž se motor vzhledem k náhodnému technickému stavu ustálí. Nelze tedy měřit alespoň při dvojích vhodně volených otáčkách, aby bylo možné zjistit sklon křivky krouticího momentu v závislosti na otáčkách, který se — jak známo — v souvislosti s opotřebením motoru mění a je tudíž důležitým doplňujícím ukazatelem jeho technického stavu.

Dále pak nelze zmíněnou metodou bez zvláštního opatření v podobě dotížení motoru měřit tříválcové a méněválcové motory, protože vzhledem k relativně malé hodnotě ztrátového momentu dochází v těchto případech k rovnovážnému stavu až při vysokých otáčkách již v oblasti zásahu regulátoru a tedy při nekontrolovatelném poklesu dodávky paliva.

Decelerační, respektive akcelerační metoda měření užitečného krouťicího momentu celého motoru je známá (Petr 1969). Aplikace vztahů (6) a (8) však dává možnost zkonstruovat zmíněnou metodu a v soulase s požadavkem diagnostiky měřit dílčí krouťicí momenty jednotlivých válců motoru.

Za předpokladu, že spalovací motor pracující na jeden válec nebude zatěžován žádným vnějším krouťicího momentem, kdy

$$M_{hv} = 0$$

příčemž moment  $M_{ev}$ , způsobený akcelerací, může mít obecnou hodnotu od nuly různou, nabývají vztahy (6) a (8) tvarů:

$$M'_{iv} = M_m + M_{ev} \quad (11)$$

$$a \quad M_{ev} = \frac{z-1}{z} M_m + M_{ev} \quad (12)$$

Bude-li např. pomocí dvou válců uveden motor na maximální otáčky a vzápětí přerušena do jednoho válce dodávka paliva nebo vypnuto zapalování, bude čtyřválcový a víceválcový motor při práci zbývajících válců zpravidla snižovat otáčky, příčemž lze měřit úhlové zpomalení a jemu odpovídající krouťicí moment  $M_{ev}$ , který bude mít v daném případě zápornou hodnotu. Motory s menším počtem válců než čtyři budou obvykle při požadovaných měřicích otáčkách akcelarovat, čili krouťicí moment  $M_{ev}$  bude kladný a měřicích otáček bude dosaženo při činnosti pouze jednoho právě prověřovaného válce.

Obdobným způsobem lze měřit ztrátový krouťicí moment  $M_m$ . Rozdíl je pouze v tom, že z maximálních otáček se nechá decelerovat motor při úplném přerušování dodávky paliva, popřípadě při zcela vypnutém zapalování u motorů zážehových.

Vezmeme-li v úvahu, že ztrátový moment zjišťovaný u nepracujícího motoru má opačný smysl než u motoru pracujícího, lze výsledné vztahy pro realizaci metody napsat v této podobě:

$$M'_{iv} = \mathcal{J}(\varepsilon_v - \varepsilon_m) \quad (13)$$

$$a \quad M_{ev} = \mathcal{J}(\varepsilon_v - \frac{z-1}{z} \varepsilon_m) \quad (14)$$

kde:  $\mathcal{J}$  — hmotný moment setrvačnosti rotujících hmot motoru redukovaný na vývodový hříde traktoru

$\varepsilon_m$  — úhlové zrychlení ( $-\varepsilon_m$  je zpomalení) vývodového hřídele traktoru při zvolených otáčkách a při přerušování dodávky paliva, popřípadě při vypnutém zapalování

$\varepsilon_v$  — úhlové zrychlení vývodového hřídele při zvolených měřicích otáčkách a při práci motoru na  $v$ -tý válec

Navrženou decelerační metodu měření dílčích krouťicího momentů jednotlivých válců spalovacího motoru lze snadno realizovat v laboratorních podmínkách. Technická praxe však vyžaduje zkonstruovat jednoúčelový přesný měřicí přístroj.

## MĚŘENÍ DÍLČÍCH KROUTICÍCH MOMENTŮ DYNAMOMETREM

Návrh této metody měření předpokládá, že na vývodový hřídele traktoru bude připojen elektrický dynamometr a že tedy bude možno při ustálených vhodně volených otáčkách měřit jak ztrátový moment  $M_m$ , tak i moment na vývodovém hřídeli při práci jednoho válce  $M_{hv}$ .

Za předpokladu ustálených otáček, kdy

$$M_{ev} = 0$$

nabývají vztahy (6) a (8) těchto tvarů:

$$M'_{iv} = M_m + M_{hv} \quad (15)$$

$$M_{ev} = \frac{z-1}{z} M_m + M_{hv} \quad (16)$$

Vztahy (15) a (16) lze již bezprostředně použít ke stanovení postupu a vyhodnocení měření. Je nutno vzít v úvahu, že při protáčení motoru dynamometrem je smysl ztrátového momentu opačný ve srovnání se ztrátovým momentem působícím při práci motoru a označeným ve vztazích (15) a (16) symbolem  $M_m$ . Budou-li tudíž čteny hodnoty  $M_m$  a  $M_{hv}$  na stejné stupnici, je nutno vzít hodnotu  $M_m$  s opačným znaménkem. Prakticky to znamená, že pro stanovení dílčího indikovaného krouticího momentu lze použít tento postup:

1. Motor pracuje na jeden válec, přičemž se vynuluje stupnice dynamometru.
2. Motor je protáčen zcela bez dodávky paliva nebo při vypnutém zapalování. Na stupnici dynamometru lze vzhledem k předchozímu vynulování přičíst přímo dílčí indikovaný krouticí moment  $M'_{iv}$ .

Dílčí užitečný krouticí moment lze stanovit obdobným způsobem za použití jednoduchého nomogramu řešícího vztah (16), vestavěného přímo do stupnice dynamometru.

Výhoda uvedené metody je především v tom, že je stejně přesná jako klasický způsob měření krouticího momentu celého motoru na výkonové brzdě, přičemž je potřebný přibližně pouze třetinový výkon dynamometru a získaná informace je z diagnostického hlediska cennější. Dále pak lze dynamometr s výhodou využít jako cizí zdroj pohonu při prověrce dodávky vstřikovacího čerpadla, při měření kompresních tlaků a při posuzování hlučnosti jednotlivých částí motoru a převodů. Dynamometr se jeví rovněž výhodný jako konstantní zatížení při prověrce koutivosti jednotlivých válců motoru.

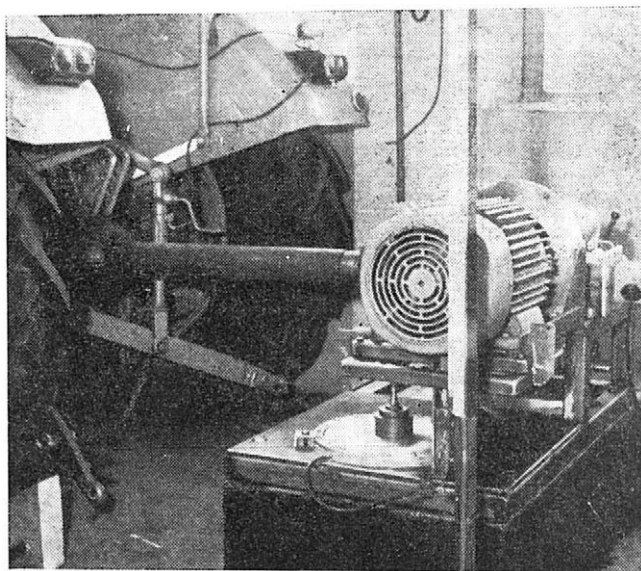
## APLIKACE METODY MĚŘENÍ DÍLČÍCH KROUTICÍCH MOMENTŮ DYNAMOMETREM

Z uvedených tří metod měření dílčích krouticích momentů spalovacího motoru se jeví jako nejvýhodnější metoda měření pomocí dynamometru. Elektrický dynamometr běžného typu, i když úměrně menšího výkonu, je však stále ještě pro širší využití v praxi zařízení poměrně drahé. Bylo proto hledáno kompromisní řešení a byl navržen dynamometr upravený z asynchronního motoru o jmenovitém výkonu 11 kW při 2930 ot/min a z převodovky osobního automobilu MB 1000. Rovněž vlastní měření reakčního momentu bylo řešeno jednoduše pomocí membránového snímače síly a vodního sloupce se stupnicí.

Celé zařízení připravené k měření je znázorněno na obrázku 1. Dynamometr je možno montovat do dodávkového servisního automobilu, je však určen jako zařízení převážně stabilní.

Asynchronní dynamometr v uvedené podobě funguje v nadsynchronních otáčkách jako brzda a v otáčkách podsynchronních jako motor. Volbou převodu, popřípadě přepínáním počtu pólů vinutí lze stupňovitě měnit měřicí otáčky.

Určitým nedostatkem, majícím vliv na přesnost měření, je, že v důsledku skluzu je ztrátový moment  $M_m$  měřen při poněkud nižších otáčkách než moment na hřídeli při práci jednoho válce  $M_{hv}$ . Rozbor uvedeného problému a experimentální ověření však



1. Celkový pohled na traktor a dynamometr připravený k měření

ukázaly, že pro daný typ dynamometru s malým skluzem přibližně 2,3 % bude relativní chyba měření v důsledku skluzu otáček v mezích  $\delta = +0,03$  až  $-0,00$ . Znamená to, že skutečné hodnoty krouticích momentů  $M'_{tv}$  a  $M_{ev}$  budou zpravidla větší, nejvýše však o 3 %, než odpovídající hodnoty naměřené pomocí asynchronního dynamometru. Jedná se však o systematickou chybu, která je pro určitý typ motoru stejná a kterou lze vykompenzovat posunutím tolerančního pole dovolených hodnot krouticích momentů. Např. lze pomocí známých závislostí měřených veličin na otáčkách u standardního motoru dokázat, že u traktorového motoru Z-4011 má zmíněná systematická chyba hodnotu  $\delta = +0,015$  až  $+0,006$ . To znamená, že asynchronní dynamometr v daném případě měří o 0,6 až 1,5 % menší hodnoty.

Při měření vznikají samozřejmě ještě další chyby, a to v důsledku pasivních odporů vnějších ložisek výkyvně uloženého tělesa dynamometru a v důsledku případné nelinearity snímače krouticího momentu. Tyto chyby se však vyskytují i u ostatních značně složitějších a dražších typů dynamometrů.

Praktická měření s navrženým dynamometrem ukázala, že jako kritérium technického stavu spalovacího motoru lépe vyhovuje dílčí indikovaný krouticí moment  $M'_{tv}$  než dílčí užitečný krouticí moment  $M_{ev}$ . Je to zejména proto, že velikost indikovaného krouticího momentu podstatně méně závisí na rušivých vlivech měření, jako je změna teploty motorového oleje a změna měřicích otáček. Skutečnost, že navržená metoda umožňuje měřit dílčí indikované krouticí momenty, se jeví jako další výhoda ve srovnání s běžným způsobem měření užitečného výkonu celého motoru.

## Z Á V Ě R

Ze základních odvozených vztahů pro stanovení dílčích indikovaných a dílčích užitečných krouticích momentů jednotlivých válců spalovacího motoru vyplývají dvě nové metody měření uvedených veličin. U první metody se na velikost dílčího krouticího momentu usuzuje z rozdílu úhlových zpoždění motoru nepracujícího a pracujícího na

jeden válec. U druhé metody je pomocí dynamometru měření na vývodovém hřídeli traktoru ztrátový krouticí moment a vzápětí nato krouticí moment potřebný k udržení zvolených měřicích otáček při práci motoru na jeden válec, přičemž se opět z rozdílu uvedených veličin soudí na hodnotu dílčího krouticího momentu prověřovaného válce.

Zmíněná metoda měření pomocí dynamometru se jeví pro diagnostiku traktorového motoru jako vhodnější. Přesnost je stejná jako přesnost klasického způsobu měření celého užitečného krouticího momentu na výkonové brzdě. Výhoda je, že potřebný výkon dynamometru je roven přibližně pouze jedné třetině užitečného výkonu prověřovaného motoru a že získaná informace je z diagnostického hlediska podstatně cennější. Experimentální prověrka ověřila vyhovující přesnost měření elektrickým asynchronním dynamometrem. Jako kritérium technického stavu spalovacího motoru lze doporučit dílčí indikovaný krouticí moment, protože ve srovnání s dílčím užitečným krouticím momentem podstatně méně závisí na rušivých vlivech měření.

## Literatura

MIMRA B., 1961, Laboratorní zkoušení motorů. SNTL Praha.

PETR O., 1969, Nová metoda zjišťování výkonových parametrů traktorových vznětových motorů. Zem. technika 5 : 261-267.

ŽDANOVSKIJ N. S., 1964, Metodika проверки техничского состојанија тракторных двигателей в полевых условиях безтормозным методом. Сборник Ісползование і ремонт МТP, ГОСНИТИ, Москва.

Došlo dne 7. 5. 1970

### Диагностическая проверка частных крутящих моментов отдельных цилиндров тракторного двигателя

Из основных производных отношений для определения частных индикаторных и частных полезных крутящих моментов отдельных цилиндров двигателя внутреннего горения вытекают два основных метода измерения указанных величин. У первого метода о величине частного крутящего момента можно судить на основе разностей угловых опозданий двигателя неработающего и работающего на одном цилиндре. У другого метода при помощи динамометра на вале отбора мощности трактора измеряется как крутящий момент потерь и вслед за этим крутящий момент, необходимый для сохранения выбранных для измерения оборотов при работе двигателя на один цилиндр, причем опять из разности этих величин можно судить о величине частного крутящего момента проверяемого цилиндра.

Упомянутый метод измерения при помощи динамометра для диагностики тракторного двигателя кажется не совсем пригодным. Точность та же, что и у классического способа измерения всего полезного крутящего момента на тормозном стенде. Преимуществом является то, что необходимая мощность динамометра приблизительно равняется только одной трети полезной мощности проверяемого двигателя и что полученные данные с диагностической точки зрения являются более ценными. Экспериментальная проверка подтвердила удовлетворительную точность измерения при помощи электрического асинхронного динамометра. В качестве критерия технического состояния двигателя внутреннего сгорания можно рекомендовать частный индикаторный крутящий момент, потому что по сравнению с частным полезным моментом он довольно мало зависит от мешающих влияний измерения.

### The Diagnostic Testing of Single Torques of Separate Cylinders in the Tractor Engine

Two new methods of measuring the single indicated torques and the single useful torques in separate cylinders of combustion engines result from the basic derived relations for the determination of the above quantities. The amount of the single torque is, in the first method, deduced from the angular lag difference between an engine which does not operate and an engine with one operating

cylinder. In the second method the loss torque and presently the torque needed for the maintenance of the chosen specific speed (while only one of the engine's cylinders is in operation) are measured in the power take-off shaft by means of a dynamometer. The value of a single torque in the tested cylinder is again deduced from the difference between the above quantities.

The above mentioned method of measuring by means of a dynamometer seems to be more suitable for the diagnostics of the tractor engine. The accuracy is equal to the accuracy of the classical way of measuring of the whole useful torque in the output brake. The latter has a following advantage: the dynamometer output required is roughly equal to a mere one third of the brake horsepower of the tested engine and the obtained information is — from the point of view of the diagnostics — substantially more valuable. It was proved by an experimental test that the accuracy of measuring by means of the electrical asynchronous dynamometer is suitable. The single indicated torque can be recommended as a criterion of the technical condition of combustion engines, as it is, compared to the single useful moment, substantially less dependent on the disturbing effects of measuring.

### **Diagnostische Überprüfung der Teil-Drehmomente der einzelnen Traktorenmotorzylinder**

Aus den grundlegenden abgeleiteten Beziehungen für die Bestimmung der indizierten Teilmomente und der nützlichen Teil-Drehmomente der einzelnen Verbrennungsmotorzylinder folgen zwei neue Meßmethoden der angeführten Größen. Bei der ersten Methode wird auf die Größe des Teil-Drehmomentes aus dem Unterschied der Winkelverspätungen des auf einen Zylinder nichtarbeitenden und arbeitenden Motors geschlossen. Bei der zweiten Methode wird mittels eines Dynamometers an der Zapfwelle des Traktors einerseits der Verlust-Drehmoment und unmittelbar darauf der zur Erhaltung der gewählten Meßdrehzahlen bei der Arbeit des Motors auf einen Zylinder notwendige Drehmoment gemessen, wobei wiederum aus dem Unterschied der angeführten Größen auf den Wert des Teil-Drehmomentes des überprüften Zylinders geschlossen wird.

Die erwähnte Meßmethode mittels Dynamometer zeigt sich für die Diagnostik des Traktorenmotors als geeigneter. Die Genauigkeit ist dieselbe wie die Genauigkeit der klassischen Meßart des ganzen nützlichen Drehmomentes an der Leistungsbremse. Ein Vorteil ist, daß die notwendige Leistung des Dynamometers ungefähr nur einem Drittel der nützlichen Leistung des überprüften Motors gleicht und daß die gewonnenen Informationen vom diagnostischen Gesichtspunkt wesentlich wertvoller sind. Die experimentelle Überprüfung beglaubigte die entsprechende Meßgenauigkeit mittels elektrischem Asynchrondynamometer. Als Kriterium des technischen Zustands des Verbrennungsmotors kann der indizierte Teil-Drehmoment empfohlen werden, da im Vergleich zu dem nützlichen Teilmoment, er wesentlich weniger von den störenden Meßeinflüssen abhängig ist.

---

*Adresa autora:*

Doc. ing. Ladislav Pejša, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta, Praha - Suchdol

---

## Osnovy avtomatiki

(Základy automatizace)

J. F. Voronin

Vysokoškolská učebnice určená pro fakulty elektrifikace zemědělství v SSSR.

### O b s a h :

Úvod; Obecné poznatky o prvcích automatizace a soustavách automatického řízení; Základní vlastnosti objektů automatického řízení; Čidla pro automatizaci; Zesilovače automatických zařízení; Stabilizátory elektrického napětí; Výkonné prvky automatizace; Základní poznatky strukturální teorie automatických reléových zařízení; Logické a funkční prvky automatizace; Dynamické vlastnosti a charakteristiky elementárních článků a systémů automatické regulace; Stabilita systémů automatické regulace; Ukazatele kvality regulace a způsoby jejího zlepšení; Nelineární systémy automatické regulace; Spolehlivost prvků a systémů automatického ovládání; Technicko-ekonomická efektivnost automatizace zemědělství; Literatura; Věcný rejstřík.

Publikace je vázaná, má 327 stran, 170 obrázků a 3 tabulky; text je ilustrován řadou příkladů a kapitoly jsou ukončeny kontrolními otázkami.

Vydalo nakladatelství „Kolos“ v Moskvě v roce 1970.

## Heißlufttrocknung von Grünfütter und Hackfrüchten

(Horkovzdušné sušení pícnin a okopanin)

B. Schneider

Technická příručka zemědělského sušárenství zpracovaná kolektivem autorů (H. Baunack, H. Behling, Dr.-Ing. Werner Maltry, F. Ohl, B. Schneider a H. Weichert).

### O b s a h :

Význam a potřeba horkovzdušného sušení; Současný stav a vývoj horkovzdušného sušení; Sušárenské systémy; Paliva a spalovací zařízení; Automatizace sušáren; Výstavba sušárenských zařízení; Organizace polní výroby, sklizně a dopravy; Průběh horkovzdušného sušení (technologie); Určení kvality a odbyt sušárenských produktů; Kooperační vztahy při horkovzdušném sušení; Náklady a tržby při horkovzdušném sušení; Organizace

a zařízení horkovzdušného sušení; Příloha (Smlouva o sušení); Věcný rejstřík.

Publikace je vázaná, má 352 strany, 126 obrázků a 103 tabulky. Vyšla v nakladatelství Verlag Technik v Berlíně v roce 1970.

## Physical Properties of Plant and Animal Materials, Vol. 1 — Structure, Physical Characteristics and Mechanical Properties

(Fyzikální vlastnosti materiálů rostlinného a živočišného původu, I. díl — Struktura, fyzikální charakteristiky a mechanické vlastnosti)

Nuri N. Mohsenin

Profesor Mohsenin z Pensylvánské státní university v USA je vedoucím týmu, který si vzal za úkol vytvořit počítačový systém pro shromažďování informací o fyzikálních vlastnostech zemědělsko-potravinářských materiálů.

Vydaná publikace zahrnuje údaje o fyzikálních vlastnostech biologických materiálů, které jsou důležité pro jejich charakteristiku a pro konstruktéry strojů a zařízení pro zpracování, manipulaci a skladování těchto materiálů.

Jsou zahrnuty materiály jako zrniny, semena, pícniny, siláž, ovoce a zelenina, maso, vejce a mléčné výrobky, jakož i organické tekutiny a potravinářské výrobky.

Knihu vydalo nakladatelství Gordon & Breach v New Yorku v roce 1970 a má rozsah XV + 732 strany. O jejím předběžném vydání, které vyšlo na Pensylvánské univerzitě v r. 1968, přinášíme v tomto čísle podrobnější recenzi.

## Modern Farm Power (Second Edition)

(Současné zemědělské motory — II. vydání)

W. Promsberger, D. Priebe, F. Bishop

Druhé vydání učebnice (I. vydání vyšlo v r. 1962), která se používá na zemědělských školách a nižších kolejích v západní polovině USA.

Nové vydání bylo v roce 1969–70 přepočítáno, dovedeno na současnou úroveň, kapitola o naftových motorech byla rozšířena a byla přidána kapitola o hydraulických systémech.

Vydalo nakladatelství Prentice — Hall Inc. v New Yorku.

Doc. K. K o s k u b a, CSc.

## PHYSICAL PROPERTIES OF PLANT AND ANIMAL MATERIALS

Part I of Vol. I: Structure, Physical Characteristics and Rheological Properties (Second Preliminary Edition)

Part II of Vol. I: Texture of Foods, Mechanical Damage, Aero- and Hydrodynamic Characteristics and Friction Properties (First Preliminary Edition)

### Fyzikální vlastnosti materiálů rostlinného a živočišného původu

Svazek I., díl I.: Struktura, fyzikální charakteristiky a reologické vlastnosti (druhé předběžné vydání)

Svazek I., díl II.: Struktura potravin, mechanické poškození, aero- a hydrodynamické charakteristiky a třecí vlastnosti (první předběžné vydání)

Nuri N. Mohsenin

V roce 1968 vydala fakulta zemědělské techniky Pensylvánské university ve Spojených státech (Department of Agricultural Engineering, The Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA) uvedené publikace o celkovém rozsahu 757 stran, bohatě ilustrované a vybavené odkazy na literaturu, s rozsáhlou tabulkovou přílohou a indexem.

Publikace obráží potřebu komplexní znalosti materiálů, které jsou zpracovány, konzervovány, přepravovány a skladovány v odvětví národního hospodářství, jež se nazývá zemědělsko-potravinářský komplex.

Na své cestě od farmy až ke spotřebiteli jsou tyto materiály podrobeny fyzikálnímu působení, které zahrnuje mechanické, tepelné, elektrické, optické a akustické působení.

Pouze znalost působení fyzikálních zákonů na biologické materiály umožní vyvinout technologie zpracování a manipulace a potřebné strojní a technické zařízení pracující s maximální efektivností a zachovávající nejvyšší kvalitu produktu.

Publikace je určena jako studijní materiál pro vědecké pracovníky, učitele a studenty v odvětvích vědy a technologie, zabývajících se fyzikálním chováním biologických materiálů.

První díl se člení na šest kapitol:

- I. Význam fyzikálních vlastností
- Ia. Struktura biologických materiálů a vazba vody
- Ib. Fyzikální charakteristika
- II. Některé základní pojmy z mechaniky a reologie
- III. Problémy dotykového napětí
- IV. Aplikace reologie

Druhý díl obsahuje další čtyři kapitoly:

- IVa. Reologie a struktura potravin
- IVb. Mechanické poškození
- V. Aero- a hydrodynamické charakteristiky
- VI. Tření

Příloha obsahuje 19 tabulek nejrůznějších fyzikálních vlastností a rozsáhlý věcný rejstřík.

V kapitole I je na různých příkladech ilustrována potřeba znalosti nejrůznějších

fyzikálních charakteristik v souvislosti s procesy v oboru zemědělské techniky.

Jde o tvar, rozměry, objem, povrch, hustotu, barvu, mechanické poškození, pevnost a pružnost, stlačitelnost, koeficient tření, vnitřní tření, aerodynamické vlastnosti, tepelné vlastnosti v procesech ohřevu, chlazení, sušení a lyofilizace, elektrické vlastnosti, jako je vodivost a reakce na elektromagnetickou radiaci, optické vlastnosti aj.

Další kapitola (Ia) se zabývá strukturou materiálu rostlinného a živočišného původu na příkladech vybraných ekonomicky významných materiálů. Stavba rostlinné hmoty je ilustrována na stéble vojtěšky, jedlých částech zeleniny, jablka aj. Tato kapitola obsahuje popis mechanismů adsorpce a desorpce, absorpce, dále tabulku složení některých rostlinných produktů a jejich morfologii.

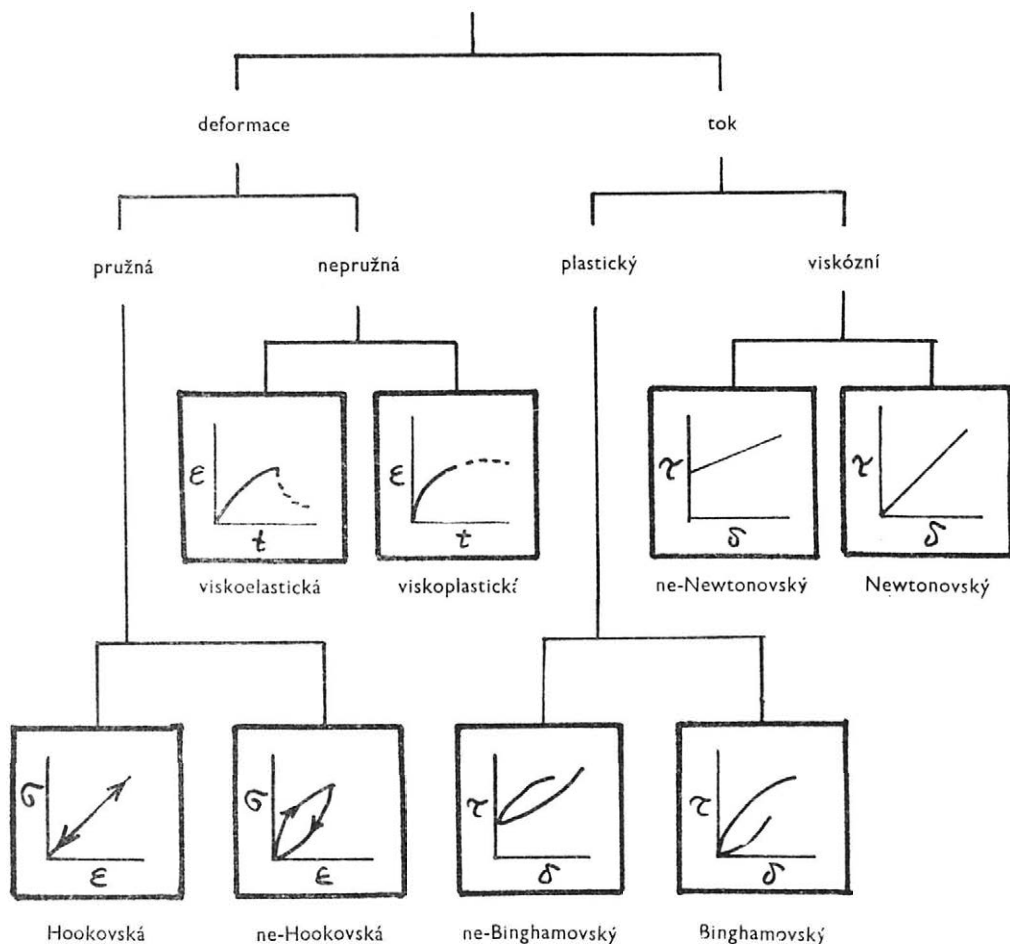
Kapitola Ib obsahuje definici a metody stanovení elementárních fyzikálních vlastností, jako je tvar, rozměry, objem, měrná hustota, povrch a některých dalších. Tyto vlastnosti jsou velmi důležité pro definování technických parametrů množiny produktů na základě parametrů částice (např. hromady zrna na základě jednotlivých zrníček). Kapitola obsahuje také popisy potřebných přístrojů.

Další kapitola (II) nás seznamuje s moderním přístupem k aplikaci reologie v agrofyzi. Reologii lze totiž definovat jako vědu „zabývající se studiem deformace a toku“. Jestliže tedy působení síly způsobí deformaci a tok uvnitř mate-

riálu, můžeme mechanickou vlastnost uvažovat jako vlastnost reologickou. Oblast takto pojaté reologie je ilustrována na obr. 1. Tato kapitola je velmi obsáhlá a obsahuje definice, reologické modely i metody stanovení reologických vlastností. V bibliografii je uveden i výběr publikací z oblasti reologie.

III. kapitola se zabývá problémy dotykového napětí, které mají velký význam při manipulaci a zpracování zemědělských materiálů. Jestliže existují vyhovující teorie pro reologii newtonovských i ne-newtonovských kapalin, neexistuje dosud řešení pro problémy reologie pevných materiálů. Tato kapitola obráží sou-

## REOLOGIE



časnou úroveň aplikace teorie deformace pevných látek na typické zemědělské hmoty.

V následující IV. kapitole jsou shromážděny údaje o experimentálním objasnění reologických vlastností: deformace při působení síly, závislost mezi napětím a deformací, tahové, stříhové a ohybové zkoušky zemědělských hmot, stlačitelnost apod. Kapitola rovněž obsahuje popis potřebných experimentálních zařízení a ilustraci metody stanovení těchto reologických vlastností u různých materiálů.

Jestliže v kap. II–IV prvního dílu šlo v podstatě o obecnou aplikaci reologie na zemědělské hmoty, pak v kap. IVa druhého dílu publikace jsou shromážděny údaje o vyhodnocení některých fyzikálních charakteristik, obvykle označovaných jako strukturální vlastnosti zemědělských hmot; uvádí se, že existuje asi 350 termínů k charakteristice vlastností potravin a zemědělských produktů, z nichž asi 25 % charakterizuje to, co zahrnujeme pod pojem struktura, resp. strukturální vlastnosti: tvrdost, měkkost, křehkost, tuhost, pružnost, pevnost, zralost, jemnost, lepkavost, vláknitost, hrubost, vločkovitost, olejovitost atd. Způsoby stanovení strukturálních vlastností se v kapitole dělí na metody subjektivní (smyslové) a objektivní (instrumentální), přičemž objektivní se rozděluje na metody reologické, empirické a na imitativní měření.

Kapitola IVb se zabývá ekonomicky závažným důsledkem mechanizace sklizně a posklizňové manipulace – mechanickým poškozením zemědělských pro-

duktů. Rozebírá příčiny a biologické následky poškození, definuje poškození a ukazuje metody detekce a vyhodnocení poškození. Analyzuje hlavní typy poškození (ráz, vibrace apod.) a uvádí maximální povolená zatížení vybraných produktů.

Aerodynamické a hydrodynamické vlastnosti jsou obsahem V. kapitoly. Experimentální údaje o koeficientu odporu a rovnice pohybu ve vzdušném prostředí potřebné při teoretickém řešení manipulace, dopravy i procesů kondicionování jsou zde uvedeny pro různé zemědělské hmoty. Vysoká teoretická úroveň zpracování této kapitoly obráží množství prací publikovaných v tomto oboru.

Třením se zabývá poslední, rovněž velmi rozsáhlá, VI. kapitola publikace. Především rozebírá teorii tření pevných látek a zrnitých materiálů a vliv typických faktorů na třecí charakteristiky (vliv normální síly, rychlosti pohybu, vlhkosti a prostředí). Přináší rovněž velmi praktické údaje pro konstruktéra skladů, zásobníků, manipulačních a dopravních zařízení a prvků.

Publikace profesora Mohsenina je vynikající kompilací vědeckých a technických informací z významného úseku agrofyziky – výzkumu a teorie fyzikálních vlastností zemědělských hmot. Autor sám ji považuje za přípravné dílo pro ucelenou publikaci na toto téma, což vysvětluje mimo jiné rozdíly v označení a symbolech.

(Publikaci vlastní v ČSR knihovna Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Řepích, Sg. K 22124/I a II).

Doc. K. K o s k u b a, CSc.

## VÝZKUMNÉ ÚKOLY ŘEŠENÉ NA MECHANIZAČNÍ FAKULTĚ VŠZ V PRAZE V ROCE 1970

*Na mechanizační fakultě se v rámci výzkumného plánu řešila v uplynulých letech řada výzkumných úkolů, z nichž některé byly ukončeny a obhájeny v roce 1970. Výzkumná problematika se týkala převážně teoretických otázek dalšího rozvoje zemědělské techniky. Některé problémy se týkaly souběžně i rozvoje výukových disciplín zabezpečovaných jednotlivými katedrami fakulty.*

*Výzkumný program byl poměrně různorodý, což vyplývá z organizační struktury fakulty, podmíněné potřebami výuky.*

*Ve stručném přehledu uvádíme výsledky některých ukončených výzkumných úkolů:*

### VÝZKUM PROUDĚNÍ VZDUCHU V ZEMĚDĚLSKÝCH OBJEKTECH A VÝZKUM ČINITELŮ PŮSOBÍCÍCH NA PROUDĚNÍ VZDUCHU

Řešitel doc. ing. Vladimír Kadlec, CSc.

Zkoumal se vliv různých faktorů na proudění vzduchu v zemědělských objektech za různých podmínek. Bylo zjištěno, že u typizovaných ventilačních systémů není eliminován vliv větru. Byly brány v úvahu i škodliviny nebiologického původu. Na základě měření při zviditelnování vzdušných proudů byl navržen nový výpočtový postup pro výkonnost a větrací účinnost ventilačního systému. Zevšeobecněné poznatky byly zpracovány jako zásady pro projektování ventilačních systémů a ověřeny při projektování ventilačního systému pro kravín K 174, rekonstruovaný pro chov 18 000 nosnic a pro montážní halu a svařovnu STS.

### DIAGNOSTIKA TRAKTORŮ

Řešitel doc. ing. Ladislav Pejša, CSc.

Byly odvozeny zásady sestavení optimálního diagnostického postupu z hlediska dosažení minimálních nákladů. K zobrazení diagnostického postupu bylo použito síťového diagramu. Optimální diagnostický postup byl aplikován na traktor, byly vytyčeny požadavky na techniku měření vyvinuta metoda měření krouticích momentů jednotlivých válců, navržen asynchronní dynamometr a prokázána vyhovující relativní přesnost měření 2,5 %.

### PEVNOST VAZBY ZRNA S KLASEM

Řešitel doc. ing. Radoš Řezníček, CSc.

Byla vypracována metoda pro přímé měření průběhu vazebné síly při uvolňování zrna z klasu a pro měření pevnosti vazby zrna v klasu a sestavena potřebná měřicí aparatura. Měřila se pevnost vazby zrna v klasu u vybraných odrůd pšenice a žita ve třech stadiích zralosti v závislosti na poloze zrna v klasu a na velikosti klasu. Výsledky jsou aplikovatelné při klasifikaci odrůd a při úvahách o sklizňových technologiích.

### VÝZKUM ŘEZÁNÍ PŮDY PRACOVNÍMI ORGÁNY ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ

Řešitel doc. ing. Mikuláš Friedman, CSc.

Řešila se problematika řezání půdy kotoučovým a nožovým krojidlom a řezání půdy v horizontální rovině. Teoreticky byly odvozeny silové rozměry na základě hypotetického pohybu kotouče a výsledky byly prověřeny experimentálně. Zjistilo se, že nejmenší odpor na nožové krojidlo je tehdy, je-li ostří postaveno kolmo na směr pohybu. Bylo rovněž zjištěno, že nejmenší síla se potřebuje při kolmém nastavení ostří (drátu) vzhledem ke směru pohybu řezání v horizontální rovině.

### VYŠŠÍ STUPEŇ MECHANIZACE AŽ AUTOMATIZACE PŘEMÍSTOVÁNÍ ZÁVLAVOVÝCH TRUBEK

Řešitel ing. Václav Mašek, CSc.

Na základě teoretických rozborů byly vyvinuty a odzkoušeny dva funkční modely nosičů závlahových trubek. Zařízení zvyšuje produktivitu práce a uspoří jednoho pracovníka. Funkce modelů byla prověřena poloprovozními zkouškami. By-

lo doporučeno předat potřebnou dokumentaci výrobním podnikům.

## PEVNOST POLYETYLENOVÝCH HADIC PŘI VNITŘNÍM PŘETLAKU

Řešitel doc. ing. Jindřich Hrubý, CSc.

Byla vypracována metodika krátkodobých zkoušek hadic z rozvětveného polyetylénu při namáhání osovou silou za vnitřního přetlaku. Jednalo se o metodu krátkodobých laboratorních zkoušek, která modelovala podmínky namáhání polyetylenových hadic při závlahách. Měřily se vzorky hadic vyráběných z polyetylénu typu Bralen a Miraten. Výsledky jsou aplikovatelné pro laboratorní zkoušky pevnosti a životnosti hadic při víceosé napjatosti na různém stupni destrukce materiálu ve zvoleném prostředí.

## LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ V MECHANIZACI ZEMĚDĚLSTVÍ

Řešitel doc. ing. Bohumil Krupička, CSc.

Řešila se optimalizace řízení práce strojné traktorových souprav v rostlinné výrobě. Optimální nasazení strojů na polní práce je určováno metodami lineárního programování. Optimální rozmístění strojů na polní práce bez přímé časové vazby lze určit z hlediska optimalizace nákladů, doby na provedení, spotřeby pohonných hmot, popřípadě jiných kritérií daných celkovou hospodářskou situací zemědělského podniku.

Optimální řešení lze vyhledat většinou známých metod lineárního programování nebo simplexovou metodou s různou kombinací sestav omezujících kritérií. Sestavené modely jsou však odlišné v okrajových podmínkách, sazbách a účelové funkci. Rozměr modelů je ovlivněn rozsahem prací, počtem strojů a počtem doplňkových omezení. Pracnost sestavení modelů i výpočtu je různá. Pro jednoduché modely je výhodná metoda VAM s ručním výpočtem, pro vícerozměrné modely pak simplexová metoda s výpočtem na samočinném počítači. Poznatků lze využít na úrovni řízení zemědělského závodu. Úspory nákladů na práce jsou závislé na úrovni řízení, v průměru mohou činit 10 %.

## NOVÝ ELEKTROMAGNETICKÝ TŘÍDIČ SEMENE VYUŽÍVAJÍCÍ POLOVODICOVÉ TECHNIKY

Řešitel doc. ing. Václav Černý, CSc., ing. Kamil Petrbok, CSc.

Měřila se síla magnetického pole, působící na ferromagnetické tělísko. Byl navržen a realizován tyristorový napájecí zdroj pro separační elektromagnety. Zařízení umožňuje plynule nastavovat proud od 0,6 do 5,0 A a kolísání napětí sítě v rozmezí +10 a -15 % nevyvolá změnu budícího proudu větší než 1 %. Zaručuje jakost třídění při náhodných i trvalých výkyvech napětí sítě. Osvědčilo se ve zkušebním provozu v semenářském závodě.

## PLASTICKÁ DEFORMACE KUBICKÝCH PROSTOROVĚ CENTROVANÝCH KRYSTALŮ PŘI ZVÝŠENÉ DEFORMAČNÍ RYCHLOSTI

Řešitel doc. ing. Radoš Řezníček, CSc.

Byla vyvinuta měřicí aparatura, která je u nás jediným zařízením, umožňujícím získat záznamy tahových deformačních křivek malých vzorků při rychlosti posuvu maximálně 1000 cm/min. Současné vlastnosti zařízení, zkušenosti získané při jeho konstrukci a použití jsou dobrým základem pro další rozvíjení a zdokonalování této metodiky experimentální práce při výzkumu plastické deformace při zvýšených rychlostech deformace.

## OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ V OCHRANĚ ATMOSFÉRY

Řešitel doc. ing. Jindřich Hrubý, CSc.

Experimentálně byly ověřovány možnosti použití vodní páry jako ochranné atmosféry při obloukovém svařování ocelí. Pro zkoušky byl zhotoven vyvíječ s automatickou regulací dodávky páry a speciální svařovací hlavice. Byl sledován vliv volených parametrů režimu na stabilitu procesu. Kromě metalografické analýzy se dělaly zkoušky pevnosti a rázové houževnatosti svarových spojů; výsledky byly srovnány s hodnotami svarových spojů získaných svařováním v atmosféře kyslíčnicku uhlíčitého. Výsledky odpovídaly technologickým požadavkům, zvláště při zkratovém svařování.

*Doc. ing. Jindřich Hrubý, CSc., proděkan pro vědeckovýzkumnou činnost na mechanizační fakultě VŠZ v Praze*

Rukopis odevzdán k tisku 7. 1. 1971 – Podepsáno k tisku 17. 3. 1971

|                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Strouhal E., Bartolomějev A., Mareš Z.: Doprava zrna od sklízecích mlátiček . . . . .                       | 139 |
| Mašková H., Havelík J.: Teoretické základy výroby senáže . . . . .                                          | 153 |
| Velebil M., Chalupa M.: Metody zjišťování fyzikálních vlastností výkalů . . . . .                           | 171 |
| Janáč K.: Tepelná rovnováha stávieb koní . . . . .                                                          | 177 |
| Pejša L.: Diagnostická prověrka dílčích krouticích momentů jednotlivých válců traktorového motoru . . . . . | 189 |
| Koskuba K.: Nové knihy . . . . .                                                                            | 197 |
| Koskuba K.: Recenze . . . . .                                                                               | 198 |
| Informace                                                                                                   |     |
| Hrubý J.: Výzkumné úkoly řešené na mechanizační fakultě VŠZ v Praze v roce 1970 . . . . .                   | 201 |

## СОДЕРЖАНИЕ

Строухал Е., Бартоломеев А., Мареш З.: Транспортировка зерна от зерноуборочных комбайнов (151). — Маškova Г., Гавелик Й.: Теоретические основы производства сенажа (168). — Велебил М., Халупа М.: Методы определения физических свойств экскрементов (175). — Янач К.: Тепловое равновесие коневодческих помещений (187). — Пейша Л.: Диагностическая проверка частных крутящих моментов отдельных цилиндров тракторного двигателя (195).

## CONTENT

Strouhal E., Bartolomějev A., Mareš Z.: The Transport of Grain from the Combine Harvesters (151). — Mašková H., Havelík J.: Theoretical Basis of the Production of Haylage (168). — Velebil M., Chalupa M.: Methods to Determine Physical Properties of Dung (175). — Janáč K.: The Thermal Balance of the Buildings for Horse-Breeding (188). — Pejša L.: The Diagnostic Testing of Single Torques of Separate Cylinders in the Tractor Engine (195).

## INHALT

Strouhal E., Bartolomějev A., Mareš Z.: Transportprobleme bei dem Einsatz der Mähdrescher (152). — Mašková H., Havelík J.: Theoretische Grundsätze der Halbheuproduktion (169). — Velebil M., Chalupa M.: Feststellungsmethoden der physikalischen Exkrementeneigenschaften (175). — Janáč K.: Thermisches Gleichgewicht der Bauten für Pferdeezucht (188). — Pejša L.: Diagnostische Überprüfung der Teil-Drehmomente der einzelnen Traktorenmotorzylinder (196).

## TABLE DES MATIÈRES

Strouhal E., Bartolomějev A., Mareš Z.: Transport du grain à partir des récolteuses batteuses (res. An/151, Al/152). — Mašková H., Havelík J.: Bases théoriques de la production des fourrages préfanés ensilés (169). — Velebil M., Chalupa M.: Méthodes d'identification des propriétés physiques des excréments (176). — Janáč K.: Equilibre thermique des bâtiments destinés à l'élevage des chevaux (res. An, Al/188). — Pejša L.: Vérification diagnostique des moments de torsion partiels des cylindres particuliers du moteur de tracteur (res. An/195, Al/196).

# TRAKTOR BOLGAR TL-45

Malý pásový traktor Bolgar TL-45 je zlepšená konstrukce modelu Bolgar TL-30A se zvýšeným výkonem motoru na 45 k. Vyznačuje se cennými technickými provozními vlastnostmi a moderní konstrukcí. Univerzální možnosti použití zaručují vysokou ovladatelnost na malých plochách se vzdáleností řad přes 1,5 m a se sklonem terénu 12°. Proto je traktor vhodný k obdělávání vinic, růžových a ovocných zahrad, třtinových, kávovníkových a citrusových plantáží. Šestistupňová převodovka poskytuje široký rozsah jízdních rychlostí, takže se podle daného pracovního použití může zvolit nejvhodnější rychlost. — Na XXIV. Mezinárodním veletrhu v Plovdivu získal traktor Bolgar TL-45 zlatou medaili.

Použijte traktor zkušebně na svých osevních plochách. Pochopíte pak, proč tisíce zemědělců v NDR, Maďarsku, Československu, na Kubě, v Alžíru, Indii, Francii a jiných zemích dává přednost traktoru Bolgar pro obdělávání půdy.

Vývozce:

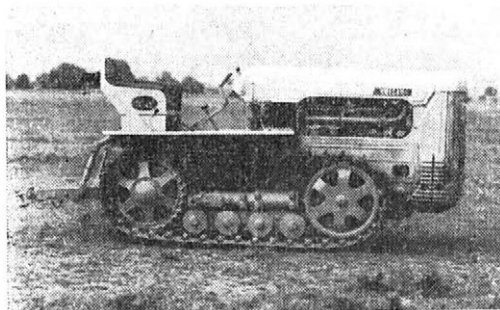
Státní obchodní podnik

**Agromachinaimpex**

**Sofia – Aksakova 5**

telefon: 88-53-25

dálnopis: 022-563



## Agromachinaimpex

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborového tisku, Jindřišská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova 22, Praha 2.