

VĚDECKÝ ČASOPIS



# ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

4

ROČNÍK 37 (LIX)  
PRAHA  
DUBEN 1990  
CS ISSN 0044 - 3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ  
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ  
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

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

Vedoucí redaktorka: ing. Vladimíra Čermáková

## OBSAH

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bajla J., Brozman D., Kubík L., Srnka J.: Meranie deformácií bloku motora ťažkého radu Zetor metódou holografickej interferometrie . . . . . | 193 |
| Čursin J. A., Rešetnikov G. I.: Model řízení kvality při získávání krmiv z rostlin . . . . .                                                 | 197 |
| Ondříšek J.: Pracovná rýchlosť vynášacieho priečneho dopravníka podstieliaceho voza . . . . .                                                | 201 |
| Jílek J.: Experimentální zařízení a matematický model sušení materiálu v silné vrstvě . . . . .                                              | 207 |
| Jura S.: Těžební roboty „kráčející“ po stojících stromech . . . . .                                                                          | 219 |
| Varga J.: Tepelnotechnické posudzovanie ustajňovacích objektov z hľadiska letného obdobia . . . . .                                          | 235 |

## ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Janál R., Hévr M., Beuche W., Graupner M., Rudowsky H. J., Schulze H., Wehowsky G.: Společný vývoj a měření konduktivity mléka v Lipsku a v Praze . . . . . | 237 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## AKTUALITY

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Novotný F.: Technický, vědeckotechnický a životní cyklus v technice . . . . . | 241 |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|

## TERMINOLOGIE V OBORU ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Žák K.: Sklízecí mlátičky . . . . . | 246 |
|-------------------------------------|-----|

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bajla J., Brozman D., Kubík L., Srnka J.: Measuring the deformations of the engine block of the heavy-duty Zetor series, using the method of holographical interferometry . . . . . | 193 |
| Čursin J. A., Rešetnikov G. I.: Model of quality management of processing protein feeds from plants . . . . .                                                                       | 197 |
| Ondříšek J.: The working speed of the unloading cross conveyer of the litter spreading truck . . . . .                                                                              | 201 |
| Jílek J.: Experimental equipment and mathematical model for the drying of material in a strong layer . . . . .                                                                      | 207 |
| Jura S.: Logging robots „walking“ on standing trees . . . . .                                                                                                                       | 219 |
| Varga J.: Thermal characteristics of livestock housing premises in the summer season . . . . .                                                                                      | 235 |

## INHALT

|                                                                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bajla J., Brozman D., Kubík L., Srnka J.: Messen der Deformationen des Motorblocks des Schwertraktors Zetor mit Hilfe der holographischen Interferometrie . . . . . | 193 |
| Čursin J. A., Rešetnikov G. I.: Modell für Regelung der Qualität bei der Produktion von Futtermitteln aus Pflanzen . . . . .                                        | 197 |
| Ondříšek J.: Arbeitsgeschwindigkeit des Querförderers des Streuwagens . . . . .                                                                                     | 201 |

**Nechybí ve Vaší odborné knihovně?**

V STI vyjde v roce 1992 publikace

# **OBILÍ, OBILNÉ VÝROBKY A POLOTOVARY**

jako pokračování řady předchozích dílů

**MLÉKO, MLEČNÉ VÝROBKY A POLOTOVARY. 198 s., 135 Kčs**  
**MASO, MASNÉ VÝROBKY A POLOTOVARY. 284 s., 237 Kčs**

Pokud se zabýváte konstrukcemi a navrhováním strojů nebo chcete hledat nové technologické postupy s cílem snížit energetickou náročnost výroby, pomohou Vám zde shromážděné údaje s přehledy nejdůležitějších fyzikálních vlastností potravin jako je hustota, měrná tepelná kapacita, tepelná a teplotní vodivost, entalpie, viskozita apod. S těmito údaji můžete provádět výpočty tepelných bilancí, sdílení tepla, potrubní dopravy, míchání a další operace a postupy potravinářského průmyslu.

K Vaší rychlé orientaci pomohou přehledné empirické rovnice, doplněné grafickým znázorněním, také názorné příklady a rejstřík materiálů, pro které jsou data uváděna.

Rozsah bude asi 150-200 stran, formát A4 a cena kolem 200 Kčs.

Nedílnou součástí této edice je rovněž vydaná publikace

**MANUÁL FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ POTRAVIN, 59 s., 55 Kčs.**

Ten slouží jako metodická příručka ke všem dílům, obsahuje utříděné skupiny 199 fyzikálních vlastností potravin s příslušnými značkami, jednotkami SI a definicemi nebo vysvětlením uváděných pojmů.

.....

V případě zájmu vyplňte objednávací lístky na rubu tohoto lístku a zašlete je zpět na naši adresu:  
**Středisko technických informací, Londýnská 55, 120 21 Praha 2.**

**Objednávám u Střediska technických informací potravinářského průmyslu, Londýnská 55, 120  
21 Praha 2, publikaci:**

.....

Počet výtisků:

**Obilí, obilné výrobky a polotovary**

**Mléko, mléčné výrobky a polotovary .....**

**Maso, masné výrobky a polotovary .....**

**Manuál fyzikálních vlastností potravin .....**

**Zašlete na adresu:**

**(prosíme o úplnou adresu**

**strojem nebo razítkem, vč. PSČ)**

**Vyřizuje:**

**Datum:**

# MERANIE DEFORMÁCIÍ BLOKU MOTORA ŤAŽKÉHO RADU ZETOR METÓDOU HOLOGRAFICKEJ INTERFEROMETRIE

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

BAJLA, J. – BROZMAN, D. – KUBÍK, L. – SRNKA, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Meranie deformácií bloku motora ťažkého radu Zetor metódou holografickej interferometrie*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 193 – 196.

Holografická interferometria, ako jedna z experimentálnych metód mechaniky, umožňuje zisťovať spojité obrazy priestorových posunutí aj veľmi malých hodnôt (spodná hranica zhruba  $0,3\mu\text{m}$ ). V príspevku sú uvedené výsledky merania posunutia vložiek valcov motora traktora Zetor v dosadacej rovine hlavy valcov po utiahnutí kotevných skrutiek. Na základe výsledkov meraní sú navrhnuté konštrukčné úpravy bloku motora.

motor traktora; deformácia; holografická interferometria; vektor posunutia

V určitej fáze vývoja motora traktorov ťažkého radu Zetor vznikol problém zadierania vložiek valcov. Na základe analýzy bola vyšpecifikovaná príčina – nevhodná konštrukcia skrutkového spojenia hlavy a bloku valcov. Cieľom konštruktérov i experimentátorov bolo tieto negatívne vplyvy odstrániť.

Úloha bola rozdelená na dve etapy:

- I. Zistiť deformácie jednotlivých častí závitového spojenia a navrhnúť konštrukčné úpravy.
- II. Preveriť upravené závitové spojenie z hľadiska zníženia deformácií.

Bežnými meracími metódami nebolo možné túto náročnú úlohu splniť, a preto bolo rozhodnuté použiť jednu z progresívnych optických experimentálnych metód – holografickú interferometriu.

Holografická interferometria (ďalej HI) umožňuje merať malé posunutia na povrchu predmetov a tieto posunutia aj kvalitatívne, resp. kvantitatívne vyhodnotiť. Pretože HI umožňuje uskutočniť merania na reálnych telesách bez ich dodatočných úprav, je možné dosiahnuť stav, že podmienky merania sú veľmi blízke prevádzkovým podmienkam. Podstatnou prednosťou HI je možnosť získania celoplošnej spojitely informácie o deformáciách skúmaného povrchu telesa, tzv. deformačného poľa. Z uvedených dôvodov predstavuje HI najširšiu oblasť využitia holografie v experimentálnej mechanike. Pre merania uvedeného typu sa HI ukázala ako najvhodnejšia zo známych experimentálnych metód.

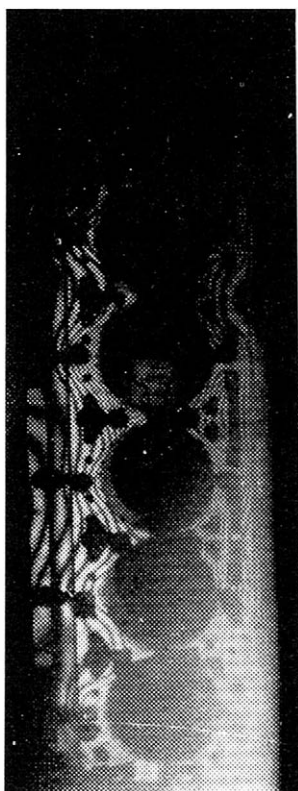
## MATERIÁL A METÓDY

Na meranie bol použitý He-Ne laset typu LA-1001 s výkonom cca 100 mW, s vlnovou dĺžkou 632,8 nm. Na zaznamenanie holografických interferogramov boli použité holografické platne ORWO LP-2.

Záznamy interferogramov, tvoriacich podklad pre vyhodnotenie posunutí, boli realizované technikou dvojitej expozície (1). Pri vyhodnocovaní sme vychádzali zo základnej rovnice HI

$$\delta = (\vec{k}_1 - \vec{k}_2) \cdot \Delta \vec{r}, \quad (1)$$

kde:  $\delta$  – dráhový rozdiel,  
 $\vec{k}_1$  – jednotkový vektor v smere posunutia,  
 $\vec{k}_2$  – jednotkový vektor v smere pozorovania  
 $\Delta \vec{r}$  – vektor posunutia.



1. Holografický interferogram predstavujúci blok motora po zaskrutkovaní všetkých skrutiek a utiahnutí na predpísaný moment 70 Nm – Holographical interferogramme representing an engine block after screwing all the screws and tightening them to the required moment of 70 Nm

Pri podrobnejšom rozbere tejto rovnice je zrejmé, že v prípade vyhodnocovania zložky posunutia len v rovine objektu, čo je náš prípad, môžeme rovnicu (1) prepísať do tvaru

$$\Delta \delta = - \Delta \vec{k}_2 \cdot \Delta \vec{r}, \quad (2)$$

kde:  $\Delta \vec{k}_2$  – vektor zmeny smeru pozorovania,  
 $\Delta \delta$  – zmena dráhového rozdielu spôsobená zmenou smeru pozorovania.

Použitím rovnice (2) a údajov určených z geometrie zostavy pri zázname hologramu môžeme vypočítať zložky posunutí v rovine objektu. V našom prípade ide o zložky posunutia v radiálnom smere na os valcov, teda tie, ktoré spôsobujú zmenu priemeru otvorov pre vložky valcov i samotného vnútorného priemeru vložky valca.

Experiment bol rozvrhnutý do týchto troch fáz:

- kvantitatívna analýza celkového poľa posunutí na celom bloku s cieľom určenia oblasti najväčšieho posunutia po naskrutkovaní kotevných skrutiek;
- kvantitatívne vyhodnotenie posunutí na okrajoch otvoru valca určeného analýzou v predchádzajúcej etape;
- kvantitatívne vyhodnotenie posunutí na okrajoch otvoru valca po nasunutí všetkých vložiek a utiahnutí hlavy.

Kotevné skrutky boli zatiahnuté momentom  $60 \pm 5$  Nm, čo zodpovedalo predpísanému momentu výrobcu (50 – 70 Nm) v štyroch etapách, pričom z každého dielčieho stavu bol zhotovený interferogram. Toto rozloženie zataženia bolo nutné z dôvodu očakávaných veľkých posuvov, tj. presahujúcich hranicu citlivosti HI. Na vložkách valcov sme vyznačili polárny súradný systém pre vyhodnocovanie.

I. Posunutia  $|\Delta r|$  v  $\mu\text{m}$  – Displacements  $|\Delta r|$  in  $[\mu\text{m}]$

| Bod        | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Valec č. 5 | 64 | 71 | 52 | 20 | 38 | 47 | 54 | 36 | 28 | 27 | 50 | 58 |
| Valec č. 6 | 55 | 47 | 19 | 37 | 34 | 56 | 54 | 33 | 31 | 29 | 51 | 39 |

II. Zmeny priemerov otvorov  $|\Delta d|$  v  $\mu\text{m}$  – Changes in the hole diameters  $|\Delta d|$  in  $[\mu\text{m}]$

| Priemer    | 1 – 7 | 2 – 8 | 3 – 9 | 4 – 10 | 5 – 11 | 6 – 12 |
|------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Otvor č. 5 | 118   | 107   | 80    | 47     | 88     | 105    |
| Otvor č. 6 | 109   | 80    | 50    | 66     | 85     | 95     |

III. Výsledné hodnoty zmeny priemerov vložiek valcov – Resultant values of change in the diameter of cylinder liners

| Priemer     | 1 – 7 | 2 – 8 | 3 – 9 | 4 – 10 | 5 – 11 | 6 – 12 |
|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Vložka č. 5 | 50    | 74    | 44    | 42     | 26     | 37     |

## VÝSLEDKY

### Určenie oblastí najväčšieho posunutia

Na základe kvalitatívnej analýzy získaných interferogramov sme lokalizovali najnepriaznivejšiu oblasť, t.j. oblasť s najväčším posunutím na povrchu bloku motora v rovine otvorov pre vložky valcov. Ako vyplýva aj z obr. 1, bola to oblasť v okolí piateho a šiesteho valca.

### Meranie posunutí na okrajoch otvorov pre vložky valcov

Postup merania bol taktiež rozložený na štyri etapy zaťažovania, pričom z každej etapy bol zhotovený hologram, ktorý bol kvantitatívne vyhodnotený. Výsledné posunutia sme určili sčítaním štyroch dielčích stavov. Hodnoty posunutí, zistené na obvode otvoru č. 5, sú uvedené v tab. I.

Hodnoty zmeny priemerov otvorov valcov sú uvedené v tab. II.

### Meranie posunutí na vložke valca po zatiahnutí hlavy valcov

Meranie posunutí na vložke valca č. 5 sa uskutočnilo po zatiahnutí hlavy. Matice na hlave motora (upravenej) boli doľahované v poradí určenom výrobcom na moment  $180 \div 185 \text{ Nm}$  na trikrát. Každý z týchto troch stavov bol zaznamenaný na interferogram. Výsledné posunutia jednotlivých bodov na okraji vložky boli sčítané z hologramov dielčích stavov. Výsledné hodnoty zmeny priemerov vložiek valcov sú uvedené v tab. III.

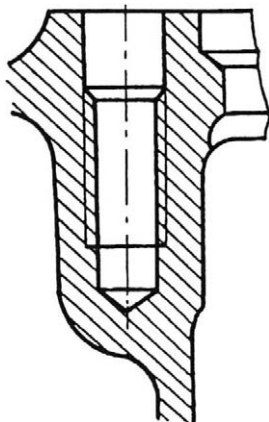
Poznamenávame, že pri meraní dĺžkových rozmerov geometrie zostavy s presnosťou  $\pm 5 \text{ mm}$  a odpočítavaní rádoz interferencie s presnosťou  $\pm 0,25$  je krajná chyba vypočítaných hodnôt  $\sim 9 \%$ .

Z uvedených údajov vidieť, že najväčšie posunutia v radiálnom smere boli na okraji otvoru piateho valca v oblasti bodov 12 až 4.

Z porovnania údajov tab. II a III vidieť, že zmeny rozmeru u otvorov valcov sú zreteľne väčšie ako u vložky valcov.

Je zrejmé, že deformácie rozmerov vnútorného priemeru vložiek valcov, zvlášť v hornej časti vložky, kde prístupuje ešte tlaková deformácia od hlavy valcov, utiahnutej ku bloku cez skrutky momentom  $185 \text{ Nm}$ .

Príčinu problémov zadierania piestov vo vložkách valcov je možné vidieť v nevhodnej konštrukcii skrutkového spoja. Ako ukazuje obr. 2, horná hranica závitovej časti diery je v rovine opory pre vložku valcov. Nezanedbateľným faktom je i použitie závitového uloženia s presahom (M 14 SH6/Sn2), čo spôsobuje značné lokálne deformácie okolia spoja.



2. Konštrukčné riešenie skrutkového spoja. Horná hranica závitovej časti diery je v rovine opory pre vložku valcov – The design of the screw connection. The upper end of the threaded part of the hole lies in the plane of the support for the cylinder liner

## ZÁVER

Z uvedených výsledkov vyplýva, že použitie metód HI pre daný typ úlohy bolo vhodné. Technika dvojitej expozície a postup vyhodnocovania nameraných hodnôt nám umožnili dosiahnuť presnosť vypočítaných posunutí, akú pre HI uvádza väčšina literárnych prameňov.

Na základe výsledkov meraní a podrobného preštudovania príslušných častí výrobnej dokumentácie mohli sme vyvodiť závery pre odstránenie nedostatkov uvedených v úvode. Navrhli sme:

- úpravu konštrukcie skrutkového spoja pozostávajúcu z posunutia závitovej časti diery v bloku motora pod úroveň opory vložky;
- úpravu uloženia skrutkového spoja.

Návrhy boli výrobcom akceptované a po konštrukčných úpravách boli uskutočnené ďalšie experimentálne merania, ktorých výsledky budú zverejnené v ďalšom príspevku.

## Literatúra

- BALAŠ, J. – SZABÓ, V.: Holografická interferometria v experimentálnej mechanike. Bratislava, Veda 1986.  
 KEPRT, J.: Vyhodnocovanie deformácií v holografickej interferometrii. *Jemná mechanika a optika*, 25, 1979, č. 5, s. 137 – 142.  
 VEST, CH.: Holographic Interferometry. Moskva, Mir 1982.  
 REKTORYS, K.: Přehled užití matematiky. Praha, SNTL 1968.

Došlo dňa 9. 7. 1990

BAJLA, J. – BROZMAN, D. – KUBÍK, L. – SRNKA, J. (University of Agriculture, Nitra): *Measuring the deformations of the engine block of the heavy-duty Zetor series, using the method of holographical interferometry*. *Zeměd. Techn.*, 37, 1991 (4): 193 – 196.

Holographical interferometry is one of the methods of experimental mechanics. It allows to get a continuous picture of spatial displacement of even very small values (the lower limit is about  $0.3\mu\text{m}$ ). The paper shows the results of measurement of the shift of piston liners of the Zetor tractor engines in the bearing plane of the piston head after fastening the anchoring screws. On the basis of the results of the measurements, design changes are proposed in the engine block.

tractor engine; deformation; holographical interferometry; vector of displacement

## Adresa autorov:

Doc. Ing. Jozef Bajla, CSc., RNDr. Dušan Brozman, RNDr. Ľubomír Kubík, Ing. Juraj Srnka,  
 Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 76 Nitra

# MODEL ŘÍZENÍ KVALITY PŘI ZÍSKÁVÁNÍ BÍLKOVINNÝCH KRMIV Z ROSTLIN

J. A. Čursinov, G. I. Rešetniková

ČURSINOV, J. A. – REŠETNIKOVÁ, G. I. (Centrální laboratoř Jižního oddělení VASCHNIL, Záporožský průmyslový institut, Záporoží, SSSR): *Model řízení kvality při získávání bílkovinných krmiv z rostlin*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 197 – 200.

Na základě znalosti vlastností rostlinných bílkovin a procesů jejich přeměny je odvozen model pro vyjádření kvality bílkoviny. Kvalita je vyjádřena bezrozměrným koeficientem v mezích 0 až 1. Tento koeficient je dále použit jako hodnotící kritérium v simulačním modelu technologické linky pro výrobu bílkovin z rostlin, což umožňuje objektivnější hodnocení vlivu jednotlivých technologických parametrů na kvalitu výsledného produktu v jednotlivých místech celého procesu výroby krmiv.

rostlinné bílkoviny; ukazatel kvality bílkovin; simulační model; kvalita krmiva

V technologickém komplexu výroby bílkovinných krmiv ze zelených rostlin ovlivňuje kvalitu výsledného produktu značné množství faktorů, z nichž nejvýrazněji působí podmínky tepelného zpracování, a to velmi často ve svém souhrnu jinak, než při jejich izolovaném působení, což se dá zjistit na základě laboratorních nebo poloprovozních pokusů. Proto je třeba tyto tepelné podmínky volit na základě komplexního poznání celé řady biochemických ukazatelů těchto produktů, jak uvádějí např. Novikov et al. (1988) a Novikov; Koganov (1985). Údaje o chemickém složení a výpočet celkového množství výměnné energie v krmivu neposkytují plnohodnotnou informaci o jeho reálné kvalitě a stupni stravitelnosti. Protože některé kvalitativní vlastnosti krmiv jsou přímo závislé na dodržení technologických podmínek při jejich výrobě a zpracování, je zcela přirozená snaha upřesnit vzájemné vztahy mezi fyzikálně-chemickými a biochemickými vlastnostmi krmiv a popsat vzájemné vazby a probíhající biochemické pochody.

## MATERIÁL A METODY

Jako materiál byly použity bílkoviny rostlinného původu získané zpracováním vojtěšky různými způsoby v procesu frakcionace. Dále byly pro výpočty a odhady použity výsledky podrobných laboratorních sledování přeměny těchto rostlinných bílkovin, které uvádějí Zolii (1968) a Ksenžek, Koganov (1982). Pro odhad velikosti některých koeficientů v následujících vztazích byly dále použity údaje, které uvádí Scopes (1986). Je vhodné připomenout, že všechny bílkoviny získané z vojtěšky jsou limitovány obsahem esenciálních aminokyselin. Proto se často jako jedna z důležitých charakteristik kvality uvádí poměr obsahu  $A_i$  příslušné aminokyseliny v bílkovině k obsahu  $F_i$  odpovídající aminokyseliny určené podle stupnice FAO.

Při stanovení přístupnosti aminokyselin a jejich atakovatelnosti enzymy (pepsinem a tripsinem) lze množství stravitelné bílkoviny  $S^0(\tau_k)$  za časový úsek  $\tau_k$  vyjádřit rovnicí

$$S^0(\tau_k) = \min \frac{A_N}{F_N} \cdot K_1 \cdot K_2 \sum_{i=1}^{20} \frac{A_i N_i}{100} \int_0^{\tau_k} [1 - \exp\{-d_i(-\tau_i)\}] d\tau_k \quad (1)$$

- kde:  $K_1$  – obsah bílkovin v jaderném krmivu [%],  
 $K_2$  – stravitelnost bílkoviny [%],  
 $A_i$  – obsah  $i$ -té aminokyseliny v g na 100 g bílkoviny,  
 $\lambda_i$  – charakteristické období [s],  
 $t_i$  – čas, za který se objeví daná aminokyselina v hydrolyzátu [s],  
 $N_i$  – dostupnost  $i$ -té aminokyseliny [%].

Uvedená rovnice by měla představovat kinetiku rozpustnosti bílkoviny, která není závislá na teplotě jejího zpracování při výrobě.

Dále zavedeme zobecněný ukazatel kvality bílkoviny krmiva ( $k$ ), kde se na rozdíl od výrazu (1) projevívá vliv změny aminokyselin, ale i dynamiky jejich rozkladu, jak uvádějí Novík et al. (1988), což umožní formulaci

$$S = S_0 \cdot k, \quad (2)$$

přičemž  $k = \exp [(-\lambda(T) \tau)]$ ,

kde:  $k$  – ukazatel kvality bílkoviny (bezrozměrný),  
 $S$  – průběžný obsah stavitelné bílkoviny [%],  
 $S_0$  – počáteční obsah bílkoviny [%],  
 $\tau$  – čas [s],  
 $\lambda(T)$  – teplotní závislost konstanty rozkladu.

Tato teplotní závislost ( $\lambda(T)$ ) rychlosti reakce může být v jednoduchém případě stanovena Arrhenio-vým zákonem

$$\lambda(T) = \lambda^0 \exp \left( -\frac{E}{RT} \right), \quad (3)$$

kde:  $\lambda^0$  – frekvenční faktor,  
 $E$  – aktivační energie [J],  
 $R$  – univerzální plynová konstanta  $8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  
 $T$  – teplota [K].

Využití experimentálních údajů o stravitelnosti rostlinných bílkovin dovoluje stanovit s větší nebo menší přesností hodnoty parametrů ve vztazích (1,2,3), a tím také určit reálnou hodnotu ukazatele kvality rostlinné bílkoviny vyrobené z vaječného – proteinového zeleného koncentrátu (PZK). Přitom se berou v úvahu časové a teplotní vlastnosti výrobní technologie PZK, které mají vliv nejen na kvantitativní hodnocení obsahu bílkoviny, ale i na jeho stravitelnost.

Řešení úlohy vzájemného vztahu kvality krmiva a technologie jeho výroby vyžaduje unifikaci výrazů (1,2,3) a experimentálních údajů, což umožňuje pro aproximaci údajů závislosti stupně stravitelnosti bílkoviny  $K_y$  na čase a teplotě, přijmout výraz

$$K_y = 1 - \lambda_1 \exp \left( -\lambda_2 \frac{E}{RT} \right), \quad (4)$$

kde:  $\lambda_1 = A_1 \cdot (-\exp B_1 \tau)$ , (5)  
 $\lambda_2 = A_2 \cdot (-\exp B_2 \tau)$ . (6)

Koeficienty ve výrazech (5) a (6) mají hodnoty:

$A_1 = 0,0727$ ,  $A_2 = 0,4293$ ,  
 $B_1 = 0,00616$ ,  $B_2 = 0,00592$ .

Pro objasnění souvislosti mezi stupněm stravitelnosti a zobecněným ukazatelem kvality bílkovin  $k$  je třeba vzít v úvahu, že hodnota tohoto ukazatele (při aplikaci v technologických procesech), má tendenci klesat při současném zvyšování teploty a prodlužování času. Tuto skutečnost lze vyjádřit vztahem

$$k = M \cdot \frac{K_1(T)}{K_2(\tau)}, \quad (7)$$

kde:  $M$  – koeficient významnosti.

$$K_1(T) = 1 - \lambda_1^0 \cdot \exp \left( -\lambda_2^0 \frac{E}{RT} \right), \quad (8)$$

$$K_2(\tau) = 1 - \lambda_1 \cdot \exp (-\lambda_2 \tau) \quad (9)$$

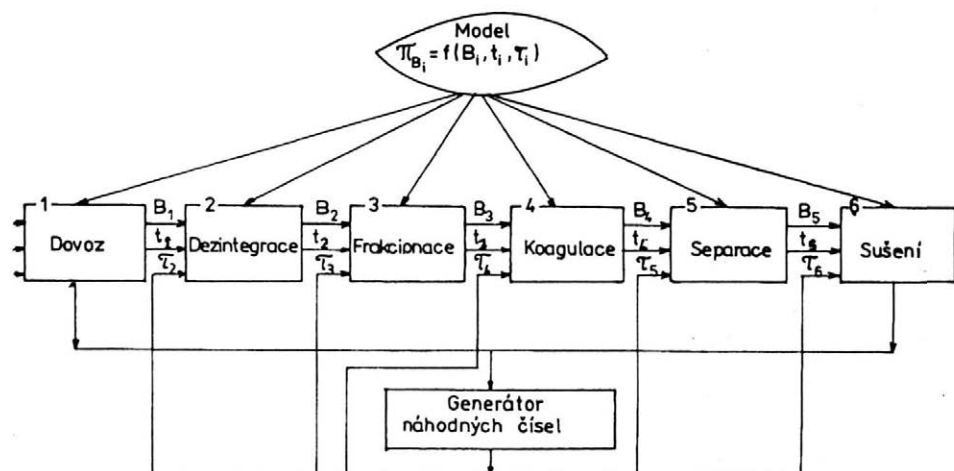
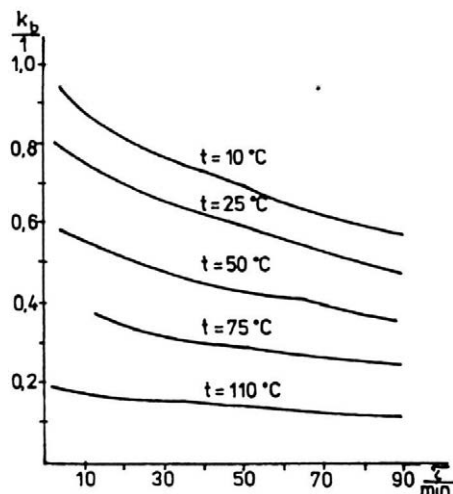
a příslušné koeficienty mají hodnoty  $\lambda_1^0 = 1,1576$ ,  $\lambda_2^0 = 0,8389$ ,  $\lambda_1 = 0,9859$ ,  $\lambda_2 = 0,9848 \cdot 10^{-4}$ .

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Matematické modely, vyjádřené vztahy (7), (8) a (9), vykazují celkem dobrou kvalitativní i kvantitativní shodu výsledků s experimentálními poznatky daných procesů. Získané teplotní a časové závislosti ukazatele kvality bílkoviny  $k_b$  jsou přehledně uvedeny na obr. 1. Celkový charakter změn naznačených na obr. 1 je v souladu s výsledky již dříve zjištěnými. Hodnota  $k_b$  se pohybuje v mezích 0 až 1.

Určujícími parametry všech technologických režimů výroby PZK jsou teplota a doba trvání jednotlivých procesů. Nabízí se možnost použití ukazatele kvality bílkoviny jako spojovacího článku mezi všemi dílčími procesy v simulačním modelu výroby PZK.

1. Závislost kvality bílkoviny na čase a teplotě –  
The dependence of protein quality on time and temperature



2. Funkční schéma simulačního modelování ztrát bílkoviny při výrobě proteinového zeleného koncentráту – Functional diagram for the simulation of modelling protein losses during the production of protein green concentrate

Funkční schéma takového tohoto modelu je uvedeno na obr. 2. Nespornou výhodou tohoto postupu simulace výroby je možnost včasného odhalení kritických míst v technologickém procesu. Simulační model dovoluje provádět potřebné výpočty před skutečným spuštěním celého technologického procesu. Provedením zkušebních experimentů se získají údaje o výtěžnosti bílkoviny, jejím složení apod. a tyto hodnoty se použijí pro práci se simulačním modelem výroby. V uvedeném modelu je možné sledovat např. výtěžnost bílkoviny jak v celém procesu výroby PZK, tak i v každé jeho dílčí části. Každý ze vstupních parametrů v jednotlivých dílčích procesech se pohybuje v určitém intervalu a generátor náhodných hodnot z tohoto intervalu je zdrojem potřebných vstupních údajů  $B$  pro jednotlivé procesy včetně střední hodnoty  $m_B$  a směrodatné odchylky  $s_B$ .

Provedená analýza simulačního modelu pro uvedené údaje ukazuje největší ztráty kvality bílkoviny v procesech koagulace a sušení, kdy ukazatel kvality bílkoviny je  $k_b$

= 0,34 a 0,35. Při dezintegraci píce a seči jsou ztráty vyjádřené ukazatelem kvality pouze 0,17 a 0,15. Tyto výsledky jsou opět v souladu s některými již dříve dosaženými poznatky.

## ZÁVĚR

Příspěvek je pokusem o nalezení kritéria pro objektivnější hodnocení kvality krmiva a tedy i bílkovin rostlinného původu. Za předpokladu některých zjednodušení existujících vztahů mezi jednotlivými vlastnostmi bílkovin v procesu jejich přeměny byl nalezen výraz pro bezrozměrný ukazatel kvality bílkoviny, který je dále použit jako hodnotící prvek v simulačním modelu technologické linky na výrobu PZK. Při jeho použití v simulačním modelu můžeme v předstihu objevit kritická místa celého procesu. Dá se říci, že výsledky uvedené jako příkladné použití navrženého simulačního modelu odpovídají poznatkům z některých dříve provedených experimentů. Dosahovaná přesnost výsledků je závislá na kvalitě vstupních údajů a stupni zjednodušení při odvozování modelu.

## Literatura

- KSENŽEK, O. S. – KOGANOV, M. M.: Metod opredelenija relaksacionnyh spektrov dinamických sistem na primere ego ispolzovanija dlja izučeniya dinamiki processov v chloroplastach. Dep. otčet VINITI Moskva, 1982. 21 s.  
NOVIKOV, J. F. – KOGANOV, M. M.: Leaf protein, physical factors of its extraction and biological value of the product. Physical properties of agricultural materials and their influence of design and performance of agricultural machines and technologies. Praha, 1985, s. 639-643.  
NOVIKOV, J. F. – KOGANOV, M. M. – LOBAC, G. A. – ŠAJA, F. I.: Obobščennyj pokazatel' kačestva belkov iz netradicionnyh istočnikov syrja. Dokl. VASCHNIL, 1988, č. 1, s. 19-22.  
SCOPES, R. K.: Protein purification principles and practice. Heidelberg, Berlin, New York, Springer Verlag 1986, s. 60-65.  
ŽOLI, M.: Fizičeskaja chimija denaturacii belkov. Moskva, Mir 1968.

Došlo dne 13. 11. 1989

ČURSINOV, J. A. – REŠETNIKOVÁ, G. I. (Central Laboratory of the Southern Department of the All Union Academy of Agricultural Science and Literature (VASCHNIL), Zaporozhsky Industrial Institute, Zaporozh'e, USSR): *Model of quality management of processing protein feeds from plants*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 197 – 200.

Based on the knowledge of the properties of plant proteins and processes of their transformation, the model is derived for expressing the protein quality. This quality is expressed by the dimensionless coefficient ranging from 0 to 1. This coefficient is applied next as the evaluation criterion in the simulation model of the technological line for the production of proteins from plants; this enables a more objective evaluation of the effect of different technological parameters on the quality of final product in different stages of the entire process of feed production.

plant proteins; indicator of protein quality; simulation model; feed quality

---

## Adresa autorů:

Jurij Aleksejevič Čursinov, CSc., Galina Ivanovna Rešetnik, CSc., Centrální vědeckovýzkumná laboratoř Jižního oddělení VASCHNIL, 33 00 97 Zaporozžje, ul. Entuziastů 14, SSSR

---

# PRACOVNÁ RÝCHLOSŤ VYNÁŠACIEHO PRIEČNEHO DOPRAVNÍKA PODSTIELACIEHO VOZA

J. Ondrišek

---

ONDRIŠEK, J. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Pracovná rýchlosť vynášacieho priečneho dopravníka podstielacieho voza*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 201 – 205.

V príspevku je popísaný princíp merania a dosiahnuté výsledky kvality vynášacieho priečneho dopravníka základacieho voza pri podstielaní slamy v laboratórnych podmienkach. Pre meranie bol použitý priečny dopravník, skonštruovaný a vyrobený v dielnach VŠP v Nitre. Ďalej boli použité stopky, porezaná slama na dĺžku častíc od 50 do 250 mm.

vynášací priečny dopravník; základací voz na porezanú slamu; porezaná slama; variátor otáčok

---

Činnosti spojené s manipulovaním so slamou, najmä pri podstielaní pod zvieratá do ležovísk v ustajňovacom objekte, si vyžadujú stále veľa ľudskej práce. V tejto súvislosti je oprávnená požiadavka praxe zaviesť do tejto oblasti vyšší stupeň mechanizácie.

Voľba mechanizačných prostriedkov pri podstielaní a manipulácii so slamou priamo závisí od spôsobu ustajnenia zvierat. V minulosti boli tendencie riešiť veľké farmy bez podstielky. Brestenský (1989) uvádza, že za jedno z najprogresívnejších systémov ustajnenia hovädzieho dobytku, najmä dojnic, u nás i vo svete považuje voľné boxové ustajnenie. Uvádza, že väčšie znečisťovanie boxov, i keď nie podstatné, bolo pri podstielaní nerezanou slamou. Nerezaná slama vyhrnutá dojnícami z boxu do hnojnej chodby sa viac zachytávala na paznechty a bola prenášaná zvieratami ako slama rezaná. Ďalej uvádza, že najvhodnejšie je podstielat 3 až 4 kg slamy na dojnica za deň. Pri použití rezanej slamy sa zistilo o niečo menší obsah sušiny hnoja (17,26 %) ako pri použití slamy nerezanej (18,15 %). Z toho vyplýva, že rezaná slama obsahovala väčšie množstvo vody ako slama nerezaná.

Kovalčík, Kovalčíková (1982) považujú za najlepšie ustajnenie pre dojnice ustajnenie boxové. Za najvhodnejšie rozmery liahacieho boxa považujú dĺžku ležoviska od 1,95 m do 2,1 m a šírku ležoviska od 1,1 m do 1,15 m.

Lobotka a kol. (1988) uvádzajú, že materiál určený na podstielanie má byť porezaný na dĺžku častíc od 150 do 200 mm a uskladnený vo vhodných skladovacích priestoroch. Sklady majú byť umiestnené v tesnej blízkosti ustajňovacieho priestoru, a by podstielka bola dopravovaná do maštale čo najkratšou cestou, stacionárnou dopravou (pomocou dopravníkov), prípadne pomocou vozíkov k tomuto účelu upravených, ktoré sa môžu pohybovať po koľajničke alebo na kolesách s pneumatikami (bantamové vozíky). Spravidla sa podstielka z hnojnej chodby, preto je potrebné, aby vozík mal rozmery zodpovedajúce rozmerom hnojnej chodby.

## MATERIÁL A METÓDY

Z rozboru danej problematiky vyplýva, že v súčasnosti nemáme k dispozícii zariadenie, pomocou ktorého by sme mohli nastielať slamu do ležoviskových boxov dojníc pri voľnom boxovom ustajnení zvierat. Rozhodujúci vplyv na vrhnutie slamy do miesta ležoviska má hmotnosť materiálu a rýchlosť dopravného pásu vynášacieho priečneho dopravníka a jeho výška od podlahy ustajňovacieho objektu.

Cieľom našej práce bolo skonštruovať a vyrobiť podstielací voz z takými parametrami jednotlivých pracovných častí, ktoré by zabezpečovali kvalitu zakladania podstielkovej slamy pre zvieratá v ustajňovacom objekte s voľným boxovým ustajnením.

Na základe vytýčeného cieľa sme zhotovili model vynášacieho priečneho dopravníka, na ktorom sme uskutočňovali experimentálne merania. Priečny dopravník sme umiestnili vo výške 0,76 m na stojanoch v laboratóriách katedry. Ako zdroj krútiaceho momentu bol použitý elektrický variátor s možnosťou plynulej regulácie otáčok. Na podstielanie sme pri pokusoch použili porezanú slamu o dĺžke častíc od 50 do 250 mm.

Merania sme uskutočnili s cieľom nájsť, resp. priblížiť sa čo najviac k optimálnej rýchlosti pásu, pri ktorej by bola slama zakladaná na vzdialenosť min. 1,1 m do stojiska (t.j. približne 1,5 m od zakladacieho voza), s optimálnou energetickou náročnosťou.

Pri konkrétnom experimente sme vychádzali z teórie zakladacieho voza objemového krmiva:

$$Q_{d1} = S_1 \cdot v_{d1} \cdot \rho_1 \cdot c \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}],$$

$$Q_{d2} = S_2 \cdot v_{d2} \cdot \rho_2 \cdot k_b \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}],$$

- kde:  $Q_{d1}$  – výkonnosť podlahového hrablicového dopravníka podstielacieho voza  $[\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$ ,  
 $S$  – plocha prierezu korby podstielacieho voza  $[\text{m}^2]$ ,  
 $v_{d1}$  – pracovná rýchlosť podlahového hrablicového dopravníka podstielacieho voza  $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$ ,  
 $\rho_1$  – merná hmotnosť slamy  $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$ ,  
 $c$  – koeficient preklzu materiálu v podstielacom voze [1],  
 $Q_{d2}$  – výkonnosť priečneho vynášacieho dopravníka  $[\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}]$ ,  
 $S_2$  – plocha prierezu priečneho vynášacieho dopravníka  $[\text{m}^2]$ ,  
 $\rho_2$  – merná hmotnosť slamy  $[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$ ,  
 $k_b$  – koeficient bezpečnosti proti zahlietiu a preťaženiu [1].

Výkonnosť podávacích valcov bola daná vzťahom:

$$Q_b = V_1 \cdot i_z \cdot n_b \cdot \rho_1 \quad [\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}],$$

- kde:  $V_1$  – objem materiálu odobraný jedným radom prstov na valci  $[\text{m}^3]$ ,  
 $i_z$  – počet záberov pracovných prstov za jednu otáčku odoberacieho valca,  
 $n_b$  – frekvencia otáčania valcov  $[\text{s}^{-1}]$ .

Pracovná rýchlosť podstielacieho voza bola vyjadrená matematickým vzťahom:

$$v_p = \frac{v_{d1}}{l_b} \cdot L_z \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}],$$

- kde:  $L_z$  – celková dĺžka podstielacích boxov pri podstielaní slamy [m],  
 $l_b$  – dĺžka korby podstielacieho voza (približne sa rovná dĺžke podlahového dopravníka) [m],  
 $v_p$  – pracovná rýchlosť podstielacieho voza pri podstielaní slamy  $[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$ .

Pracovná rýchlosť pásu priečneho vynášacieho dopravníka  $v_{d2}$ :

$$v_{d2} = \frac{S_1 \cdot V_{d1} \cdot \rho_1 \cdot c}{S_2 \cdot \rho_2 \cdot k_b} \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}].$$

Na zisťovanie rýchlosti dopravného pásu priečneho vynášacieho dopravníka sme použili variátor s elektropohonom typ 30 212 – 80 – hnacie otáčky 1410/845; výstupné otáčky 205/615; prenášaný výkon 4, 3/5, 8 kW – 380 V; výrobca TOS KURIM. Vynášací priečny dopravník sme zapojili na variátor poháňaný elektromotorom pomocou kardanového hriadeľa.

Merania sme robili v laboratóriách Katedry mechanizácie živočíšnej výroby Mechanizačnej fakulty Vysokej školy poľnohospodárskej v Nitre (KMŽV MF VŠP), pričom sme zisťovali, pri akej rýchlosti pásu priečneho vynášacieho dopravníka podstielacieho voza bude slama vrhnutá do vzdialenosti 1,5 m od podstielacieho voza.

Na kvalitu práce priečneho vynášacieho dopravníka podstielacieho voza boli stanovené tieto požiadavky:

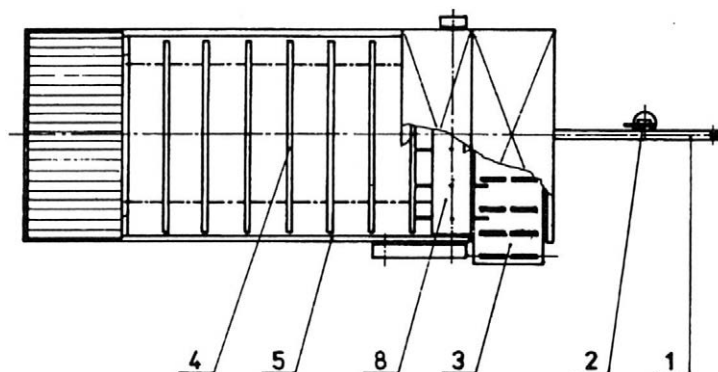
- slama porezaná na dĺžku častíc od 50 do 250 mm,
- založenie slamy na jedno stojisko v jednom slede, minimálne 1,5 kg,
- vrhnutie porezanej slamy minimálne 1,25 m do dĺžky stojiska zvierat.

Pri vlastnom meraní sme vyznačili skutočné rozmery stojiska dojnice (dĺžku stojiska 2,1 m a šírku stojiska 1,125 m) a vážením sme zisťovali množstvo slamy založenej na plochu jedného stojiska.

Rýchlosť pásu na vynášacom priečnom dopravníku podstielacieho voza a jeho hrablicová konštrukcia majú kľúčový význam pre kvalitu práce podstielania slamy do ležiskových boxov. Vynášací priečny dopravník musí zabezpečovať dopravu slamy vrhnutím minimálne do stredu ležoviska dojníc.

## VÝSLEDKY

Na základe výsledkov laboratórnych meraní sme navrhli a zhotovili funkčný model podstielacieho voza (obr. 1). Ako jeden z hlavných mechanizmov, ktorý má splňať funkciu dopravníka, ale i vrhača, je priečny pásový dopravník. Pri oddeľovaní častice



1. Pôdorysná schéma pracovných mechanizmov podstielacieho voza (1 - oše, 2 - nastavovacia skrutka s oporným kolieskom, 3 - vynášací dopravník, 4 - podlahový dopravník, 5 - nosný rám, 6 - odoberacie valce) - Plan view of the working mechanisms of the litter spreading truck (1 - shaft, 2 - adjusting screw with support ring, 3 - unloading conveyor, 4 - floor conveyor, 5 - supporting frame, 6 - take off rollers)

materiálu od pásu pôsobí na časticu odstredivá a tiažová sila, proti výslednici týchto síl pôsobí odpor vzduchu. Za účelom zistenia skutočnej výslednice síl sme pred voľbou parametrov pracovných mechanizmov podstielacieho voza odskúšali funkciu priečného pásového dopravníka pri použití rôznej posuvnej rýchlosti a suchej porezanej slamy. Dopravník bol uložený vo vodorovnej rovine vo výške 0,76 m od podlahy simulovaného ležoviska.

V závislosti na rýchlosti pásu priečného dopravníka bola vzdialenosť vrhutej slamy:

|                                            |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Rýchlosť pásu<br>[m.s <sup>-1</sup> ]      | 1,46 | 1,71 | 1,98 | 2,30 | 2,68 | 3,04 | 3,45 |
| Priemerná vzdialenosť vrhutej slamy<br>[m] | 0,40 | 0,80 | 0,99 | 1,12 | 1,25 | 1,42 | 1,53 |

Po meraní v laboratóriu sme vykonali experiment so zakladacím vozom v praxi. Pri experimente sme použili slamu porezanú na veľkosť častíc od 50 mm do 250 mm. Rezanie slamy sme urobili na stacionárnej rezačke RVS - 130 (vlhkosť sa pohybovala okolo 16 %). Pri experimente sme vychádzali z teórie zakladania objemových krmív samozakladacím vozom a uplatnili sme poznatky z laboratórnych skúšok jednotlivých pracovných rýchlostí vynášacieho priečného dopravníka a vzdialenosti vrhnutia slamy do dĺžky stojiska. Cieľom experimentu bolo sledovať množstvo podstielanej slamy vrhnuté do ležiskových boxov.

#### Súbor prvých meraní

Ako zdroj energie bol použitý traktor Z - 4011 s pojazdovou rýchlosťou  $v_{poj} = 0,375 \text{ m.s}^{-1}$ . Podstielací voz na slamu PSV - 45 bol vyrobený na KMŽV MF VŠP Nitra.

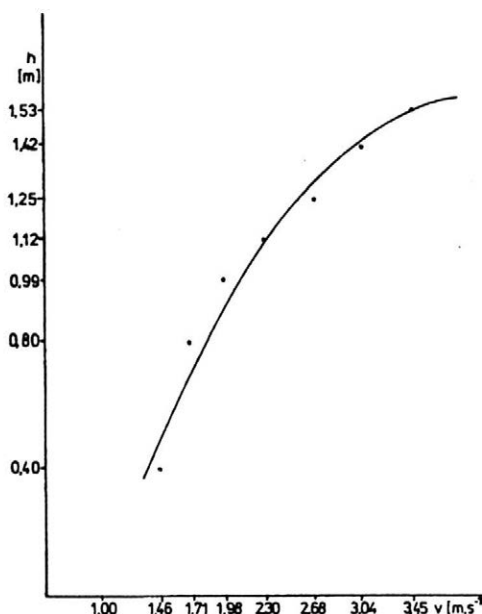
Rýchlosť vynášacieho priečného dopravníka  $v_{d2}$  bola  $3,45 \text{ m.s}^{-1}$ .

Ležovisko (box) malo šírku 1,125 m a dĺžku 2,10 m.

Pre merania bola použitá suchá slama o dĺžke častíc od 50 do 250 mm, so zastúpením častíc slamy do 50 mm - 17 %, od 50 do 100 mm - 23 %, od 100 do 200 mm - 42 %, od 200 do 250 mm - 12 %, nad 250 mm - 6 % (podiel jednotlivých dĺžok slamy bol stanovený v laboratóriu KMŽV podľa platnej metodiky).

Množstvo slamy pre podstielanie v jednotlivých boxov:

|                                              |     |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Číslo stojiska                               | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8,  |
| Hmotnosť slamy v priestore ležoviska<br>[kg] | 3,2 | 2,9 | 1,8 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 2,5 | 2,2 |



2. Závislosť vrhnutia slamy do dĺžky stojiska na základe posuvnej rýchlosti vynášacieho priečneho dopravníka - The throw of straw deep into the stall, as depending on the speed of the unloading cross conveyor

#### Súbor druhých meraní

Podmienky boli analogické ako pri prvých meraniach, len bola zmenená pojazďová rýchlosť traktora  $v_{poj}$  na  $0,535 \text{ m.s}^{-1}$ .

Množstvo slamy pre podstielanie v jednotlivých boxoch:

|                                           |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Číslo stojiska                            | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Hmotnosť slamy v priestore ležoviska [kg] | 1,9 | 1,8 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,1 | 1,5 |

Na základe grafického vyhodnotenia (obr. 2) možno konštatovať, že vzdialenosť vrhutej slamy od dopravníka sa blíži k určitej limitnej hranici, ktorá sa už ani po ďalšom zvyšovaní rýchlosti dopravníka podstatne nezväčší. Je to vysvetliteľné rýchlou stratou kinetickej energie slamy vplyvom odporu vzduchu pre jej veľkú kontaktnú plochu a nízku mernú hmotnosť.

#### ZÁVER

Podstielací voz je možné využiť na všetkých farmách pre hovädzí dobytok, kde minimálna šírka hnojnej chodby je 2 m. Podmienkou je, že zvieratá musia byť mimo ustajňovací objekt (v dojárni, resp. vo výbehoch). Vzhľadom na jednoduché konštrukčné riešenie je možné podstielací voz využiť s malými úpravami ako zakladací voz objemového krmiva na malých farmách. V ďalšom výskume je potrebné venovať sa zdroju energie. Spaľovací naftový motor bude treba nahradiť ekologicky čistejším palivom (napr. bioplynom).

#### Literatúra

- BRESTENSKÝ, V.: Riešenie stelivovej prevádzky vo voľnom ustajnení. [Záverečná správa.] Nitra, VÚŽV 1989.  
 KOVALČÍK, V. - KOVALČÍKOVÁ, M.: Využitie stelivových a bezpodstielkových boxov v ustajňovacích boxoch pre dojnice. Poľnohospodárstvo, 28, 1982.  
 LOBOTKA, J. a kol.: Stroje pre živočíšnu výrobu. Bratislava, Príroda 1988.

Došlo dňa 31. 10. 1990

ONDRIŠEK, J. (University of Agriculture, Nitra): *The working speed of the unloading cross conveyer of the litter spreading truck*. Zeméd. Techn., 37, 1991 (4): 201 – 205.

There is a description of the principle of measurement and the achieved quality of the unloading cross conveyer of the litter spreading truck during operation under laboratory conditions. The unloading cross conveyer used for the measurements was designed and manufactured in the workshops of the Agricultural University at Nitra. The straw was cut to parts 50 to 250 mm long.

unloading cross conveyer; chopped straw spreader truck; chopped straw; speed variator

---

*Adresa autora:*

Doc. Ing. Jozef Ondrišek, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Gaguova 17, 949 76 Nitra

---

### Vážení přátelé

**Překladatelské oddělení ÚVTIZ**, jediné překladatelské středisko pokrývající všechny obory zemědělství a potravinářství v ČSFR, spojuje dlouholeté zkušenosti překladatelské praxe s odbornou kvalifikací ve všech oblastech zemědělství.

**Překladatelské oddělení ÚVTIZ** zajistí pro Vás překlady vědeckých zpráv, norem, odborných článků, metodik, reklamních textů, korespondence, technické dokumentace a dalších specializovaných textů.

**Překladatelské oddělení ÚVTIZ** zajistí i jazykovou přípravu Vašich pracovníků.

**Překladatelské oddělení ÚVTIZ** je tu pro Vás a jeho pracovníci se těší na spolupráci s Vámi.

|                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| Sazebník překladů                | za 1 normostranu |
| z češtiny do cizího jazyka       | 80 Kčs           |
| z cizího jazyka do češtiny       | 60 Kčs           |
| z cizího jazyka do cizího jazyka | 100 Kčs          |

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství**

Praha 2

Slezská 7 120 56

Telefon: 25 55 59

# EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ A MATEMATICKÝ MODEL SUŠENÍ MATERIÁLU V SILNÉ VRSTVĚ

J. Jílek

JÍLEK, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha – Suchdol): *Experimentální zařízení a matematický model sušení materiálu v silné vrstvě*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 207 – 218.

Experimentální zařízení k sušení materiálu v silné nehybné ventilované vrstvě se skládá z pneumatického rozvodu a sušicí komory. V sušicí komoře jsou nad sebou umístěny čtyři truhlíky o vnitřních rozměrech 555 x 370 x 200 mm. Kapalinné uzavěry zabraňují proudění sušicího prostředí mimo truhlíky. Vážení truhlíků se vzorky sušeného materiálu se provádí bez jejich vyjímání ze sušicí komory při přerušném proudění vzduchu komorou. Obecný matematický model konvekčního sušení materiálu je aplikován na případ silné nehybné ventilované vrstvy a poté upraven vzhledem ke ztrátám tepla ohříváním a prostupem tepla stěnami experimentální sušárny.

experimentální sušicí zařízení; sušení silné nehybné ventilované vrstvy; matematický model sušení; vážení vzorků sušeného materiálu

Konvekční sušení materiálu v silné vrstvě je obvyklým způsobem sušení různých materiálů při použití nízkoteplotních zdrojů energie. Tento způsob se uplatňuje např. v nízkoteplotních sušárnách a při dosoušení pícnin v senicích. Přitom je možné využívat nízkoteplotní zdroje energie, např. sluneční energii a odpadní teplo z jiných procesů. Sušení v silné vrstvě je vhodné k dosoušení pícnin předsušených na poli. Cílem práce je zdůvodnění konstrukčního řešení experimentální sušárny, aplikace matematického modelu konvekčního sušení na případ silné nehybné ventilované vrstvy a úprava tohoto modelu vzhledem ke ztrátám tepla ohříváním a prostupem tepla stěnami experimentální sušárny. Simulace vysychání píce v silné vrstvě je omezena na vlhkostní a teplotní poměry sušeného materiálu a sušicího prostředí.

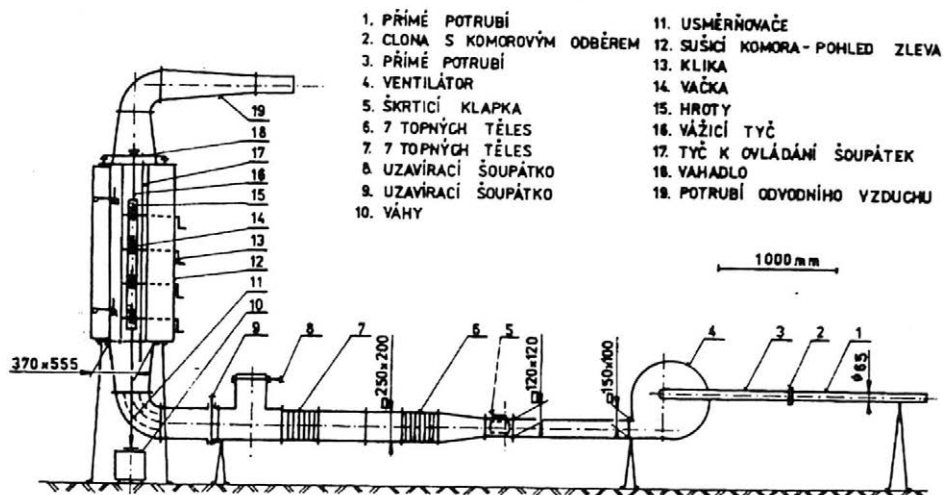
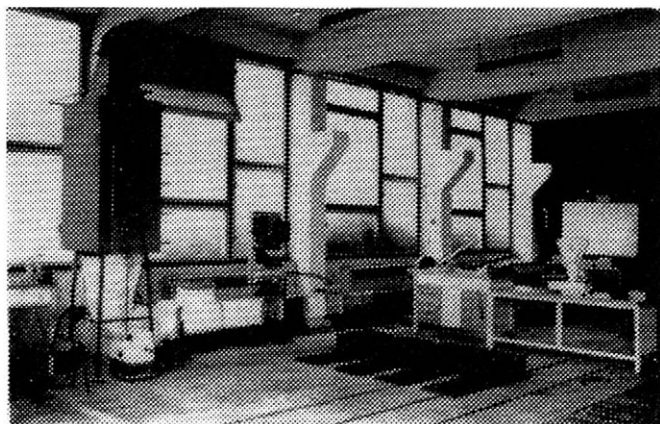
## POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO SUŠICÍHO ZAŘÍZENÍ

Experimentální sušicí zařízení (obr. 1 a 2) se skládá z pneumatického rozvodu a z vlastní sušicí komory. V sacím potrubí (1) a (3) radiálního ventilátoru (4) je umístěna clona (2) s komorovými odběry v podobě prstencových komor k měření průtoku vlhkého vzduchu. Protože jedním clonovým kotoučem lze při daném uspořádání pneumatického rozvodu měřit průtok vlhkého vzduchu pouze v úzkém intervalu průtoků, je možné clonový kotouč vyměnit za kotouče s jiným průměrem otvoru. Tím je zajištěno měření průtoku vzduchu ve velkém rozsahu. Diferenční tlak clony je měřen kapalinovým mikromanometrem. Průtok vzduchu je jemně seřizován škrticí klapkou (5). Následují dvě sady elektrických topných článků (6) a (7) o celkovém maximálním tepelném výkonu 30 kW. Za topnými články jsou umístěna dvě uzavírací šoupátka (8) a (9), kterými je tok ohřátého vzduchu usměrněn buď do sušicí komory, nebo do okolí. V místě změny směru proudění vzduchu o 90° jsou zasazeny usměrňovače (11) k zajištění příčné rovnoměrnosti proudění vzduchu sušicí komorou. Výstupní vzduch je odváděn potrubím (19) mimo laboratoř.

Sušicí komora (obr. 3 a 4) je na bočních stranách tepelně izolována. Zevnitř je vyložena hliníkovou fólií, která částečně zabraňuje sálání do okolí. Následuje 5 mm silná azbestová vrstva, 0,8 mm silný plech a 100 mm vysoká vrstva skleněné vaty. Zvnějšku je komora oplechována. Na vstupu a výstupu vzduchu jsou umístěny voštinové škrticí rošty, které škrcením zajišťují příčnou rovnoměrnost proudění vzduchu vzorky sušeného materiálu. Proudící vzduch vytváří v místech nejmenšího odporu proudění vzduchu, tj. v místě s největší mezerovitostí, „kanály“. Těmito místy vzduch proudí snadněji. Vyšší místní průtok vyvolává intenzivnější místní vysychání, což má za následek další místní zvýšení mezerovitosti a vytvoření ještě příznivějších podmínek pro místní vysychání. Proto sušicí zóna postupuje i v kolmém směru na směr proudění vzduchu. Škrcení vzduchu před a za vzorky tento nepříznivý jev zmírňuje.

Uvnitř sušicí komory jsou umístěny truhlíky z plechu 0,8 mm silného, které mají vnitřní rozměry 555 x 370 x 200 mm a síťové dno. Vrchní síť je odnímatelná. Vzdálenost vzorků materiálu v sušicí komoře je 104 mm. Truhlíky (9) (obr. 5) jsou na jedné straně podepřeny dvěma pevnými hroty (6) a na druhé straně

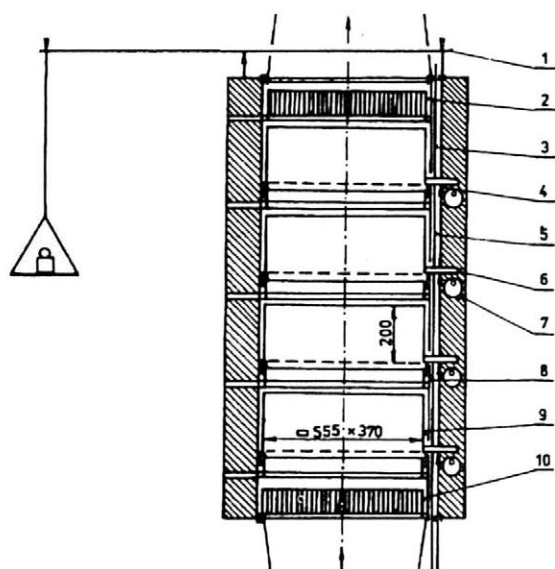
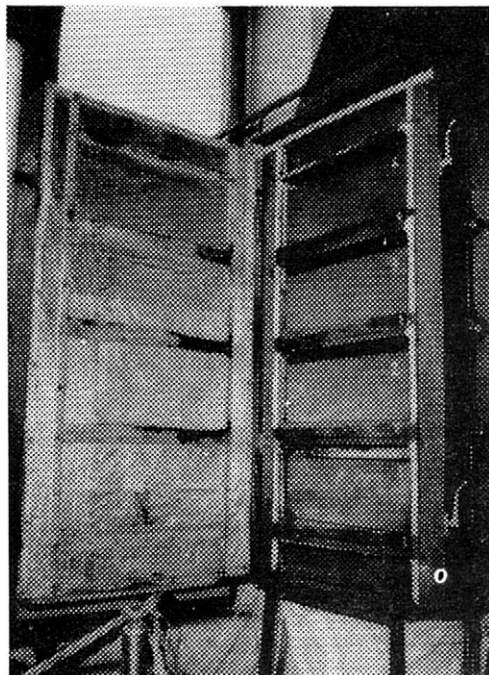
1. Experimentální sušicí zařízení  
– Experimental drying equipment



2. Schéma experimentálního sušicího zařízení – The diagram of the experimental drying equipment

se truhlík přes vážicí konzolu (11) opírá o vážicí tyč (14), která je umístěna v plášti sušicí komory. Utěsnění vážicí konzoly je provedeno zespodu pevnou plstí (12), shora z obou bočních stran plstí pohyblivého těsnicího šoupátka (17). Těsnicí šoupátko je při vážení truhlíku zvednuto. Všechna čtyři těsnicí šoupátka jsou ovládána společnou tyčí (13). Vážicí tyč (obr. 2) se opírá o miskou vah (10), která je umístěna mimo sušicí komoru. Horní konec vážicí tyče je zvedán dvouramenným vahadlem (1 na obr. 4), na jehož druhém konci je miska vah se závažím. Každý truhlík je vážen samostatně. U ostatních truhlíků jsou vážicí konzoly (6) zvednuty váčkami (7), které jsou ovládány klikami umístěnými mimo sušicí komoru. Během vážení truhlíku se vzorkem je poloha vážicí tyče dána dvěma body – bodem hrotu na vahadle a bodem hrotu na vážicí konzole právě váženého truhlíku, čímž je určen také bod styku vážicí konzoly s miskou vah. Aby tento bod byl stejný u všech vážených truhlíků, lze polohu jednotlivých hrotů vážicích konzol jemně seřizovat ve dvou navzájem kolmých horizontálních směrech. Aby byla zajištěna správná vertikální poloha truhlíků během sušení a během vysychání vzorku, jsou hroty vážicích konzol seřizitelné také vertikálně. Vážicí konzoly jsou snadno snímatelné z truhlíků, aby bylo umožněno vkládání a vyjímání truhlíků ze sušicí komory. Rozšířené spodní okraje truhlíků jsou ponořeny do kapaliny kapalinového uzávěru (obr. 6), který zabraňuje proudění vzduchu mimo sušicí truhlík. Na úrovni každého kapalinového uzávěru a nad horním truhlíkem jsou umístěny čtyři keramické měřicí odpory (8) (obr. 5), jimiž je měřena průměrná teplota vzduchu v těchto

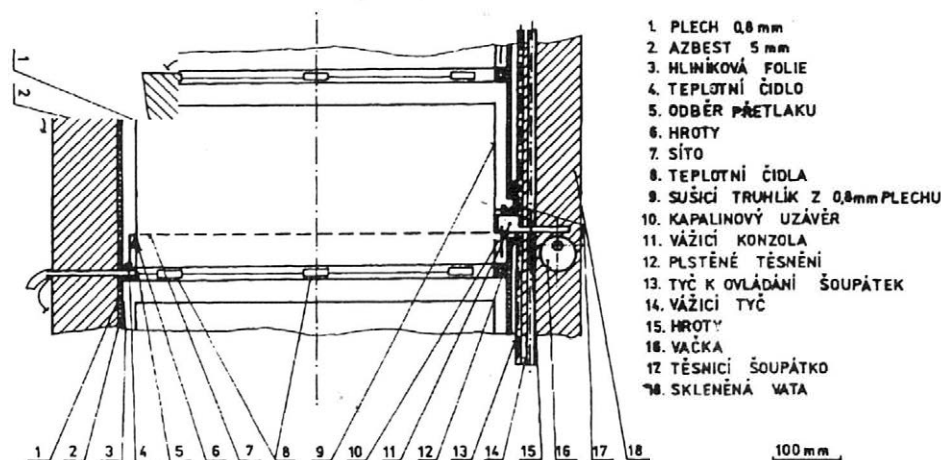
3. Sušicí komora s truhlíky – Drying chamber with boxes



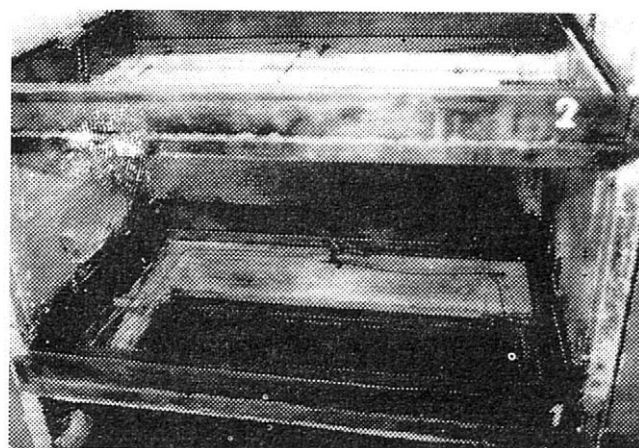
1. VAHADLO
2. HORNÍ ŠKRTICÍ ROŠT
3. VÁŽICÍ TYČ
4. HROTY
5. TYČ KOVLÁDÁNÍ TĚSNIČÍCH ŠOUPÁTEK
6. VÁŽICÍ KONZOLA
7. VAČKA
8. KAPALINOVÝ UZÁVĚR
9. SUŠICÍ TRUHLÍK
10. DOLNÍ ŠKRTICÍ ROŠT

1000 mm

4. Schéma sušicí komory – The diagram of drying chamber



5. Schéma sušicí jednotky – The diagram of drying unit

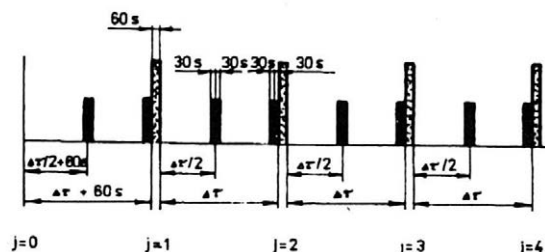


6. Kapalinový uzávěr a umístění keramických měřicích odporů – Liquid seal and location of ceramic measuring resistors

průřezech sušicí komory. Teplota kapaliny druhého, třetího a čtvrtého (počítáno zespodu) kapalinového uzávěru je měřena třemi keramickými měřicími odpory (4).

Sušicí komora je konstruována pro maximální teplotu sušicího prostředí 150 °C. Maximální plošný hmotnostní tok vzduchu je určen maximálním rozdílem hladin kapalinového uzávěru, který činí 36 mm. Maximální skutečný rozdíl hladin volíme 32 mm. Tlaková ztráta v silné vrstvě (zde 200 mm) je určena sypnou hmotností vlhkého materiálu a hydrodynamickými vlastnostmi profukovaného materiálu. Maximální plošný hmotnostní tok vlhkého vzduchu  $Q_{m,LD}$  pro daný tlakový rozdíl lze stanovit výpočtem nebo experimentem. Vzhledem k neznámým parametrům, které jsou nutné pro výpočtové stanovení průtoku, byl maximální plošný hmotnostní tok vlhkého vzduchu stanoven experimentálně. Při hmotnosti vzorku vlhké píce 6 kg, tj.  $\rho_{m,sw} = 146 \text{ kg.m}^{-3}$ , byl stanoven maximální plošný hmotnostní tok vlhkého vzduchu odpovídající 32 mm výškového rozdílu hladin kapalinového uzávěru s použitím minerálního oleje M6A na hodnotu  $Q_{m,LD} \approx 0,60 \text{ kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ .

Na popsáném experimentálním sušicím zařízení není možná vlhkostní úprava vstupního vzduchu. Wentz - Carroll et al. (1982), Greig (1970) a Khalilian (1983) změnu vlhkosti vzduchu vstupujícího do sušárny zajistili jeho ochlazením na teplotu nižší, než je teplota rosného bodu. Měrná vlhkost takto upraveného vzduchu je určena pouze teplotou ochlazení. Chceme-li zvýšit měrnou vlhkost vzduchu, potom před ochlazením vzduch ovlhčíme ve vodní pračce.



## MĚŘENÍ VELIČIN

Průtok vlhkého vzduchu se měří clonou s koutovými odběry v podobě prstencových komor. Clona je zhotovena podle ČSN 257710 a měří plošný hmotnostní tok vzduchu v intervalu  $Q_{m,LD} \in <0,04; 0,60> \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , což zahrnuje podmínky v senicích, kde  $Q_{m,LD} \in <0,02; 0,07> \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (Sladký, Bradna 1981; Hladký, 1984) a v nízkoteplotních sušárnách píce, kde  $Q_{m,LD} \in <0,2; 0,8> \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  (Chmelík et al., 1983).

Hmotnost vzorku při jeho konvekčním vysoušení lze stanovit přímo nebo nepřímě. Při nepřímém stanovení hmotnosti vzorku se měří např. vlhkost vzduchu před a za vzorkem. Z hmotnostní bilance vlhkosti lze pak stanovit úbytek vlhkosti vzorku. Nepřímě je možné stanovit hmotnost vzorku také z energetické bilance (pro případ stálého tlaku z entalpické bilance), známe-li energii potřebnou na odpaření vlhkosti. Při nepřímém stanovení hmotnosti vzorku nemusí být silná vrstva mechanicky rozdělena.

Při přímém měření hmotnosti je silná vrstva rozdělena na vrstvy, které vážíme zvlášť. Je-li při vážení přerušen proud sušicího prostředí, jedná se o diskontinuální měření hmotnosti vzorku. Vzorek zůstává v sušicí komoře, nebo je vyjmut pro potřebu vážení. Váží-li se vzorek během proudění sušicího prostředí, jde o kontinuální způsob měření hmotnosti vzorku. Problémem při kontinuálním vážení je kompenzace aerodynamické síly proudu vzduchu, která působí na sušený materiál. Tato síla není konstantní, neboť se při konstantním plošném průtoku sušicího prostředí s klesající vlhkostí sušeného materiálu zmenšuje. Aerodynamickou sílu lze stanovit z naměřené tlakové ztráty ve vrstvě. Problém je v dostatečně přesném změření tlakové ztráty proudícího prostředí. Tak např. jestliže lze změřit výšku svislého lihového sloupce mikromanometru s přesností 1 mm, pak při půdorysných rozměrech vzorku 0,555 x 0,370 m chyba ve stanovení hmotnosti činí 162 g.

Bruce et al. (1983) stanovili aerodynamickou sílu působící na tenkou vrstvu na začátku a na konci zkoušky pomocí dvou vážení – bez proudícího prostředí a s proudícím prostředím. Aerodynamickou sílu během zkoušky stanovili interpolací. Hoffer et al. (1984) použili ke kompenzaci aerodynamické síly působící na tenkou vrstvu radiálního přívodu a odvodu vzduchu a kontinuálně vážili celou sušicí komoru. Přitom je nutné vzít v úvahu vzlakovou sílu v důsledku rozdílné hustoty sušicího prostředí a okolního vzduchu a v důsledku rozdílné hustoty sušicího prostředí před vzorkem a za vzorkem.

Uplatnění kontinuálního vážení silných vrstev píce je proto problematické. U popsaného zařízení je použito diskontinuálního měření hmotnosti vzorku bez jeho vyjímání ze sušicí komory. Tenzometrické stanovení hmotnosti vzorků při umístění odporových tenzometrů přímo v sušicí komoře se neosvědčilo z důvodu jejich nedostatečné teplotní a vlhkostní kompenzace. Za předpokladu rovnoměrného vysychání materiálu v celém příčném průřezu truhlíku nedochází k přemísťování těžiště vzorku během sušení a naměřené hodnoty mohou být použity k stanovení hmotnosti a vlhkosti vzorků. Vzorky jsou váženy před vložením do sušicí komory, poté průběžně po vložení do sušicí komory a po vyjmutí ze sušicí komory. Vzhledem k určitému zdvihu mísky použitých vah je

nutné korigovat každou naměřenou hodnotu na váze o změnu vztahové síly kapalinového uzávěru působící na truhlík.

Průměrné teploty vzduchu jsou v pěti průřezích měřeny pěti serioparalelními zapojeními čtyř keramických měřicích odporů. Teploty druhého, třetího a čtvrtého kapalinového uzávěru jsou měřeny třemi keramickými měřicími odpory, které jsou ponořeny v olejové náplni. Teplota vstupního vzduchu  $t_1$  je udržována s přesností  $\pm 0,1^\circ\text{C}$  od hodnoty nastavené ručním ovládáním elektronického regulátoru, který pracuje s přesností  $\pm 1^\circ\text{C}$ . Elektronický regulátor reguluje příkon topných článků podle teploty vstupního vzduchu  $t_1$ .

Statické tlaky vzduchu mezi každým vzorkem vzhledem k místu za posledním vzorkem se měří mikromanometrem s lihovou náplní. K měření vlhkosti okolního vzduchu se používá aspirační psychrometr.

Čas se měří od doby zapnutí ventilátoru. Časový sled měření veličin je zřejmý z obr. 7. Proudění vzduchu sušící komorou je pro účely měření hmotnosti vzorků přerušováno na dobu 60 sekund v intervalech  $\Delta\tau$ . Předpokládáme, že během 60 sekund nedochází v sušící komoře k změnám, proto tato doba není započtena do doby sušení. Statické tlakové rozdíly a teploty sušícího prostředí a olejových náplní se měří během proudění vzduchu sušící komorou. Proto měření těchto veličin může být častější, v našem případě dvakrát. Naměřené hodnoty tlakových rozdílů a teplot jsou časově korigovány na začátek a střed časového intervalu  $\Delta\tau$  kvadratickou interpolací.

#### MATEMATICKÝ MODEL VYSYCHÁNÍ MATERIÁLU V EXPERIMENTÁLNÍ SUŠÁRNĚ

Obecný matematický model konvekčního sušení materiálu pro případ libovolného pohybu sušeného materiálu rychlostí  $\vec{v}_{m,sw}$  a libovolného proudění sušícího prostředí o lokálním plošném hmotnostním toku suchého vzduchu  $\vec{Q}_{m,L}$  má tvar (Jílek, 1987)

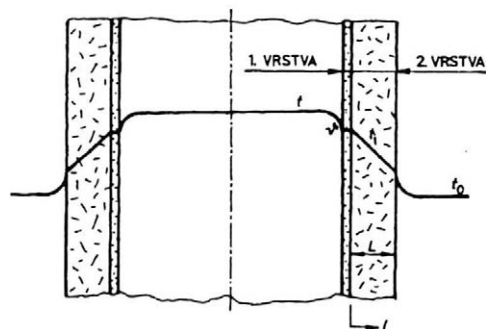
$$\varepsilon_s \rho_s \frac{\partial u}{\partial \tau} + \varepsilon_s \rho_s (\nabla \cdot u \vec{v}_{m,sw}) = -\nu_D \quad (1)$$

$$\frac{\partial(1 - \varepsilon_{sw}) x \rho_L}{\partial \tau} + (\nabla \cdot x \vec{Q}_{m,L}) = \nu_D \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_s \rho_s (c_s + u c_w) \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \varepsilon_s \rho_s (c_s + u c_w) (\vec{v}_{m,sw} \cdot \nabla \Theta) + \\ + \varepsilon_s \rho_s c_s \Theta (\nabla \cdot \vec{v}_{m,sw}) = -l \Theta \nu_D + \nu_q \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} (1 - \varepsilon_{sw}) \rho_L (c_L + x c_D) \frac{\partial t}{\partial \tau} + c_L t \frac{\partial(1 - \varepsilon_{LW}) \rho_L}{\partial \tau} + (c_L + x c_D) (Q_{m,L} \cdot \nabla t) + c_L t (\nabla \cdot \vec{Q}_{m,L}) = \\ = -c_D (t - \Theta) \nu_D - \nu_q. \end{aligned} \quad (4)$$

Čtyři rovnice představují bilance hmoty a energie pro vlhký vzduch a sušený materiál a obsahují čtyři neznámá pole  $u$ ,  $x$ ,  $\Theta$  a  $t$ . Každé pole je funkcí času a místa v prostoru. Pro konkrétní případy vzájemného pohybu sušeného materiálu a sušícího prostředí (protiproudý, sou proudý, křížoproudý pohyb) a pro nehybnou vrstvu lze tyto rovnice snadno upravit. Soustava uvedených parciálních diferenciálních rovnic nezávisí na volbě souřadného systému. Často je výhodné zvolit souřadný systém pevně spojený se sušeným materiálem.



Dále uvažujeme tyto předpoklady:

- Vektor plošného hmotnostního toku suchého vzduchu je nezávislý na souřadnicích, tj. v celém objemu materiálu je konstantní.
- Souřadný systém je vzhledem k sušenému materiálu nepohyblivý, tj.  $\vec{v}_{m,sw} = 0$ .
- Osu z souřadného systému pevně spojeného s materiálem uvažujeme rovnoběžnou se směrem proudění vzduchu a s počátkem na spodním okraji silné nehybné vrstvy. Van Meel (1958) ukázal, že lokální časové změny ve vztazích (2) a (4) jsou zanedbatelné v porovnání s konvekčním transportem vodní páry [druhý člen vztahu (2)] a s konvekčním transportem entalpie vlhkého vzduchu třetí člen vztahu (4).

Potom rovnice (1) až (4) přechází na tvar

$$\varepsilon_s \rho_s \frac{\partial u}{\partial \tau} = -v_D, \quad (5)$$

$$Q_{m,L} \rho_s \frac{\partial x}{\partial z} = v_D, \quad (6)$$

$$\varepsilon_s \rho_s (c_s + u c_w) \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = -l_\Theta v_D + v_q, \quad (7)$$

$$(c_L + x c_{dL}) Q_{m,L} \frac{\partial t}{\partial z} = -c_D (t - \Theta) v_D - v_q. \quad (8)$$

Objemové produkce vlhkosti a tepla  $v_D$  a  $v_q$  jsou určeny konstitutivními rovnicemi, které musí vyhovovat druhé větě termodynamiky. V teorii přenosových jevů vyjadřují konstitutivní rovnice vztah změny hustoty určité veličiny s hnací silou procesu. Zanedbáváme-li křížové děje přenosu tepla a hmoty, objemové produkce vlhkosti a tepla můžeme vyjádřit např. takto:

$$v_D = k_D (1 - \varepsilon_{sw}) (\rho_{D,p} - \rho_D), \quad (9)$$

$$v_q = k_q \varepsilon_{sw} (t - \Theta), \quad (10)$$

kde:  $\rho_{D,p}$  – hustota vodní páry při povrchu materiálu. V rovnovážném stavu  $\rho_{D,p}$  odpovídá hustotě vodní páry ve vzduchu, který je podle desorpční izotermy v rovnováze s materiálem o měrné vlhkosti  $u$  a teplotě  $\Theta$ .

Součinitel přenosu hmoty  $k_D$  má rozměr  $s^{-1}$  a součinitel přenosu tepla  $k_q$  má rozměr  $\text{kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^3 \text{sw}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Modely, které jsou podobné systému (5) až (8), odvodili Bakker – Arkema et al. (1967), Ingram (1976), Sharp (1982). Vztahy se liší zejména v konstitutivních rovnicích přenosu hmoty (9). Simultánním řešením soustavy (5) až (8) při známých počátečních a okrajových podmínkách obdržíme průběh polí  $u$ ,  $x$ ,  $\Theta$  a  $t$ , v závislosti na čase  $\tau$  a na souřadnici  $z$ . Některé obecné aspekty řešení podobných systémů uvádí Sokhansanj (1984) a Poersch (1971).

Matematický model (5) až (8) nepředpokládá prostup tepla stěnami sušárny, tj. ztráty tepla na bočních stranách nehybné vrstvy. Protože se těmito ztrátám při daném experimentálním uspořádání nelze vyhnout, je nutné zahrnout tyto ztráty do modelu. Během zkoušky dochází jednak k ohřívání vnitřních částí komory a jednak k prostupu tepla do okolí. Předpokládáme model dvouvrstvé boční stěny sušárny (obr. 8). První vrstvu představují vnitřní části sušárny, které se ohřívají na teplotu  $\vartheta$ . Protože podstatná část (přibližně  $3,1 \text{ kg} \cdot 2,00 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 6,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$ ) celé tepelné kapacity vnitřních částí sušárny (přibližně  $6,2 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} + 4,8 \text{ kg} \cdot 0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,4 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$ ) připadá na olejovou náplň kapalinových uzávěrů, ztotožňujeme teplotu vnitřních částí sušárny  $\vartheta$  s teplotou olejových náplní, které jsou během zkoušky měřeny. Tuto vrstvu boční stěny považujeme za dokonale tepelně vodivou. Druhá vrstva je izolační. Průběh teploty v této vrstvě je lineární buď v případě ustáleného stavu  $s t = \text{const}$ ,  $t_o = \text{const}$ , nebo v případě vysoké teplotné vodivosti.

Pro hustotu tepelného toku  $Q'$  přestupu tepla z proudícího prostředí do první vrstvy (na obr. 8) platí

$$Q' = \alpha (t - \vartheta) \quad (11)$$

Hustota tepelného toku  $Q''$  v druhé (izolační) vrstvě je dána vztahem

$$Q'' = \lambda_i \nabla t_i. \quad (12)$$

Pro vedení tepla touto vrstvou platí

$$\frac{\partial t_i}{\partial \tau} = a_i \nabla^2 t_i, \quad (13)$$

kde:  $a_i$  - teplotní vodivost definovaná vztahem

$$a_i = \frac{\lambda_i}{\rho_i c_i}. \quad (14)$$

Hustotu tepelného toku  $Q'''$  přestupu tepla z druhé vrstvy do okolního vzduchu lze vyjádřit ( $t_i$  - povrchová teplota izolační vrstvy)

$$Q''' = \alpha_0 (t_o' - t_o) \quad (15)$$

Rozdíl hustot tepelných toků  $Q' - Q''|_{t=0}$  se akumuluje v první vrstvě, čímž se zvyšuje její teplota. Proto platí

$$Q' - Q'' = k_k \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau}, \quad (16)$$

kde:  $k_k$  - tepelná kapacita první vrstvy stěny sušárny vztažená na jednotku přestupní plochy

Odhad hodnoty této veličiny lze učinit z tepelné kapacity vnitřních částí sušárny a z přestupní plochy

$$k_k \approx \frac{8,4 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}}{2 (0,555 \text{ m} + 0,370 \text{ m}) \cdot 0,8 \text{ m}} = 5,7 [\text{kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

U modelu (5) až (8) je třeba upravit pravou stranu rovnice (8) energetické bilance proudícího vzduchu o norový člen  $Q_z$  [ $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$ ]

$$Q_z = Q' \frac{o}{S}, \quad (17)$$

kde:  $o$  – obvod sušené vrstvy v rovině kolmé ke směru proudění vzduchu  
 $S$  – průřez sušené vrstvy v téže rovině.

Vzhledem k rovnici (11) lze tento vztah přepsat na tvar

$$q'' = -\alpha (t - \vartheta) \frac{o}{S}. \quad (18)$$

Potom rovnice (5) až (7), rovnice (8) upravené o člen (18), rovnice (13) a (16) představují šest rovnic pro šest neznámých polí  $u(z, \tau)$ ,  $x(z, \tau)$ ,  $\Theta(z, \tau)$ ,  $t(z, \tau)$ ,  $t_i(l, z, \tau)$ ,  $\vartheta(z, \tau)$ . Abychom se vyhnuli simultánnímu řešení této soustavy s parabolickou parciální diferenciální rovnicí (13), předpokládáme dále, že teplotní vodivost druhé (izolační) vrstvy podle vztahu (14) je nekonečně velká, např.  $\rho_i c_i \rightarrow 0$ . Pak podle rovnice (13) platí

$$\nabla^2 t_i = 0, \quad (19)$$

což je postačující i nutná podmínka pro lineární průběh teploty v druhé (izolační) vrstvě. Pak vztah (12) lze psát ve tvaru

$$Q'' = \lambda_i \frac{\vartheta - t_D'}{L} \quad (20)$$

a musí zřejmě platit (teplo se v druhé vrstvě neakumuluje)

$$Q'' = Q''' \quad (21)$$

Potom ze vztahů (15), (20) a (21) plyne

kde

$$Q'' = Q''' = \alpha' (\vartheta - t_0), \quad (22)$$

$$\alpha' = \frac{1}{\frac{L}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_0}}. \quad (23)$$

Vztah (16) po dosazení rovnic (11) a (22) nabývá tvaru

$$\alpha (t - \vartheta) - \alpha' (\vartheta - t_0) = k_k \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau}.$$

Konečný tvar matematického modelu konvekčního sušení materiálu v nehybné vrstvě, který bere v úvahu ztráty tepla bočními stěnami silné vrstvy, představují rovnice (5) až (7), rovnice (8) doplněná o ztrátový člen podle rovnice (18) a rovnice (24). Použijeme-li konstitutivní rovnice (9) a (10), výsledný model má tvar

$$\varepsilon_S \rho_S \frac{\partial u}{\partial \tau} = -k_D \varepsilon_{SW} (\rho_{D,P} - \rho_D) \quad (25)$$

$$Q_{m,L} \frac{\partial x}{\partial z} = k_D \varepsilon_{SW} (\rho_{D,P} - \rho_D) \quad (26)$$

$$\varepsilon_S \rho_S (c_S + u c_w) \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = -k_D \varepsilon_{SW} l \Theta (\rho_{D,P} - \rho_D) + k_q \varepsilon_{SW} (t - \Theta) \quad (27)$$

$$(c_S + x c_D) Q_{m,L} \frac{\partial t}{\partial z} = -k_D \varepsilon_{SW} c_D (t - \Theta) (\rho_{D,P} - \rho_D) - k_{\vartheta} \varepsilon_{SW} (t - \Theta) - \alpha (t - \vartheta) \frac{o}{S} \quad (28)$$

$$k_k \frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = \alpha (t - \vartheta) - \alpha' (\vartheta - t_0) \quad (29)$$

Model (25) až (29) představuje pět rovnic pro pět neznámých polí –  $u(z, \tau)$ ,  $x(z, \tau)$ ,  $\Theta(z, \tau)$ ,  $t(z, \tau)$ ,  $\vartheta(z, \tau)$ . Při simultánním řešení těchto rovnic je nutné vyjít z počátečních a okrajových podmínek.

V soustavě parciálních diferenciálních rovnic (25) až (29) vystupují neznámé veličiny – součinitele přestupu tepla  $\alpha$  a  $\alpha'$ . Hodnoty těchto veličin je možné stanovit experimentálně, např. na základě stacionárního profilu teplot  $t = t(z)$  a  $\vartheta = \vartheta(z)$  na konci zkoušky. Teoretické profily lze odvodit z rovnice (27) až (29), kde všechny časové derivace položíme rovné nule. Potom z rovnice (29) vyplývá

$$\vartheta = \frac{\alpha t + \alpha' t_0}{\alpha + \alpha'} \quad (30)$$

a z rovnic (27) a (28) obdržíme

$$\frac{dt}{dz} = -\alpha (t - \vartheta) \frac{o}{S} \frac{1}{(c_L + x c_D) Q_{m,L}} \quad (31)$$

Dosadíme-li do této rovnice za  $\vartheta$  vztah (30), potom po úpravě obdržíme

$$\frac{dt}{dz} = -\frac{\alpha \alpha'}{\alpha + \alpha'} (t - t_0) \frac{o}{S} \frac{1}{(c_L + x c_D) Q_{m,L}} \quad (32)$$

Integrací této rovnice v mezích 0 až  $z$ ,  $t_1$  až  $t$  a po úpravě dostaneme vztah pro stacionární průběh teploty  $t = t(z)$

$$t = t_0 + (t_1 - t_0) e^{-\frac{\alpha \alpha'}{\alpha + \alpha'} \frac{o}{S} \frac{1}{(c_L + x c_D) Q_{m,L}}} \quad (33)$$

Dosadíme-li tuto závislost do rovnice (30), obdržíme konkrétní vyjádření závislosti

$$\vartheta = \vartheta(z) \quad (34)$$

Rovnice (33) a (34) popisují stacionární průběh teploty vzduchu a teploty první vrstvy sušárny v závislosti na souřadnici  $z$ . Součinitel  $\alpha'$  můžeme podle rovnice (23) pokládat za konstantu. Součinitel  $\alpha$  zřejmě závisí na rychlosti proudění sušícího prostředí v komoře, tj. na  $Q_{m,L}$ , přičemž můžeme předpokládat závislost v hodnotovém vyjádření

$$\{\alpha\} = k' \{Q_{m,L}\}^{k''},$$

kde:  $k'$  a  $k''$  – konstanty.

Koeficienty  $\alpha'$ ,  $k'$ , a  $k''$  (tj. také  $\alpha$ ) byly stanoveny regresní analýzou hodnot teplot  $t_2, t_3, t_4, t_5, \vartheta_2, \vartheta_3, \vartheta_4$  v ustáleném stavu z 18 zkoušek sušení řezané vojtěšky. Index  $u$  označení teplot charakterizuje místo pod truhlíkem, přičemž truhlíky jsou počítány zdola. Hodnota  $t_5$  označuje teplotu prostředí nad čtvrtým truhlíkem. Takto byly vypočteny hodnoty

$$\alpha' = 0,001743 \text{ kJ.m}^{-2}.\text{K}^{-1}.\text{s}^{-1}$$

$$k' = 0,02996,$$

$$k'' = 0,1346.$$

## ZÁVĚR

Odvozený matematický model konvekčního sušení materiálu v nehybné vrstvě bere v úvahu ztráty tepla ohříváním vnitřních částí komory a prostupem tepla do okolí. Teplota hypotetické první vrstvy boční stěny je ztotožněna s teplotou oleje v kapalinových uzavěrech. Předpokládá se rovnoměrný tok sušícího prostředí vrstvou sušeného materiálu. Součinitele přenosu tepla a hmoty  $k_q$  a  $k_D$  a plošnou tepelnou kapacitu první vrstvy sušárny  $k_k$  je možné stanovit tak, aby průběh polí  $u, x, \Theta$  a  $t$  podle matematického modelu se maximálně přiblížil naměřeným polím  $u, t$  a  $\vartheta$ .

## Seznam označení veličin

### Hlavní značky

|               |                                                                                                |                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| $a$           | součinitel teplotní vodivosti                                                                  | $[\text{m}^2.\text{s}^{-1}]$                     |
| $c$           | měrná tepelná kapacita                                                                         | $[\text{kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}]$              |
| $k$           | plošná tepelná kapacita                                                                        | $[\text{kJ.m}^{-2}.\text{K}^{-1}]$               |
| $k$           | konstanta                                                                                      |                                                  |
| $l$           | tloušťková souřadnice druhé vrstvy boční stěny sušárny                                         | $[\text{m}]$                                     |
| $l\Theta$     | měrné skupenské teplo při teplotě $\Theta$                                                     | $[\text{kJ.kg}^{-1}]$                            |
| $L$           | tloušťka druhé izolační stěny sušárny                                                          | $[\text{m}]$                                     |
| $o$           | obvod sušené vrstvy v rovině kolmé ke směru proudění vzduchu                                   | $[\text{m}]$                                     |
| $q$           | hustota tepelného toku                                                                         | $[\text{kJ.m}^{-2}.\text{s}^{-1}]$               |
| $Q$           | plošný hmotnostní tok                                                                          | $[\text{kg.m}^{-2}.\text{s}^{-1}]$               |
| $S$           | průřez sušené vrstvy v rovině kolmé ke směru proudění vzduchu                                  | $[\text{m}^2]$                                   |
| $t$           | teplota sušícího vzduchu                                                                       | $[\text{°C}]$                                    |
| $u$           | měrná vlhkost sušeného materiálu                                                               | $[\text{kg.kg}^{-1}]$                            |
| $z$           | souřadnice od počátku vrstvy ve směru proudění prostředí                                       | $[\text{m}]$                                     |
| $v$           | rychlost                                                                                       | $[\text{m.s}^{-1}]$                              |
| $x$           | měrná vlhkost sušícího prostředí                                                               | $[\text{kg.kg}^{-1}]$                            |
| $\alpha$      | součinitel přestupu tepla                                                                      | $[\text{kJ.m}^{-2}.\text{s}^{-1}.\text{K}^{-1}]$ |
| $\varepsilon$ | podíl objemu fáze nebo fází označených indexem $k$ celkovému objemu                            | $[\text{I}]$                                     |
| $\vartheta$   | teplota první (konstrukční) vrstvy stěny sušárny                                               | $[\text{°C}]$                                    |
| $\Theta$      | teplota materiálu                                                                              | $[\text{°C}]$                                    |
| $\lambda$     | součinitel tepelné vodivosti                                                                   | $[\text{kJ.m}^{-1}.\text{K}^{-1}.\text{s}^{-1}]$ |
| $\nu$         | objemová produkce veličiny označené indexem ( $D$ - produkce vodní páry, $q$ - produkce tepla) |                                                  |
| $\rho$        | hustota, objemová hmotnost nebo sypaná hmotnost                                                | $[\text{kg.m}^{-3}]$                             |
| $\tau$        | čas                                                                                            | $[\text{s}]$                                     |

### Indexy

|     |                                                |
|-----|------------------------------------------------|
| $D$ | vodní pára                                     |
| $i$ | druhá (izolační) vrstva boční stěny sušárny    |
| $k$ | první (konstrukční) vrstva boční stěny sušárny |
| $L$ | suchý vzduch                                   |
| $m$ | objemově měrný                                 |
| $o$ | okolí                                          |
| $q$ | vztahující se k přenosu tepla                  |
| $S$ | suchý materiál (sušina)                        |
| $W$ | vlhkost v suchém materiálu, voda               |
| $z$ | ztrátový                                       |
| $1$ | pod prvním truhlíkem                           |
| $2$ | pod druhým truhlíkem                           |
| $3$ | pod třetím truhlíkem                           |
| $4$ | pod čtvrtým truhlíkem                          |
| $5$ | nad čtvrtým truhlíkem                          |

' pomocný index  
 " pomocný index  
 "" pomocný index

## Literatura

- BAKKER-ARKEMA, F. W. – BICKERT, W. G. – MOREY, R. V.: Gekoppelter Wärme – und Stoffaustausch während des Trocknungsvorgangs in einem Behälter mit Getreide. *Landtechn. Forsch.*, 17, 1967, č. 6, s. 1975 – 180.
- BAKKER-ARKEMA, F. W. – BICKERT, W. G. – PATTERSON, R. J.: Simultaneous heat and mass transfer during the cooling of a deep bed of biological products under varying inlet air conditions. *J. agric. Engng Res.*, 12, 1967, č. 4, s. 297 – 307.
- BRUCE, D. M. – SYKES, R. A.: Apparatus for determining mass transfer coefficients at high temperature for exposed particulate crops, with initial results for wheat and hops. *J. Agric. Engng Res.*, 28, 1983, č. 5, s. 385 – 400.
- GREIG, D. J.: The determination of the rate constant in thin layer drying of agricultural crops. *J. agric. Engng Res.*, 15, 1970, č. 2, s. 106 – 110.
- HLADKÝ, V.: Distribuce vzduchu v halovém seníku. *Zdrav. Techn. Vzduchotechn.*, 27, 1984, č. 6, s. 331 – 335.
- HOFACKER, W. et al.: Messeinrichtung zur kontinuierlichen Bestimmung des Trocknungs – und Befeuchtungsverhaltens von Körnerfrüchten bei stationären Luftzustand. *Grundl. Landtechn.*, 34, 1984, č. 1, s. 5 – 12.
- CHMELÍK, K. – JEVIČ, P. – SOUHRADA, J.: Efektivnost snižování spotřeby energie při konzervaci píce nízkoteplotním sušením. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZT 1983. 38 s.
- INGRAM, G. W.: Deep bed drier simulation with intra-particle moisture diffusion. *J. agric. Engng Res.*, 21, 1976, s. 263 – 272.
- JÍLEK, J.: Matematické modelování konvekčního sušení silné kompaktní profukované vrstvy. *Zeměd. Techn.*, 33, 1987, č. 7, s. 395 – 404.
- KHALILIAN, A.: Automatic weighing and recording system for drying studies. *Trans. ASAE*, 26, 1983, č. 6, s. 1826 – 1829.
- POERSCH, W.: Berechnung der Verweilzeit in Gleich – oder Gegenstromtrocknern mit Hilfe von Austauschcheinheiten. *Verfahrenstechnik*, 5, 1971, č. 4, s. 160 – 191.
- SHARP, J.R.: A review of low temperature drying simulation models. *J. agric. Engng Res.*, 27, 1982, s. 169 – 190.
- SLADKÝ, V. – BRADNA, J.: Sluneční seník Zdouchovice. [Výzkumná zpráva.] Praha, VÚZT 1981. 49 s.
- SOKHANSANJ, S.: Grain drying simulation with respect to energy conservation and grain quality. In: *Advances in drying*. Vol. 3. Washington, Hemisphere Publishing Corporation, 1984, s. 121 – 180.
- VAN MEEL, D. A.: Adiabatic convection batch drying with recirculation of air. *Chem. Engng Sci.*, 9, 1958, s. 36 – 44.
- WENTZ-CARROLL, N. J. – ROTZ, C. A. – BYLER, R. K.: Drying of alfalfa in a controlled environment. *St. Joseph, ASAE* 1982. 12 s.

Došlo dne 18. 5. 1990

JÍLEK, J.: (University of Agriculture, Praha – Suchdol): *Experimental equipment and mathematical model for the drying of material in a thick layer*. *Zeměd. Techn.* 37, 1991 (4): 207 – 218.

Experimental equipment for the drying of material in a thick inert ventilated layer is composed of the pneumatic distribution system and the drying chamber. In the drying chamber there are four boxes with the internal dimensions 555 x 370 x 200 mm. The liquid seals prevent the circulation of the drying air outside the box. The weighting of boxes with the samples of dried material is carried out without taking the boxes out of the drying chamber at an interrupted circulation of air in the chamber. A general mathematical model of the convection drying of material is applied in the case of a thick inert ventilated layer and it is later adjusted with view to the loss of heat and heat permeability through the walls of the experimental drying chamber.

Adresa autora:

Ing. Josef Jílek, Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchdol

# TĚŽEBNÍ ROBOTY „KRÁČEJÍCÍ“ PO STOJÍCÍCH STROMECH

S. Jura

---

JURA, S. (Ústav aplikované ekologie VŠZ Praha, Kostelec nad černými lesy): *Těžební roboty „kráčejí“ po stojících stromech*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 219 – 228.

Analýza realizovatelnosti těžebních robotů „kráčejí“ po stojících stromech je provedená jednak z hlediska pružnosti a pevnosti, jednak z hlediska potřebného elektronického řídicího systému. Z hlediska pevnosti jsou uvažovány momenty potřebné k vyvrácení stojících stromů a dále ohybové momenty nutné pro zlomení stromů. Z hlediska těchto dvou momentů jsou navrhované těžební roboty na mezi realizovatelnosti. Elektronický řídicí systém by musel být tvořen číslicovým počítačem (mikropočítačem) a musel by být vybaven velkým množstvím různých sensorů. To by vedlo ke značné poruchovosti těchto robotů a k jejich vysoké ceně. Proto je jejich užítokovost problematická.

rozběr realizovatelnosti; kráčejí těžební robot; momenty k vyvrácení; strom; momenty pro zlomení; minimální vyložení manipulátoru; elektronický řídicí systém; sensory

---

V posledních letech se řada autorů zabývala problémem poškozování lesní půdy a lesních porostů vlivem techniky používané v lesní těžbě (D o u d a , 1986). Škody v lese způsobované těžkými mechanismy jsou značné. Proto někteří autoři vybízejí konstrukce těžebních strojů k tomu, aby při jejich konstrukci brali v úvahu ekologická hlediska (D o u d a , 1986).

O jedno z možných řešení se pokusili odborníci v Sovětském svazu. V literatuře (J u r a , 1983, 1984) byly již popsány sovětské návrhy těžebních strojů ve formě automatických manipulátorů nebo robotů „kráčejí“ po stojících stromech. Návrhy těchto těžebních robotů jsou založeny na této myšlence: Nemá-li těžební stroj poškozovat lesní půdu, neměl by se po ní, v ideálním případě, pohybovat. Sovětská autoři navrhli několik řešení tohoto problému, autorovi tohoto příspěvku však není známo, že by publikovali teoretický rozběr realizovatelnosti svých návrhů.

## ZÁKLADNÍ ÚVAHY

Návrhy těžebních manipulátorů sovětských autorů jsou znázorněny na obr. 1 až 3. Princip jejich funkce je již dostatečně znám (Jura, 1984), proto jej nebudeme uvádět. V provedeních zobrazených na obr. 1 a 2 se manipulátor uchycuje jen za stojící strom, v jiném provedení je těžební robot vybaven manipulátory uchycenými na stoje, která se opírá o zem (obr. 3). I u tohoto manipulátoru je však při jeho přesunu k dalšímu stromu celá tíha manipulátoru nesena jedním stromem. Proto budou některé další úvahy platit pro všechna tři provedení.

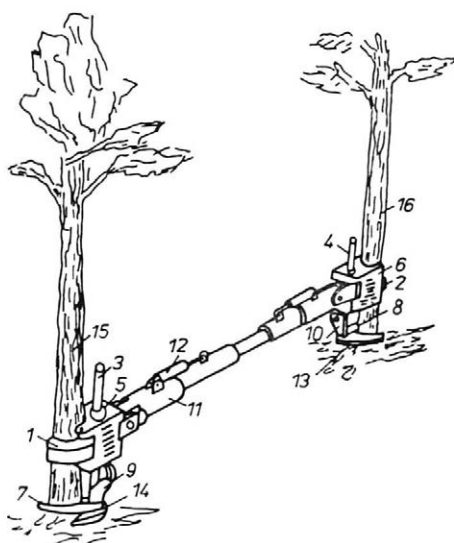
Manipulátor nebo robot uchycený za kmen stojícího stromu jej namáhá ohybovým momentem, který může způsobit jeho zlomení nebo vyvrácení. Je třeba proto uvažovat obě možnosti. Nejdříve zaměříme pozornost na problém vyvrácení stromů.

## Momenty potřebné k vyvrácení stojících stromů

Uvedené momenty byly zjišťovány v Sovětském svazu jednak teoreticky, jednak experimentálně, a to v souvislosti s kácením stromů i s kořený (P o l i š č u k , 1972). Výsledky experimentů provedených P. I. Abolem v Novgorodské oblasti jsou uvedeny v tab. I. Stromy rostly v písčité půdě o vlhkosti 20 % a hustotě  $1,8 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ . Lze právem

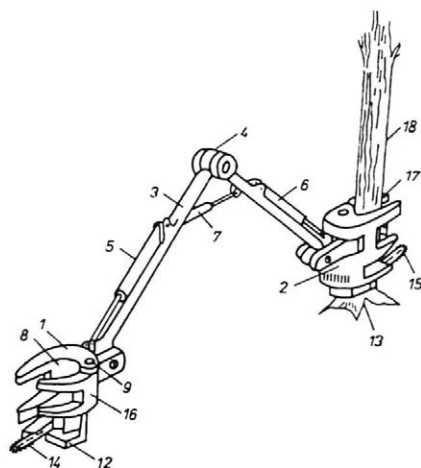
1. Zařízení na kácení stromů (autorské osvědčení SSSR 459 194) – Equipment for tree felling (Design filed in USSR, No. 459 194)

1,2 - čelisti; 2,4 - vodící tyče; 5,6 - hydraulické motory; 7,8 - řezací ústrojí; 9,10 - hydraulické motory; 11 - teleskopický nosník; 12 - hydraulický válec; 13,14 - přídatné opory; 15,16 - stromy ke kácení – 1,2 - jaws; 3,4 - guide bars; 5,6 - hydraulic motors; 7,8 - cutting mechanism; 9,10 - hydraulic motors; 11 - telescopic beam; 12 - hydraulic cylinder; 13,14 - supplemental supports; 15,16 - trees to be cut



2. Zařízení na kácení stromů (autorské osvědčení SSSR 529 817) – Equipment for tree felling (Design filed in USSR, No. 529 817)

1,2 - úchopové čelisti s řezným nástrojem; 3 - rameno manipulátorového typu; 4 - kloub; 5,6 - hydraulické válce pro svislý zdvih; 7 - hydraulický motor pro horizontální pohyb ramene; 8 - základní těleso řezacího ústrojí; 9 - čep; 12,13 - přídatné opory; 14,15 - řezací orgány; 16,17 - čelisti; 18 - strom – 1,2 - gripping jaws with cutting device; 3 - arm of manipulator type; 4 - joint; 5,6 - hydraulic cylinders for vertical lift; 7 - hydraulic motor for horizontal movement of arm; 8 - basic body of cutter mechanism; 9 - pin; 12,13 - supplemental supports; 14,15 - cutting devices; 16,17 - jaws; 18 - tree



předpokládat, že pro stromy rostoucí v podmínkách ČSFR by byly naměřené hodnoty vyšší.

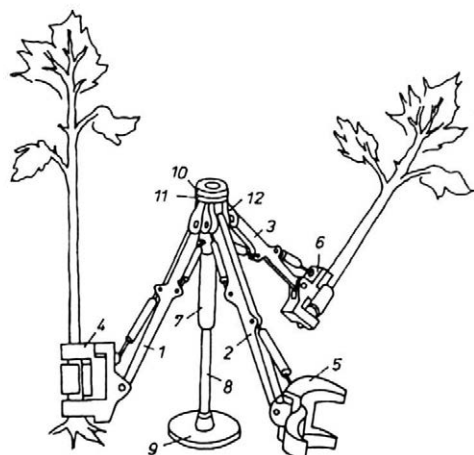
#### Ohybové momenty pro zlomení stromů

Z nauky o pružnosti a pevnosti je známo, že ohybový moment, při jehož překročení dojde k porušení materiálu, je dán vztahem:

$$Mom = W_0 \sigma_{po}, \quad (1)$$

kde:  $W_0$  – moment odporu v ohybu [ $m^3$ ] (průřezový modul ohybový),  
 $\sigma_{po}$  – pevnost v ohybu [Pa].

| Výčetní tloušťka<br>[cm] | Střední hodnoty momentů pro vyvrácení<br>$M_{ov} \cdot 10^3 [Nm]$ |          |        | Maximální<br>odchylka pro<br>různé druhy půd<br>[%] |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------------------------------------------|
|                          | smrk                                                              | borovice | bříza  |                                                     |
| 12                       | 10,49                                                             | 9,71     | 10,69  | 10,2                                                |
| 16                       | 22,17                                                             | 19,72    | 22,07  | 16,4                                                |
| 20                       | 37,57                                                             | 32,66    | 37,08  | 15,0                                                |
| 24                       | 55,72                                                             | 50,42    | 55,81  | 10,7                                                |
| 28                       | 79,55                                                             | 72,49    | 78,48  | 9,7                                                 |
| 32                       | 106,24                                                            | 98,78    | 104,96 | 7,5                                                 |
| 36                       | 136,75                                                            | 129,39   | 134,98 | 5,7                                                 |
| 40                       | 170,98                                                            | 165,59   | 169,90 | 4,2                                                 |
| 44                       | 208,95                                                            | 203,16   | 206,59 | 2,8                                                 |



3. Robot pro lesní těžbu (autorské osvědčení SSSR 643 123) – Robot for tree felling in forest (design filed in USSR No. 643 123)

1,2,3 - manipulátory; 4,5,6 - čelisti s řezacím ústrojím; 7 - válec opěrné stojky; 8 - tyč ve formě pístu; 9 - opěrná deska; 10,11,12 - závěsy – 1,2,3 - manipulators; 4,5,6 - jaws with cutting mechanism; 7 - cylinder of supporting prop; 8 - rod in the form of piston; 9 - supporting plate; 10,11,12 - hinges

Moment odporu v ohybu  $W_0$  lze pro kruhový průřez určit ze známého vztahu

$$W_0 = \frac{\pi d^3}{32}, \quad (2)$$

kde:  $d$  - průměr kruhu.

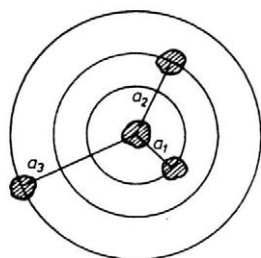
I když průřez kmene stromu není nikdy přesně kruhový, neuděláme velkou chybu, budeme-li jej v dalších úvahách považovat za kruhový. Meze pevnosti v ohybu některých dřevin v oblastech Sovětského svazu opět nalezneme v práci autora (Poliščuk, 1972). Uvedme alespoň některé hodnoty:

|          |                              |
|----------|------------------------------|
| smrk     | – $\sigma_{po} = 76,0$ MPa,  |
| borovice | – $\sigma_{po} = 85,8$ MPa,  |
| buk      | – $\sigma_{po} = 92,21$ MPa. |

V tab. II jsou v závislosti na tloušťce uvedeny momenty odporu v ohybu  $W_0$  a mezní ohybové momenty  $M_0$  pro smrk ( $\sigma_{po} = 76,0$  MPa). P f e f f e r (1961) např. uvádí pro smrk hodnotu  $\sigma_{po} = 41,20$  MPa. V tomto případě však jde o dovolené namáhání

## II. Mezní ohybové momenty pro smrk – Bending moment limits for spruce

| Tloušťka stromu [cm] | Moment odporu $W_o$ [cm <sup>3</sup> ] | Maximální ohybový moment $M_{om} \cdot 10^3$ [Nm] |
|----------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 12                   | 169,64                                 | 12,89                                             |
| 16                   | 402,12                                 | 30,55                                             |
| 20                   | 785,39                                 | 59,68                                             |
| 24                   | 1357,16                                | 103,15                                            |
| 28                   | 2155,13                                | 163,81                                            |
| 32                   | 3216,99                                | 244,53                                            |
| 36                   | 4580,44                                | 348,16                                            |
| 40                   | 6283,18                                | 477,59                                            |
| 44                   | 8362,91                                | 635,69                                            |
| 48                   | 10857,34                               | 825,30                                            |
| 50                   | 12271,84                               | 932,83                                            |
| 52                   | 13804,15                               | 1049,30                                           |
| 56                   | 17241,05                               | 1310,55                                           |
| 60                   | 21205,75                               | 1611,92                                           |



4. Způsob měření rozestupu stromů – Method of measurement of tree spacing

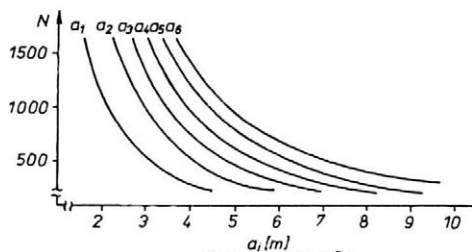
v ohybu, kde již je zahrnuta určitá bezpečnost. Pro uvedenou hodnotu 41,20 MPa vychází koeficient bezpečnosti 1,84.

### Stanovení minimálního vyložení manipulátoru

Vzhledem k tomu, že manipulátor se pohybuje po stojících stromech, musí v každém postavení dosáhnout na další strom. Jeho vyložení by tedy mělo být větší, než je maximální vzdálenost k nejbližšímu stromu, která se může v káceném porostu nebo v porostech určených pro mýtní těžbu vyskytnout. Vzdálenosti mezi stojícími stromy se nazývají stromové rozestupy. Problematiku stromových rozestupů souborně zpracoval Priesol (1978).

Stromové rozestupy se zjišťují měřením vzdálenosti od centrálního zvoleného stromu (obr. 4). Vzdálenost k nejbližšímu prvnímu stromu se značí  $a_1$ , k nejbližšímu druhému stromu  $a_2$  atd. Stromové rozestupy závisí především na počtu stromů na 1 ha.

Počet stromů na 1 ha závisí na střední výčetní tloušťce stromů a druhu dřeviny. V grafu na obr. 5 (Priesol, 1978) jsou vyneseny závislosti stromových rozestupů na počtu stromů na 1 ha pro první nejbližší až šestý nejbližší strom. Jde o střední hodnoty rozestupů platné pro ČSFR. Protože jde o střední hodnoty rozestupů, mohou být jejich maximální hodnoty podstatně vyšší. Abychom měli jistotu, že manipulátor vždy dosáhne na další strom, určíme předběžně minimální vyložení manipulátoru na základě hodnoty  $a_2$ .



5. Závislost počtu stromů  $N$  na 1 ha na stromových rozestupech  $a_i$  - Dependence of the number of trees  $N$  on the Tree spacing  $a_i$

Další postup spočívá v tom, že si zvolíme druh dřeviny a střední výčetní tloušťku kácených stromů. Např. jestliže budeme chtít manipulátorem kácet smrkové porosty o střední výčetní tloušťce 34 cm, zjistíme z literatury (Halaj, 1957), že této výčetní tloušťce odpovídá 580 stromů na 1 ha. Z grafu na obr. 5 odečteme přibližně vzdálenost k nejbližšímu druhému stromu  $a_2 = 3,8$ . Přesněji určíme hodnotu  $a_2$  z literatury (Priesol, 1978) – tab. 32. Ze zmíněné tabulky odečteme pro  $N = 576$  hodnotu  $a_2 = 3,75$  m. S ohledem na větší bezpečnost volíme vyložení manipulátoru  $V_m = 4,75$  m. Tato hodnota odpovídá spíše stromovému rozestupu ke třetímu nejbližšímu stromu  $a_3$ . Smrkové porosty se střední výčetní tloušťkou 34 cm obsahují také stromy o výčetních tloušťkách podstatně větších a menších, a proto navrhne úchopovou hlavici manipulátoru s maximálním rozevřením 60 cm.

Jak uvádí Halaj (1957), je ve smrkovém porostu se střední výčetní tloušťkou 34 cm na 1 ha 79 stromů s touto výčetní tloušťkou, zatímco stromů s výčetní tloušťkou 30 cm a 32 cm je 82. Porost obsahuje dva stromy s výčetní tloušťkou 8 cm a po jednom stromu s výčetní tloušťkou 62 a 64 cm.

Počet stromů pro další výčetní tloušťky uvádí Halaj (1957) a jeho rozložení se řídí Gaussovou křivkou.

Z uvedených skutečností je patrné, že optimální stanovení minimálního vyložení manipulátoru není jednoduchou úlohou a jeho volba podle hodnoty  $a_3$  je jen přibližná.

#### Stanovení základních parametrů manipulátoru

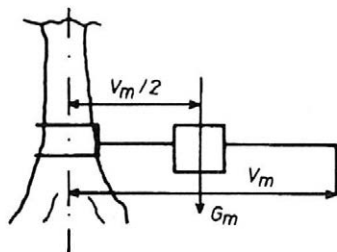
Pro tento účel vyjdeme nejdříve z provedení manipulátoru podle obr. 1. Manipulátor se skládá z teleskopického ramene, na jehož koncích jsou upevněny úchopové hlavice 1, 2 a řezací ústrojí 7, 8. Pod úchopovými hlavicemi jsou situovány přídavné výsuvné opory 13, 14. Manipulátor je uchycen jednou úchopovou hlavicí za stojící strom, který musí v některých fázích funkce manipulátoru držet celou tíhu manipulátoru. Dříve než provedeme hrubý statický výpočet, musíme odhadnout hmotnosti jednotlivých částí manipulátoru. Podle obdoby z oblasti kácacích strojů zvolíme celkovou hmotnost manipulátoru  $m_m = 2500$  kg. Hmotnost každé úchopové hlavice odhadneme  $m_u = 500$  kg.

#### Zjištění, zda stojící strom vydrží namáhání způsobené manipulátorem

Vyjdeme z označení podle obr. 6. Tíha manipulátoru  $G_m$  působí v těžišti manipulátoru, které je přibližně v polovině jeho vyložení. Ohybový moment  $M_o$  má hodnotu

$$M_o = G_m V_m/2 = m_m g V_m/2, \quad (3)$$

přičemž se předpokládá, že manipulátor drží odříznutý strom. Po dosazení dříve uvedených hodnot obdržíme  $M_o = 2500 \cdot 9,81 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4,75 = 58\,246,88$  Nm. Podle tab. I přibližně zjistíme, že strom o tloušťce 26 cm již nebude uvedeným momentem vyvrácen. Podobně z tab. II přibližně určíme, že strom o tloušťce větší než 20 cm nebude již vypočteným momentem zlomen. Podobně zjistíme, že manipulátor s vyložení 3,5 m



6. Označení pro statistický výpočet namáhání stromu – Denomination for statistic calculation of stress exposure of the tree

### III. Maximální přípustné tlakové síly pro smrk – Maximum admissible pressure forces for spruce

| Tloušťka [cm] | Maximální tlaková síla [MN] | Tloušťka [cm] | Maximální tlaková síla [MN] |
|---------------|-----------------------------|---------------|-----------------------------|
| 12            | 0,4715                      | 40            | 5,238                       |
| 16            | 0,8382                      | 44            | 6,339                       |
| 20            | 1,309                       | 48            | 7,544                       |
| 24            | 1,886                       | 50            | 8,185                       |
| 28            | 2,567                       | 52            | 8,853                       |
| 32            | 3,352                       | 56            | 10,268                      |
| 36            | 4,243                       | 60            | 11,787                      |

a odhadnutou hmotností 1700 kg vyvolá ohybový moment  $M_0 = 29\,184\text{ Nm}$ , který již nevyvrátí strom o tloušťce 18 cm a nezlomí strom o tloušťce 16 cm. V obou případech se jedná o kritický moment vyvrácení stromu. Ve skutečnosti je kmen stromu pod úchopovou hlavici namáhán nejen na ohyb, ale i na tlak. K tomuto zjištění dospějeme tak, že sílu  $G$  myšleně přeneseme do osy kmene stromu a připojíme k ní sílu stejně velkou opačného smyslu. Tak dostaneme čistou ohybovou dvojici  $M_0 = G \frac{V_m}{2}$  a tla-

kovou sílu  $G$ . Silová dvojice  $M_0$  namáhá kmen stromu pod úchopovou hlavici již dříve uvažovaným ohybovým momentem a síla  $G$  jej současně namáhá na tlak. Správně bychom tedy měli uvažovat obě vzniklá namáhání současně. Z dalšího výpočtu a z tab. III je však zřejmé, že namáhání na tlak, způsobený silou  $G$ , můžeme zanedbat. Perelygin (1965) uvádí, že tlaková pevnost podél vláken pro smrk je přibližně 41,7 MPa. V tab. III jsou uvedeny maximálně přípustné tlakové síly v závislosti na tloušťce stromu pro smrk pouze při tlakovém namáhání.

Tíha manipulátoru o hmotnost 2500 kg je  $G_m = m_m g = 2500 \cdot 9,81 = 24\,525\text{ N}$ . Strom o tloušťce 12 cm vydrží sílu 471 500 N (tab. III). Tlakovému namáhání stromu podél vláken není tedy třeba věnovat pozornost.

Zbývá nám kontrola namáhání způsobeného sevřením čelistí. Musíme tedy určit potřebnou třecí sílu  $F$  a vyhledat příslušné koeficienty smykového tření  $f$ . Výsledná třecí síla je rovna součtu třecích sil z obou čelistí a platí proto vztah

$$F = 2N_r f \quad (4)$$

kde:  $N_r$  - normální reakce mezi čelistí a kmenem stromu.

Třetí síla  $F$ , což je maximální hodnota tečné třecí reakce, musí být rovna tíze manipulátoru. Platí tedy

$$N_r = \frac{F}{2f} = \frac{m_m g}{2f} \quad (5)$$

Jestliže  $f = 0,25$ , je hodnota  $N_r$  rovna 49 050 N.

Nyní musíme zjistit, zda kmen stromu vydrží tlakové namáhání od reakce  $N_r$ . Tlaková pevnost smrkového dřeva v radiálním směru je  $\sigma_r = 4,316$  MPa (Perelygin, 1965). Budeme předpokládat, že styková plocha jedné čelisti s kmenem stromu je  $S$ . Její potřebnou hodnotu vypočteme ze vztahu

$$S = \frac{N_r}{\sigma_r} \quad (6)$$

Po dosazení získáme  $S = 0,1136$  m<sup>2</sup>, což je poměrně značná hodnota. Je však známo, že vyráběná úchopová hlavice harvesteru OSA 705/270 vyvoluje normální reakci při kácení stromu o tloušťce 56 cm až 100 kN. Z toho je zřejmé, že konstrukce úchopové hlavice manipulátoru by neměla činit potíže.

## DISKUSE

Dostáváme se do konečné fáze našeho úkolu, tzn. ke zjištění, zda lze realizovat kácací manipulátor „kráčejič“ po stojících stromech. Konečnou odpověď bude možné dát až po zvážení:

- kinematického uspořádání manipulátoru;
- hmotnosti manipulátoru (dosud jsme pracovali jen s odhady);
- požadovaného výkonu (počet m<sup>3</sup> dřeva za hodinu) – dynamiky;
- klimatických podmínek;
- terénních podmínek;
- zdravotního stavu kácených stromů – výskyt hniloby;
- dalších, dosud neznámých vlivů.

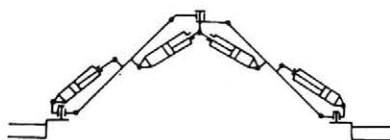
Naše pozornost byla dosud zaměřena na nejjednodušší typ kácacího manipulátoru znázorněného na obr. 1. Zjistili jsme, že i realizace tohoto nejjednoduššího manipulátoru nebude bez obtíží. Manipulátor nebude schopen pokácet všechny stromy v daném prostoru, protože se nebude moci uchytit za řadu stromů v důsledku jejich nedostatečné odolnosti proti vyvrácení, nebo proto, že mají příliš malou nebo příliš velkou tloušťku. V důsledku toho bude třeba volit větší vyložení manipulátoru, čímž opět vzroste ohybový moment vyvolávaný manipulátorem. Další problémy nastanou vlivem dynamického namáhání, vlivem hniloby některých stromů apod. Analyzovaný manipulátor je vhodný pro kácení v porostech na rovině. Pro práci na svazích je vhodnější manipulátor podle obr. 2. Je zřejmé, že bude mít větší hmotnost, a tedy problémy s jeho realizací budou větší. Čtenáři, zajímající se o tento druh manipulátoru, odkazujeme na literaturu (Bek, 1988), kde je proveden nejen rozbor, ale i konstrukční řešení zlepšeného typu tohoto manipulátoru. Jeho kinematické schéma je zobrazeno na obr. 7. Na obr. 8 jsou znázorněny pracovní prostory jak původní verze manipulátoru, tak verze zlepšené.

Ještě větší problémy by nastaly při realizaci těžebního robota podle obr. 3. Jeho hmotnost je totiž odhadována na 5 tun a maximální dosah je předpokládán 7 m. I když je robot vybaven teleskopickou stojkou opírající se o zem, při přesunu robota k dalšímu stromu musí celou jeho hmotnost držet jeden strom.

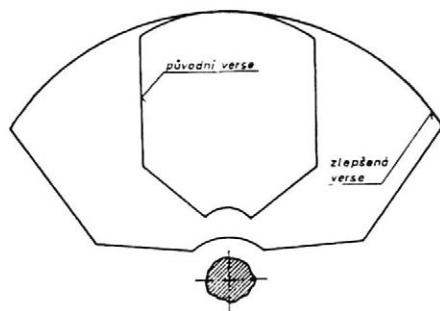
Podrobnější rozbor realizovatelnosti kácacích manipulátorů a robotů „kráčejič“ po stojících stromech uvádí Jurá (1989).

## Elektronické řídicí systémy pro těžební roboty „kráčejič“ po stojících stromech

Elektronický řídicí systém těžebního robota hraje v celém systému robota velmi důležitou roli. Dodává mu totiž potřebnou „inteligenci“ a umožňuje jeho správnou funkci. Jde o složitý elektronický systém, jehož „srdcem“ je číslicový počítač. Jeho hrubé



7. Zlepšené kinematické schéma kácacího manipulátoru  
– Improved kinematic chart of the felling manipulator



8. Pracovní prostor kácacího manipulátoru –  
Working space of felling manipulator

blokové schéma je znázorněno na obr. 9. Na vstupu procesoru je soustava vnějších a vnitřních senzorů napojených na vstupní zařízení s obvody styku. Pomocným vstupem je klávesnice pro ruční zásahy a případné zadávání programu. Na výstup procesoru jsou napojena výstupní zařízení s obvody styku, na která jsou napojena ovládání pohonů manipulátoru nebo manipulátorů. Vstupní zařízení jsou propojena s procesorem prostřednictvím hlavní a pomocné paměti.

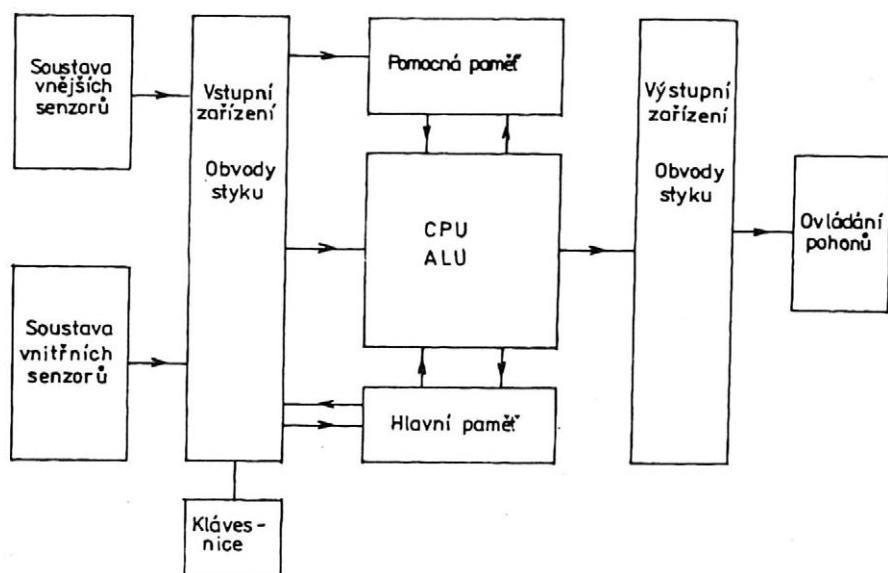
Soustava vnějších senzorů obsahuje:

- indikaci přítomnosti stromů (televizní kamera pro rozpoznávání obrazu);
- senzor vzdálenosti stromu (dálkoměr);
- senzor tloušťky stromu;
- senzor přítomnosti překážky (televizní kamera pro rozpoznávání obrazu);
- senzory polohy vybraného stromu (odměřovací zařízení polohy);
- senzory meteorologických veličin (určují směr a rychlost větru, teplotu, vlhkost vzduchu apod.);
- další dosud neurčené senzory.

Soustava vnitřních senzorů obsahuje:

- odměřovací zařízení polohy důležitých částí manipulátoru;
- senzory na měření sil a momentů;
- senzory na měření rychlostí a zrychlení důležitých částí manipulátoru;
- senzor na zjišťování hniloby stromů;
- další dosud neurčené senzory.

Má-li kácací stroj pracovat jako robot, musí být schopen sám si vybrat strom ke kácení nebo strom, za který se může uchytit. To znamená, že kácací robot musí „vidět“. Proto musí být vybaven televizní kamerou a počítačovým systémem pro rozpoznávání obrazů. Strom či stromy nestačí jen „vidět“, ale je třeba také zjistit jejich vzdálenost a polohu vzhledem k robotu. Robot musí dále na dálku zjišťovat tloušťku vybraného stromu. Proto je opatřen dálkoměrem a zařízením na měření tloušťky stromu v místě budoucího uchopení nebo místa odřezání. Robot musí být také schopen zjistit, zda mezi ním a vybraným stromem není překážka zabraňující jeho požadované funkci. Při praktické realizaci robota se mohou vyskytnout požadavky na dosud neuvažované vnější senzory.



9. Hrubé blokové schéma elektronického řídicího systému kácacího robota – General block diagram of the electronic control system of the felling robot

Kácací robot musí být vybaven vnitřními senzory. Jde zejména o měření poloh, rychlostí, zrychlení, sil a momentů některých částí manipulátorů. Důležitý je senzor na zjišťování hniloby stromu, za který má být manipulátor uchycen, nebo který má být odříznut. Trouchnivější strom má podstatně nižší pevnost a při uchycení na takovém stromu by mohlo dojít k havárii robota. Je velmi pravděpodobné, že při praktické realizaci kácacího robota bude nutné přidat některé další vnitřní senzory.

Postup práce kácacího robota je řízen programem v hlavní paměti. Tento postup je ovlivňován signály z vnějších a vnitřních senzorů, které v mnoha případech tvoří zpětné vazby řídicího systému, což není z blokového schématu na obr. 8 na první pohled zřejmé.

## ZÁVĚR

Z předloženého příspěvku je patrné, že praktická realizace kácacích robotů „krácejících“ po stojících stromech nebude jednoduchou záležitostí. Existují i názory, že možnost jejich realizace je velmi málo pravděpodobná. Poslední slovo budou mít zkoušky s realizovaným kácacím robotem. Do té doby zůstává otázka možnosti realizace otevřená.

Někteří lesníci (S e r e d a, ústní sdělení) mají dokonce pochybnosti o ekologickém přínosu navrhovaných robotů. Buď se těží „na holo“ nebo výběrově. V prvním případě je šetření povrchu půdy bezpředmětné, neboť paseka musí být před novým zalesněním po uplynutí určité doby kultivována. V druhém případě, kdy automat těží podle výběrového programu, sloužila řada ponechaných stromů jako jeho opěra. Tyto stromy budou zatíženy v mezích své mechanické únosnosti. Povrch kůry bude citelně poškozen v místě sevření čelistí. Strom zatížený ohybovým momentem, vyvozeným uchyceným manipulátorem, bude mít poškozený kořenový systém, což se projeví přírůstovými ztrátami.

I přes uvedené předpokládané nedostatky se domníváme, že po malých úpravách bude možné tento výklad použít pro předvídaní účinků větrných kalamit apod.

## Literatura

- BEK, D.: Manipulátor na kácení stromů. [Diplomová práce.] Praha, 1988. – FSI ČVUT.  
DOUDA, V.: Ekologizace techniky v lesním hospodářství ČSSR. Lesnictví, 32, 1986, č. 1, s. 49 – 66.  
HALAJ, J.: Matematicko-štatistický prieskum hrúbkovej štruktúry slovenských porastov. Lesn. Čas. (Zvo-len), III, 1957, č. 1, s. 39 – 74.  
JURA, S.: Robotizace v lesnictví. In: Sbor. Aplikovaná robotika. Banská Bystrica, Dům techniky ČSVTS 1983.  
JURA, S. et al.: Možnosti využití mikroelektroniky a robotiky v lesním hospodářství. [Závěrečná zpráva.] Kostelec n. Č. lesy, ÚAEE 1984.  
JURA, S.: Technická a ekologické faktory mikroelektroniky a robotiky v lesním hospodářství. [Závěrečná zpráva.] Kostelec n. Č. lesy, ÚAEE 1989.  
PERELYGIN, L. M.: Náuka o dreve. Bratislava, Praha, SVTL, SNTL 1965.  
PFEFFER, A. a kol.: Ochrana lesů. Praha, SZN 1961.  
POLIŠČUK, A. P.: Valka lesa. Moskva, Izd. Lesnaja promyšlennost' 1972.  
PRIESOL, A.: Stromové rozestupy. Bratislava, Veda 1978.

Došlo 5. 4. 1989

JURA, S. (Institute of Applied Ecology, University of Agriculture, Kostelec nad Černými lesy): *Logging robots „walking“ on standing trees*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 219 – 228.

The feasibility study concerning the logging robots „walking“ on standing trees is based on an analysis of elasticity and strength and on an analysis of the requirements for the electronic system to control the machine. The strength considerations take into account the moments needed to uproot the standing trees and the bending moments needed to break the trees. From the viewpoint of these two moments, the contemplated logging robots are on the limit of feasibility. The electronic control system would have to consist of a digital computer (microcomputer) and would have to be equipped with a number of different sensors. This implies the danger of a high failure rate – too high with respect to the high price of the robot. The conclusion is that the feasibility of such robots is problematic.

feasibility study; walking logging robots; moments for uprooting; moments for breaking; minimum reach of manipulator; electronic control system; sensors

---

Adresa autora:

Ing. Stanislav Jura, CSc., Ústav aplikované ekologie a ekotechniky VŠZ Praha, 281 63 Kostelec nad Černými lesy

---

# TEPELNOTECHNICKÉ POSUDZOVANIE USTAJŇOVACÍCH OBJEKTOV Z HĽADISKA LETNÉHO OBDOBIA

J. Varga

---

VARGA, J. (Stavebná fakulta VŠT, Košice): *Teplnotechnické posudzovanie ustajňovacích objektov z hľadiska letného obdobia*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 229 – 234..

Práca je zameraná na problematiku teplnotechnického hodnotenia ustajňovacích objektov z hľadiska letného obdobia a ich praktického hodnotenia v prevádzkových podmienkach. Z dôraznená je nesprávnosť aplikovania v súčasnosti platných výpočtových postupov a kritérií pre hodnotenie ustajňovacích objektov.

teplná stabilita priestorov v letnom období; kritérium teplnotechnického hodnotenia miestností v letnom období; obalové konštrukcie; stavebné konštrukcie oddeľujúce vnútorný priestor od vonkajšieho prostredia

---

Poľnohospodárske objekty pre živočíšnu výrobu musia svojou konštrukciou, ale aj koncepčným riešením vytvárať optimálne prostredie pre ustajnenie hospodárskych zvierat čo najviac zodpovedajúce ich fyziologickým požiadavkám. Využívanie ľahkých stavebných látok do obalových konštrukcií veľkokapacitných ustajňovacích priestorov prináša nové problémy pri ochrane interiérov nielen pred poveternostnými vplyvmi, ale aj pred prehrievaním v letnom období. Teplota ustajňovacieho prostredia má význam predovšetkým ako faktor produkčný. Napríklad pri teplotách vzduchu nad 240C sa u ošipáných vo výkrme menia procesy výmeny tepla, znižuje sa odolnosť organizmu voči ochoreniam a tiež príjem krmiva a prírastky.

Vzhľadom na to, že pre zimné pomery je možné akútne problémy riešiť vykurovaním, naliehavou otázkou ostáva otázka ako riešiť ochranu interiérov pred letným prehrievaním vplyvom slnečného žiarenia, ktorému sú počas dňa najviac vystavené strešné plášte. Táto skutočnosť je zohľadnená v ČSN 73 0565 posúdením ustajňovacieho prostredia na tepelnú stabilitu v letnom období. Podľa tejto normy sa tepelná stabilita priestorov v letnom období posudzuje podľa podmienok uvedených v čl. 10 ČSN 73 0540, a to na základe najvyššieho vzostupu teploty vnútorného vzduchu

$$\Delta t_{i,max} = t_{i,max} - t_{i,min} \text{ [K]},$$

kde:  $t_{i,max}$  – najvyššia denná teplota vzduchu v °C,  
 $t_{i,min}$  – najnižšia denná teplota vzduchu v °C.

Ustajňovacie priestory sa pritom podľa normy ČSN 73 0565 považujú za vyhovujúce za podmienky

$$t_{i,max} \leq t_{i,max}^N$$

Požadované hodnoty  $t_{i,max}^N = 12,5 \text{ K}$  pre oblasť A a  $14,8 \text{ K}$  pre oblasť B sú odvodené z požiadaviek normy ON 4502, t.j. teplota vnútorného vzduchu v letnom období nemá byť vyššia o viac než 3°C ako teplota vonkajšieho vzduchu. Tieto hodnoty sú v druhom návrhu revidovanej ČSN 73 .... (1989) znížené na  $t_{i,max}^N = 9,5 \text{ K}$  pre oblasť A a  $t_{i,max}^N = 11,8 \text{ K}$  pre oblasť B.

Tento výpočet, robený ČSN 73 0549, resp. podľa revízie tejto normy, má určité nedostatky, ktoré spočívajú predovšetkým v špecifickosti ustajňovacích objektov. Vy-

počet nezohľadňuje ďalší zdroj tepla, ktorým je tepelný tok prúdiaci z povrchu tiel zvierat. Ďalším špecifikom je nutnosť intenzívneho vetrania týchto priestorov z dôvodov odvedenia nadmerného tepla, vlhkosti a škodlivých plynov produkovaných ustajnenými zvieratami a v neposlednom rade je to aj umiestnenie posudzovanej miestnosti priamo na zemine, čo vedie pri slabo izolovaných podlahách k odvodu tepla do pôdy.

## MATERIÁL A METÓDA

Z dôvodov overenia teoretického výpočtu v skutočných exploatačných podmienkach prevádzkového objektu boli v objekte výkrmne ošpaných farmy Hertník prevedené experimentálne meranie. Ide o súbor jednolodných objektov, bezokenných hál JUZO so sendvičovým obvodovým plášťom (betón – polystyrén – betón) a ľahkým podhl'adom (ezalit – polystyrén) ukladným na drevené nosníky. Každá hala je delená na štyri sekcie. V dvoch z nich boli umiestnené termohygrografy k sledovaniu parametrov vnútorného vzduchu. Súčasne boli sledované parametre vonkajšieho vzduchu termohygrografom umiestneným vonku v meteorologickej búde. Tieto parametre boli zaznamenávané a vyhodnocované po dobu 34 dní v lete, pričom v uvedenom období bola viac ako polovica dní s plným slnečným svitom. Vyhodnotenie bolo vykonané na základe metódy, ktorú uvádza Ř e h á n e k (1982).

Uvedený objekt bol tiež posúdený teoreticky na tepelnú stabilitu v letnom období podľa ČSN 73 0565, revízie tepelnotechnických noriem (ČSN ..., 1988; 1989), ďalej podľa smerníc (Typizační směrnice..., 1982) a podľa podkladov, ktoré uvádza Ř e r i n k (1984). Revízie tepelnotechnických noriem zjednodušuje výpočet najvyššieho vzostupu teploty v letnom období podľa vzťahu.

$$\Delta t_{i,max} = 24,5 \cdot [1 - \exp(-E_z \cdot \tau)] \text{ [K]}.$$

Podľa typizačných smerníc sa do výpočtu zahrňuje aj záporný tepelný tok podlahou do zeminy, a to pri výpočte  $\Delta t_{i,str}$ :

$$\Delta t_{i,str} = \frac{Q_{ok,str}}{S_{oe} \cdot k_0'} - \frac{Q_{podl}}{S_{oe} \cdot k_0'} \text{ [K]}.$$

V prípade, že vplyv tepelného toku podlahou je väčší než vplyv  $\Delta t_{i,str}$  spôsobený vplyvom prívitných konštrukcií, zahrňuje sa do výpočtu nulový vzostup.

Výpočet, ktorý uvádza Ř e r i n k (1984), zahrňuje vplyv výmeny vzduchu núteným vetraním a tepelné zisky miestnosti od predmetov produkujúcich teplo. V tomto prípade je teplo produkované ustajnenými zvieratami v závislosti od ich hmotnosti:

$$\Delta t_{i,str} = \frac{Q_{ok,str} + Q_{pr}}{S_{oe} \cdot k_0' + V'' \cdot c_{v,ob}} \text{ [K]}.$$

kde:  $Q_{pr}$  – teplo produkované ustajnenými zvieratami [W],  
 $V''$  – objem vetraného vzduchu [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ].

V priebehu najteplejších dní boli tiež sledované povrchové teploty obalových konštrukcií a teploty vzduchu v sekcii a v strešnom priestore v závislosti na vonkajšej teplote a relatívnej vlhkosti vzduchu (podľa schémy uveden na obr. 3) dvoma prístrojmi Zepakord a účinnosť vetracieho zariadenia meraním rýchlosti prúdenia vzduchu v ustajňovacom priestore a vonku.

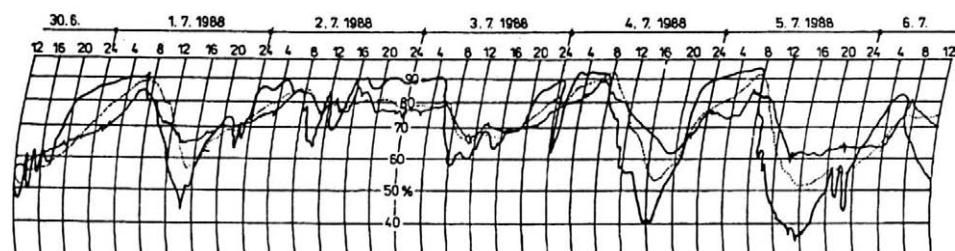
## VÝSLEDKY

Výsledky výpočtov ako aj experimentálnych meraní sú uvedené v tab. I. Z uvedených údajov vyplýva, že posúdenie ustajňovacieho priestoru z hľadiska letného obdobia podľa smerníc (Typizační směrnice..., 1982) a podľa ČSN 73 0565 (1979) je nepresné a existujú veľké rozdiely medzi vypočítanými hodnotami a skutočnosťou. Vplyv tepelného toku z povrchu tiel zvierat na tepelnú bilanciú ustajňovacieho priestoru je zrejmý aj z priebehu teploty na obr. 1. Pri rovnakých podmienkach vetrania bola počas celého obdobia teplota prostredia a ustajnenými zvieratami o 0,5 až 4,0 °C vyššia než v sekcii neobsadenej zvieratami. Z priebehu priemerných denných teplôt na obr. 2 vyplýva, že počas celého obdobia boli priemerné teploty vyššie u vyššej hmotnostnej kategórie, pričom trvalo vyššie ako priemerná vonkajšia teplota (o 3 až 15 °C).

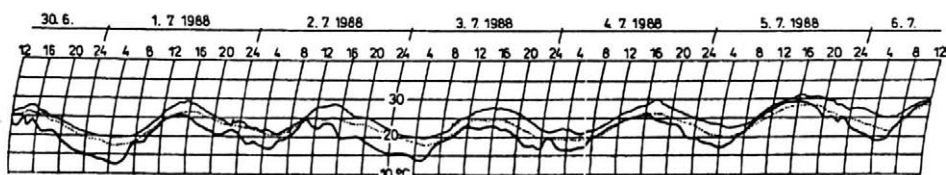
Napriek tomu, že podľa teoretického výpočtu, ako aj meraní v prevádzkových podmienkach počas 34 letných dní, objekt JUZO vyhovuje z hľadiska normou požadovaného maximálneho vzostupu teploty v ustajňovacom priestore, avšak nemožno ho tak klasifikovať z hľadiska snahy o zabezpečenie maximálnej úžitkovosti pri zaistení optimálneho prostredia, čo najviac zodpovedajúceho fyziologickým požiadavkám zvierat. Priemerné denné teploty boli v sekcii 1 o 13 až 18 °C a v sekcii 2 6 až 13 °C vyššie ako optimálna teplota, pritom trvalo vyššie ako vonkajšia teplota. Najvyššie denné teploty

1. Porovnanie teoreticky vypočítaných a nameraných hodnôt najvyššieho denného vzostupu teploty  $\Delta t_{i,max}$  s normovými požiadavkami  $\Delta t_{i,max}^N$  ( $\Delta t_{i,max} \leq \Delta t_{i,max}^N$ ) – Comparison of the theoretically calculated and measured values of the highest daily rise in temperatures  $\Delta t_{i,max}$  with the standard requirements of  $\Delta t_{i,max}^N$  ( $\Delta t_{i,max} \leq \Delta t_{i,max}^N$ )

| Miestnosť | Teoretické posúdenie |               |               |               | Experimentálne meranie [K] | Normová hodnota |               |
|-----------|----------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|---------------|
|           | podľa (4) [K]        | podľa (1) [K] | podľa (2) [K] | podľa (5) [K] |                            | podľa (4) [K]   | podľa (5) [K] |
| Sekcia 1  | 2,9                  | 3,5           | 11,6          | 3,3           | 10,6                       | 14,8            | 11,8          |
| Sekcia 2  | 2,4                  | 2,9           | 11,2          | 3,2           | 11,1                       | 14,8            | 11,8          |



Priebeh relatívnej vlhkosti vzduchu v %



Priebeh teploty vzduchu v °C

— parametre vonkajšieho vzduchu merané v meteorologickej budke  
 — parametre vnútorného vzduchu merané v sekcii obsadenej 242 kusmi ošipovaných hmotností 105 - 120 kg  
 - - - parametre vnútorného vzduchu merané v sekcii neobsadenej zvieratami

1. Porovnanie priebehu teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu v sekcii obsadenej a neobsadenej zvieratami v závislosti na vonkajšej teplote a relatívnej vlhkosti vzduchu – Comparison of the temperatures and relative air humidity in the stocked and empty sections in dependence on the outdoor temperature and relative humidity

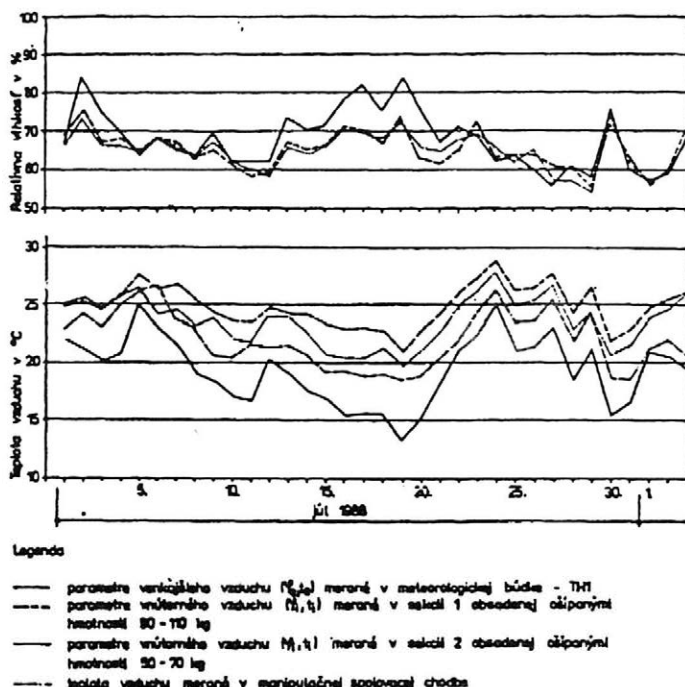
dosiahli 33,5 °C v sekcii 1 a 32,9 °C v sekcii 2. Vetracie zariadenie neumožňovalo ani pri maximálnom výkone pohyb vzduchu v zóne zvierat vyšší než 0,3 m.s<sup>-1</sup>, čo nepostačuje na požadované ochladzovanie zvierat v letnom období.

Nepriaznivý vplyv na celkový tepelný pohodu ustajňovacieho prostredia mal pri podtlakovom vetraní vzduch nasávaný cez škáry v styku podlahových dosák a drevených nosníkov zo strešného priestoru, kde v denných špičkách dosahovali teploty až 42 °C. (obr. 3). Podobne sa prehrieval vzduch nasávaný z nadstrešného privádzača vzduchu cez plechové potrubie. Pri vstupe bola nameraná teplota 30 °C pri  $t_i = 27,1$  °C a  $t_e = 25,6$  °C. Priebeh povrchových teplôt obalových konštrukcií a vonkajšej a vnútornej teploty je znázornený na obr. 3.

## DISKUSIA

Z konfrontácie meraní a výpočtov pri posúdení ustajňovacieho prostredia z hľadiska obdobia vyplýva nepresnosť pri posúdení podľa smerníc (Typizační směrnice..., 1982), a podľa ČSN 73 0565 (1979), ktoré nezodpovedajú skutočným podmienkam veľkokapacitných ustajňovacích objektov. Tento výpočet v podstate vychádza zo staci-

2. Priemerné teploty a relatívne vlhkosti vzduchu v sekcii 1 a 2 farmy ošípaných a vonku v priebehu 34 dní v letnom období – Average temperatures and relative humidities in sections 1 and 2 of a pig farm and outdoors during 31 days in the summer season



onárneho stavu a nestacionárny stav značne zjednodušuje. Nezohľadňuje tieto podstatné vplyvy:

- tepelný tok prúdiaci z tiel zvierat (30 až 120 kg ošípané predstavujú tepelný zdroj o výkone 38 až 79 W.m<sup>-3</sup> pri  $t_i = 25^\circ\text{C}$ ),
- odvod tepla podlahou (ak uvažujeme teplotu zeminy pod podlahou 5 až 10°C, nastáva teplotný spád 15 až 20 K pri  $t_i = 25^\circ\text{C}$ , resp. kontaktom tepla zvierat'a s podlahou dochádza k priamemu odvodu tepla),
- intenzívne vetranie, ktoré predstavuje u 30 až 120 kg ošípaných  $V_{oj} = 76$  až 110 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.100 kg<sup>-1</sup>.

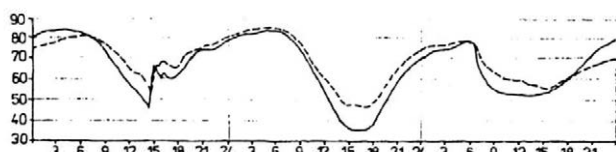
Ustajňovací priestor sa v letnom období prehrieva, čo možno vyjadriť vzťahom

$$dQ(\tau) > 0.$$

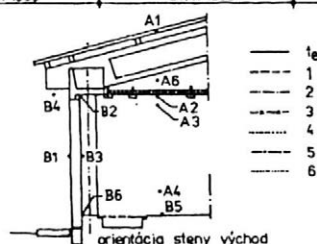
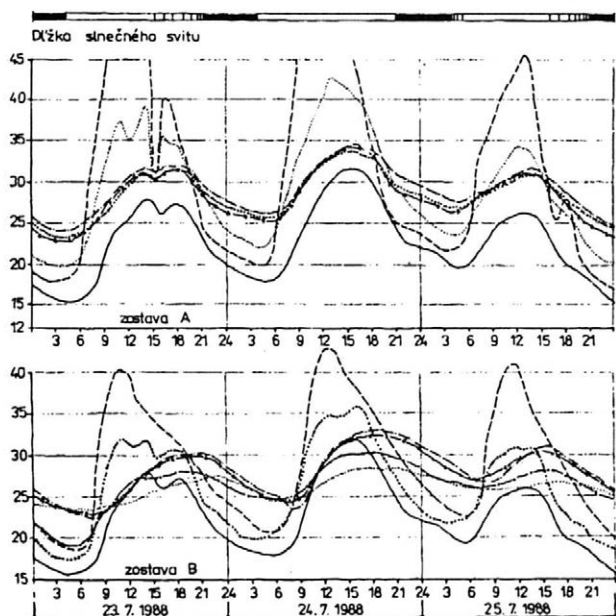
To znamená, že rozdiel tepelných ziskov a tepelných strát má kladnú hodnotu. Celkovú záťaž ustajňovacieho priestoru možno potom písať v tvare

$$Q_{c\tau} = Q_{i\tau} + Q_{e\tau} - Q_{a\tau} - Q_{v\tau} \text{ [W]},$$

- kde:
- $Q_{i\tau}$  – tepelná záťaž od vnútorných zdrojov tepla, tj. tepelný tok prúdiaci z povrchu tiel zvierat, príp. technológia apod. [W]
  - $Q_{e\tau}$  – tepelné zisky z vonkajšieho prostredia, tj. tepelné zisky oknami a tepelné zisky nepriehľadnými vonkajšími konštrukciami [W]
  - $Q_{a\tau}$  – teplo akumulované vnútornými konštrukciami, resp. odvedené podlahou [W]
  - $Q_{v\tau}$  – teplo odvedené z ustajňovacieho priestoru vetraním (ak  $t_i < t_e$ , má  $Q_{v\tau}$  zápornú hodnotu) [W]



3. Diagram priebehu povrchových teplôt a ďalej teplôt a relatívnych vlhkostí vnútorného a vonkajšieho vzduchu – Diagramme of the surface temperatures and the indoor and outdoor temperatures and humidities



Pri vysokej koncentrácii zvierat v ustajňovacom objekte a intenzívnom vetraní v letnom období môžeme pri aplikácii ľahkých obalových konštrukcií dosiahnuť najpriaznivejší prípad, že vnútorná teplota sa bude približne rovnať teplote vonkajšieho vzduchu. To znamená, že samotná obalová konštrukcia a vetracie zariadenie nie sú v konečnom dôsledku schopné zabezpečiť požadovanú vnútornú klímu z hľadiska zabezpečenia optimálnych teplôt vnútorného vzduchu (výkrm – I. etapa 16 až 22 °C, II. etapa 14 až 20 °C, III. etapa 10 až 16 °C), hlavne ak pristupujú ďalšie nepriaznivé faktory, ako je nezosúladenie vetracieho zariadenia a obalovej konštrukcie alebo neodborné zhotovenie konštrukčných detailov obalovej konštrukcie.

Konfrontáciou meraní a požadaviek na rýchlosť prúdenia vzduchu zisťujeme, že existujúce vetranie v letnom období, keď sa vnútorné teploty vzduchu pohybujú nad optimálnymi hodnotami, je nevyhovujúce. Nezabezpečuje totiž v zóne zvierat dostatočný pohyb vzduchu, ktorý by umožňoval odvod produkovaného tepla a vytváral ochladzovací účinok.

Zníženie tepelnej záťaže ustajňovacích objektov je však možné zabezpečiť umelým spôsobom, a to zvýšením prúdením vzduchu v zóne zvierat; doporučené je pretlakové vetranie s rozvodom vzduchu priamo do zóny zvierat a taktiež ochladzovanie obalových konštrukcií studenou vodou, príp. energeticky nenáročné chladenie privádzaného vzduchu umožňuje znížiť účinky slnečného žiarenia v popoludňajších hodinách.

## ZÁVER

Z celkovej analýzy uvedenej problematiky vyplýva, že posúdenie ustajňovacích objektov z hľadiska letného obdobia podľa v súčasnosti platných a navrhovaných noriem nezodpovedá skutočným podmienkam, v akých sa tieto objekty nachádzajú.

V súčasnosti existujú niektoré práce zaoberajúce sa systémovým hodnotením ustajňovacích objektov. Sú však zamerané na hodnotenie ustajňovacích objektov v prevádzkových objektoch (Výskumná úloha 745 01, 1986), resp. hodnotenie je spracované pomocou grafov pre teploty od 0 do  $-20^{\circ}\text{C}$ , to znamená pre zimné obdobie (Šlajs, 1984).

V budúcnosti bude potrebné zaoberať sa problematikou tepelnotechnického posúdenia ustajňovacích objektov v komplexe pôsobiacich činiteľov a vytvoriť dostatočne presný matematický model, ktorým by bolo možné predvídať chovanie sa objektu aj v tepelných špičkách letných dní.

## Literatura

- HERINK, M.: Podklady pro navrhování a posuzování průmyslových staveb. Díl 1. Stavební technika. Praha VÚPS 1984.  
ŘEHÁNEK, J.: Tepelně technické normy. Praha, ÚNM 1982.  
ŠLAJS, Z.: Funkce stavby pro živočišnou výrobu. Praha, 1984.  
ČSN 73 0565. Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí a budov. Stájové objekty. Praha, ÚNM 1979.  
ON 73 4502. Projektování větracích a vytápěcích zařízení ve stájových objektech. Praha, ÚNM 1989.  
Typizační směrnice TSm-V-014-AGP. Navrhování stájových objektů a konstrukcí z hlediska stavební tepelné techniky. Praha, Agropojekt 1982.  
Výzkumná úloha 745 01. Kritéria hodnocení stájí. Podklady pro typizační směrnici „Stanovení a posuzování vnitřního prostředí staveb živočišné výroby za nestacionárních podmínek“.  
Část: Parametry uživatelských požadavků a jejich kritériální hodnocení. Praha, VŠZ 1986.

Došlo dňa 7. 3. 1989

VARGA, J. (Building Faculty of the Technical University, Košice): *Thermal characteristics of livestock housing premises in the summer season*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (4): 229 – 234..

The summer thermal characteristics of housing premises are evaluated as part of the practical evaluation of the buildings in operation. It is emphasized that it is wrong to use the currently recommended criteria and calculations for evaluation of the housing premises.

Thermal stability inside the buildings in summer; criterion of thermal evaluation of the halls in summer; pack-on structures; structures separating the indoor and outdoor environments

---

Adresa autora:

Ing. Jaroslav V a r g a, Vysoká škola technická, Stavební fakulta, 040 01 Košice

---

## SPOLEČNÝ VÝVOJ A MĚŘENÍ KONDUKTIVITY MLÉKA V LIPSKU A PRAZE

Výsledky společných měření od roku 1985 jsou průběžně zpracovávány a publikovány v řadě společných prací v obou státech (Janál, 1986; Wehowsky et al., 1988).

V rámci této spolupráce prováděli pracovníci KMu v Lipsku měření československým přenosným přístrojem AIV 023 firmy VDI Obzor s odpovídajícími uhlíkovými čtyřelektrodoými sondami zabudovanými do umělé hmoty stejné provenience. Pro měření mléka z jednotlivých čtvrtí vemene používají odběrové palety stejné firmy se zabudovanými senzory. Jak přístroje, tak senzory i odběrové palety byly navrženy a patentovány pracovníky katedry fyziky VŠZ v Praze. Na universitě v Lipsku prováděli jejich cejchování a ověřování v podmínkách velkochovu z pohledu funkční činnosti i provozní spolehlivosti v agresivním prostředí farem (Janál et al., 1988). Jejich připomínky a rady byly zahrnuty do výrobních změn i do konstrukcí dalších vývojových typů u nás i do vývoje automatizačních prvků a diagnostických systémů v obou státech.

Činnost našich zařízení a naměřené výsledky byly v Lipsku srovnávány s odporovými můstky a konduktometry zahraniční provenience (anglických, maďarských a dánských firem) včetně senzorů a elektrod. V ČSFR pak byly srovnávány s anglickými a maďarskými můstky a konduktometry. O výsledcích a práci našeho zařízení v Lipsku referovali Graupner et al. (1987).

### Výběr reprezentativních vzorků mléka před dojením

V řadě prací je diskutována otázka časového harmonogramu odběru mléka do odběrových palet z jednotlivých čtvrtí vemene před dojením, tj. otázka mytí a hygieny, odstříknutí prvních stříků mléka apod. (např. Janál, 1986, 1987; Janál et al., 1988). Otázkou zůstává reprezentativní vzorek mléka, dále mléko alveolární a mléko cisternové (Mielke et al., 1974). Při sledování mléka na začátku dojení vytéká nejprve mléko cisternové ze struků, pak se žlázy a po určité době mléko alveolární. Naše měření prokázalo, že není správné odebírat mléko z jednotlivých čtvrtí nejprve do palet pro NK-testy, potom do zkumavek pro stanovení buněčných elementů a nakonec odebrat vzorky mléka pro určení konduktivity. Prokázali jsme nesrovnatelnost složení těchto vzorků, a tedy i získaných výsledků měření (Janál, 1989). Odtud plyne závěr časového omezení doby odběru i masáže vemene nebo jeho přípravy před dojením. Ve svých měřeních jsme odebírali větší obsah mléka z jednotlivých čtvrtí ihned po odstříknutí prvních stříků do 20 až 30 sekund po masáži vemene a tento obsah jsme pak po důkladném promíchání rozdělili pro všechny testy, čímž byly vzorky mléka vzájemně srovnatelné a výsledky nejen reprezentativní, ale i reprodukovatelné. Měření současně dokumentovalo, že změny v mléku vyvolané subklinickou mastitidou se projeví převážně v mléku cisternovém a velmi málo v mléku alveolárním. Otázkou změn při normálním procesu reflexu mléčné ejekce se zabývali na německých farmách v závislosti na období před porodem a po něm Mielke et al. (1974) a před reflexem mléčné ejekce a po něm Graupner et al. (1989).

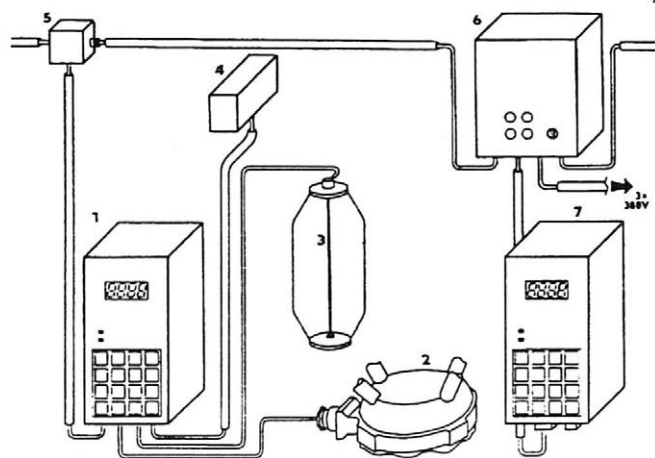
### Výběr reprezentativních hodnot v průběhu dojení

Vedle otázky algoritmu odběru reprezentativního vzorku mléka před dojením se řešil i problém vhodného algoritmu výběru odpovídajícího vzorku z jednotlivých čtvrtí v průběhu celého dojení, což je důležité při sledování mléka v průběhu dojení (někdy i deset minut) a odpovídajících změn, např. nádoje, teploty, konduktivity mléka z každé čtvrtě vemene a jejich zpracování počítačem s ohledem na diagnostiku i zpětné řízení, krmení, inseminační cyklus apod. S tím souvisí otázka výběru hodnot přenášených na počítač a jejich zpracování, neboť jde o desetitisíce hodnot jen jediného sledovaného parametru u jedné čtvrtě vemene.

Vývoj ve SRN stejně jako u nás směřuje proto k modernímu způsobu chovu řízeného počítačem, tj. transpodér s identifikací čísla dojnice, krmené boxy perspektivně ve volném ustájení, nikoliv v dojárně, celkový nádoj, faremní počítač s tiskárnou, disketou nebo linkou do počítačového centra ard. (Feddersen, 1990). Pro průměrnou roční dojnost 5500 l ve SRN, stejně jako ve vybraných farmách v okolí Lipska a v ČR je nutné uvažovat o novém průchodnějšímu typu kolektoru, popř. i o možnosti odběru vzorků mléka ze čtvrtí, sledování teploty nebo konduktivity samostatně z každé čtvrtě nebo i možné selekci tzv. netypického mléka.

Pracovníci univerzity v Lipsku uvažovali u velkochovů s cca 2000 dojnicemi a dojárnami typu Impulsa M-500 se 40 boxy o možnosti využití konduktivity pro průběžné sledování mléka z jednotlivých čtvrtí. Experimenty probíhaly na farmě ZBE Milchproduktion v Gundorfu s dojením v karuslové dojárně. Průchodnost cca 200 dojnic za hodinu umožňovala podojení stáda přibližně za 10 až 11 hodin ráno i večer, tzn. téměř s nepřetržitým provozem. Pro pravidelné pokusy byly vybírány podskupiny dojnic, které byly v rybné dojárně stimulovány tak, aby pokusy probíhaly jako za jinak stejných podmínek v tandémové dojárně – boxu pro dvě dojnice. V našem případě byl vybrán podsoubor 22 dojnic a sledován po dobu 14 dnů dvakrát denně s 12 hodinami volna mezi dojeními.

Mléko procházelo zvlášť upraveným dojícím zařízením tak, že protékalo samostatně z každé čtvrtě upraveným kolektorem do odměrných válců pro stanovení celkového nádoje z každé čtvrtě. Pomocí dvou uhlíkových elektrod a termočidel byla měřena jak konduktivita, tak teplota mléka každé čtvrtě po celé dojení. Naměřená konduktivita byla teplotně kompenzována na teplotu 25 °C pomocí tranzistorových čidel vlastní výroby v miniaturním provedení s nízkou časovou setrvačností do tří sekund a s přesností stanovení teploty do 0,2 °C.



1. Schématické rozložení diagnostického systému v dojárně; 1-měřicí jednotka, 2-vložka do rozdělovače, 3-snímač hladiny, 4-přijímač, 5-rozvodná krabice, 6-centrální zdroj, 7-štěpač dat

Naměřené hodnoty se zpracovávají na počítačích Atari a Robotron a zapisovaly na diskety v časových intervalech po 1,5 sekundě se současným zobrazením jak teploty, tak konduktivity (při teplotě 25 °C samostatně pro každou čtvrt na obrazovce. Záznam na disketě umožňuje zatím pracovníkům lipské univerzity diskutovat a zpracovávat naměřené hodnoty i se značným zpožděním. Toto uspořádání nepředpokládá přímé nasazení do provozu prvovýroby mléka z důvodu zvláštního uspořádání odběrů informací a samostatného zpracování. Zatím se neřešila zpětná vazba, tj. opatření k odstranění negativních vlivů, nedodržení technologického postupu nebo péče o dojnici při průchodu 200 dojnic dojárnou za jednu hodinu, selekci mléka nebo potřebných zdravotních zákroků.

Další měření byla prováděna na LPG T Störnthäl (MVA Wachaw bei Liebertwolkwitz) s ustájením 1730 dojnic a upravenou karuselovou dojárnou M-500 se 40 stánkami a obsluhou pěti pracovníky po 11 hodinách při dopoledním a obdobně při večerním dojení. V dojárně pracovala spolehlivě tzv. malá mechanizace a automatizace – na displeji se zobrazoval celkový nádoj, probíhala masáž vemene, automatické dodojování, snímání strukových násadec i jejich ponoření do desinfekčního roztoku (automaticky po 2,5 minutách s vyjmutím a odkapáním aj.). Při odchodu z karuselu byla každá dojnice automaticky identifikována pomocí transpondéru, automaticky byl zaznamenán celkový nádoj a současně byla každá dojnice v chůzi odvážena. Ostatní informace a výsledky dalších testů se vkládají do počítače dodatečně manuálně pomocí klávesnice.

Obdobná měření, prováděná pracovníky katedry fyziky VŠZ na farmách, se soustřeďují na dojírny s perspektivou nasazení diagnostického systému přímo do provozu (Janál et al., 1991). Naše současná pokusy probíhají v dojárně DZKD – 15, kde celá naše měřicí jednotka (klávesnice, vyhodnocovač, štěpač dat s mikropočítačem a displejem včetně uložení do paměti) je zavěšena na otočném rámu karuselu dojírny. Naše provedení počítá s identifikací, celkovým nádojem, teplotou i konduktivitou kompenzovanou na teplotu 20 °C (obr. 1), a to z každé čtvrti vemene samostatně po dobu celého dojení (obr. 2 až 4) a se zpracováním v měřicí jednotce v boxu dojírny s uložením hodnot ve štěpači dat (Janál et al., 1988, 1991). Laboratorní provedení bylo předvedeno 26. 1. 1988 na celostátním školení ČS VTS VŠZ v Praze (obr. 5).

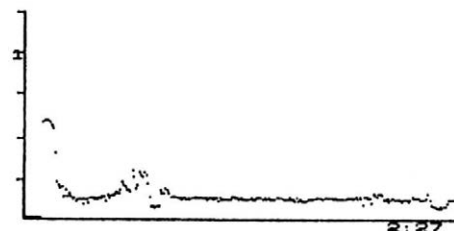
Otevřenou otázkou zůstává zpracování velkého počtu dat získaných během dojení ve VKK. Uvažujeme-li farmu jen o 500 dojnicích a od každé čtvrti záznam teploty i konduktivity každou vteřinu po dobu dojení cca 8 min., pak to znamená asi 2 mil. hodnot ráno i večer v průběhu jednoho dne. Pracovníci univerzity v Lipsku vyhotovují dosud osm křivek od 22 dojnic v průběhu každého dojení a z diskety dodatečně vyhodnocují maximum konduktivity každé čtvrti a jejich rozdíly jedné až tří čtvrtí proti nejnižší hodnotě. Dále pracují jen s těmito sedmi hodnotami u každé ze 22 sledovaných dojnic dvakrát denně.

Náš algoritmus odběrů vzorků a jejich zpracování jak v malém programu štěpače dat, tak ve velkém programu farmárního počítače jsme upravili s ohledem na diskutovanou problematiku přípravy k vlastnímu dojení, způsob zoohygienické péče, suchou nebo mokrou hygienu vemene, odstříky prvních stříků, rozdíl mezi cisternovým a alveolárním mlékem a na další vlivy a také na základě rozdílných průběhů konduktivity po dobu dojení (Janál et al., 1988). Z důvodu vlivu různé přípravy vemene na našich farmách bereme v úvahu čtyři maxima konduktivity při zahájení dojení do 10 sekund, čtyři maxima z průběhu dalších minut a čtyři maxima na konci dojení před poklesem nádoje, a to samostatně u každé dojnice a čtvrtě ve vlastních časových intervalech. Vedle absolutních hodnot konduktivity kompenzovaných na teplotu 20 °C se zpracovávají relativní konduktivity mezi jednotlivými čtvrtmi a po přenosu do centrálního počítače se měření smaže a štěpač dat je připraven pro další dojení a měření.

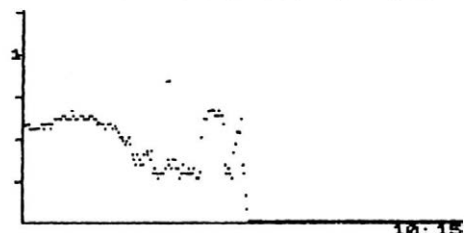
Náš diagnostický systém umožňuje třístupňovou kontrolu na různé profesní i časové úrovni:

1. Obsluha již během deseti sekund vidí na displeji měřicí jednotky v každém boxu hodnoty konduktivity každé čtvrtě ve dvouteřinových intervalech a může okamžitě hodnoty zobrazené na displeji porovnat se skutečným stavem i s průměrem farmy. Při odchodu k další dojnici odešle záznam do štěpače dat.

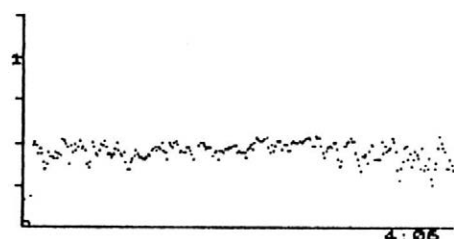
Uz. per.=0.6  
Ident. cis.=47612 DIS/PR NR.:1  
Ctvrť:2



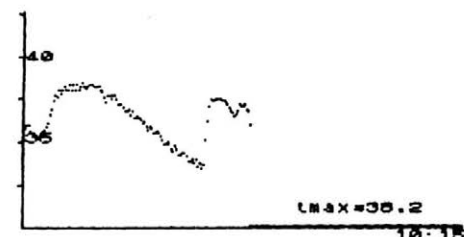
Uz. per.=2.5  
Ident. cis.=38567 DIS/PR NR.:6  
Ctvrť:1



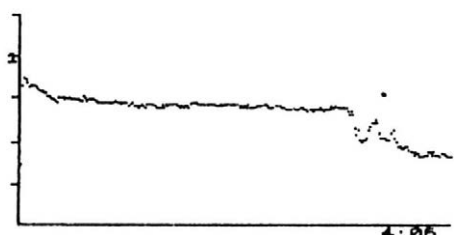
Uz. per.=1  
Ident. cis.=5641 DIS/PR NR.:2  
Ctvrť:1



Uz. per.=2.5  
Tepl.:  
Ident. cis.=38567 DIS/PR NR.:6  
Ctvrť:1



Uz. per.=1  
Ident. cis.=91199 DIS/PR NR.:4  
Ctvrť:2



3. (↑) Kolísání konduktivity a teploty po dobu dojení

2. (←) Tři průběhy konduktivity mléka po dobu dojení: nahoře pokles na začátku dojení, uprostřed kolísání kolem hodnoty  $0,45 \text{ S.m}^{-1}$ , dole pokles v průběhu dojení a hodnoty enormně vysoké kolem  $0,75 \text{ S.m}^{-1}$

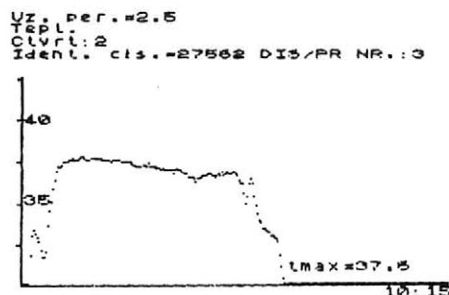
- Po ukončení každého dojení zootechnik nebo vedoucí směny vyhodnotí podle malého programu stádo jako celek, může provést kontrolu každé dojnice na stání ručním přenosným konduktometrem podle výběru střadače dat apod. Před dalším dojením odešle záznam do centrálního počítače a tím vymaže data ve střadači a uvolní ho pro další měření. Celkem může zpracovat hodnoty od 500 dojnic, tedy 2000 čtvrtí vemene.
- V centrálním počítači se k číslu dojnice zapisují jen vybrané hodnoty v průběhu celého roku. Slouží jako „kalendář krav“, do kterého se manuálem vkládají výsledky dalších testů a vyšetření. Zpětné informace poslouží veterinářům, inseminátorům, ekonomům, odborníkům na výživu a dalším pracovníkům celé řídicí sféry.

V protikladu k názorům veterinárních pracovníků z lipské univerzity se snažíme o realizaci v prvovýrobě vlastní výrobou celého zařízení včetně skutečnosti, že u nás nelze zakoupit hotový identifikační systém, průtokoměry, hotový rozdělovač pro dojivost kolem 6000 litrů mléka ročně, pro teplotní kompenzaci a další. Naše panelové provedení umožní vstup do kterékoliv dojírny nebo jiného automatizovaného systému jako vhodný doplněk stávajícího počítačového zpracování jiných parametrů.

Některé otázky teoretického charakteru se řeší v současné době ve spolupráci s pracovníky univerzity v Lipsku i AR v Krakově. Plánuje se rozšíření této spolupráce podle zájmu zahraničních partnerů. Pracovníci

4. (↓) Průběh teploty po celou dobu dojení s charakteristickým ohřevem na počátku dojení

5. (→) Ukázka laboratorního měření



v Lipsku projeví zájem o některé naše nově vyráběné přístroje, např. ElPo z Považské Bystrice, které jsou ochotni testovat na svých farmách před rozšířením v SRN.

Současně se pro malé farmy a soukromá hospodářství u nás i v zahraničí, stejně jako pro malé zpracovatelské podniky rozšiřuje síť malých konduktometrů s teplotní kompenzací, displejem a s možností zabudování senzorů do potrubí s průtokovou kontrolou, popř. s napojením na počítač. Některé firmy u nás rozšířily sortiment o indikátor (např. VVJ Michalovce), o digitální konduktometru jedná ElPo a další dokumentace, připravená pracovníky VŠZ v Praze, je k dispozici.

## ZÁVĚR

Předložená společná práce posuzuje sledování mléka od nárazového k systematickému, od odebraných vzorků k průběžnému snímání parametrů již v průběhu dojení, od mléka směsného k mléku jednotlivých čtvrtí vemene a od měření laboratorního k měření v dojárnách objektivně bez subjektivního vlivu obsluhy.

Různé úpravy senzorů a zařízení pro sledování a měření konduktivity i teploty vyžadují zpracovatelský a vyhodnocovací program pro řídicí centrální přístroj i faremní počítač včetně vstupního manuálu umožňujícího okamžitý zásah nebo další informaci s odpovídajícím zákrokem.

Tato práce vystihuje spolupráci lipské univerzity a VŠZ v Praze na tomto úkolu a zahrnuje dosažené výsledky a perspektivy na obou pracovištích.

## Literatura

- FEDDERSEN, E.: Milchleistungsprüfung, AID (Angebot und Informationsdienst). Bonn, 1990. 24 s.  
GRAUPNER, M. – WEHÖWSKY, G. – OEHMÉ, R. – SCHULZE, H.: Labor- und Praxiserprobung des tragbaren Milchleitfähigkeitsmessgerätes TYP AIV 023. Sbor. Ref. VŠZ Praha, 1987, s. 4 – 11.  
GRAUPNER, M. – WEHÖWSKY, G. – RUDOWSKY, J. – HORN, G.: Über den Einfluss von Alveolarmilchejektion auf die elektrische Leitfähigkeit der Viertelanfängsmilch bei gesunden und an Mastitis erkrankten Eutervierteln von Kühen. *Mh. Veter. – Med. (Jena)* 44, 1989, s. 783 – 787.  
JANÁL, R.: Využití konduktivity mléka ke kontrole zdraví vemene v NDR a ČSSR. Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. mechaniz. VŠZ Praha, 1986, s. 45 – 55.  
JANÁL, R.: Měření konduktivity mléka a její využití v praxi. [Monografie.] Praha, VŠZ 1986. 160 s.  
JANÁL, R.: Využití konduktivity mléka. Sbor. Ref. ČSVTS VŠZ Praha, 1987. 119 s.  
JANÁL, R.: Výběr reprezentativního vzorku mléka z jednotlivých čtvrtí vemene. *Živoč. Vyr.*, 35, 1990, č. 2, s. 113 – 120.  
JANÁL, R. – HÉVR, M.: Elektronika při sledování konduktivity v dojárně. *Zeměd. Techn.*, 35, 1989, č. 8, s. 493 – 499.

- JANÁL, R. – HÉVR, M.: Diagnostický systém hodnocení mléka a dojnice. Sbor. Vys. Šk. zeměd. Praha, Fak. mechaniz. 1989, s. 141 – 155.
- JANÁL, R. – LOUDA, J. – ŠVASTA, J.: Využití konduktivity ve výrobě a zpracování mléka – metodika práce s konduktometri. Praha, ÚVTIZ 1988.
- JANÁL, R. – ŠVASTA, J. – HURTA, V.: Využití výpočetní techniky v diagnostice mléka a dojnice. Sbor. Vys. Šk. zeměd. Fak. ekon., Praha 1988, s. 192 – 201.
- JANÁL, R. – WEHowsKY, G. – GRAUPNER, M. – RUDOWSKY, J. – SCHULZE, H. – BEUCHE, W.: Vliv alveolárního mléka na konduktivitu čtvrti zdravých a nemocných dojnic. Živoč. Výr., 36, 1991, č. 4, v tisku.
- MIELKE – SCHULZE, J. – TRÖGER, F. – WEHowsKY, G.: Erfahrungen und Ergebnisse der interdisziplinären Forschung am Beispiel der Laktationsphysiologie, maschinellen Milchgewinnung und Eutergesundheit in industriemässigen Milchproduktionsanlagen. Wiss. Z. Leipzig, Math. – naturwiss. R. 23, 1974, č. 3, s. 295 – 316.
- WEHowsKY, G. – JANÁL, R. – GRAUPNER, M. – OEHME, R. – SCHULZE, H.: Labor und Praxiserprobung eines transportablen Gerätes zur Messung der Milchleitfähigkeit am Stahl oder Melkplatz. Mh. Veter. – Med. (Jena), 43, 1988, s. 546 – 548.

Prof. Rudolf Janál, DrSc., Ing. Michal Hévr, Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbát  
 MVDr. Walter Beuche, MVDr. Matthias Graupner,  
 MVDr. Hans Jochen Rudowsky, MVDr. Horst Schulze,  
 MVDr. Gerhard Wehowsky, Karl Marx Universität, Lipsko,  
 SRN

## INFORMACE Z ÚSTŘEDNÍ ZEMĚDĚLSKÉ A LESNICKÉ KNIHOVNY ÚVTIZ

Ústřední zemědělská a lesnická knihovna (ÚZLK) v Praze zaujímá významné místo v naší informační soustavě. Knihovna byla založena v roce 1926 a v roce 1927 byla zpřístupněna veřejnosti.

Velikosti knihovního fondu patří ÚZLK mezi největší zemědělské knihovny na světě. Knihovna má více než 1 mil. svazků, ročně přibývá do jejích fondů asi 13 až 15 tis. publikací. ÚZLK průběžně odebírá 1300 až 1500 titulů odborných časopisů.

Významným zdrojem literatury je mezinárodní výměna publikací. Knihovna si vyměňuje literaturu s 1200 partnery ze 60 zemí a získává firemní literaturu od 1600 firem.

K informacím o knihách a časopisech, které jsou ve fondech ÚZLK, je návštěvníkům knihovny k dispozici rozsáhlý systém čtenářských katalogů a kartoték. Informování mimopražských uživatelů průběžně zajišťují tyto bibliografické publikace:

**Výběr z nových přírůstků zahraniční zemědělské literatury ve fondu ÚZLK ÚVTIZ** vychází šestkrát ročně; každý záznam je opatřen předmětovými hesly a signaturou; v úvodu každého čísla je uveden přehled plánovaných vědeckotechnických akcí v ČSFR a v zahraničí; je určen především pro meziknihovní výpůjční službu; celoroční předplatné 60,- Kčs, cena jednotlivých čísel 10,- Kčs.

**Zemědělská literatura** je typový přehled odborné zemědělské literatury z československé produkce, která je vhodná pro zemědělské výrobní podniky; vychází jednou ročně; záznamy jsou doplněny podrobnou charakteristikou a signaturou ÚZLK, v závěrečné části je vždy uveden výtah z plánu ediční činnosti čs. nakladatelství na následující rok; cena 12,- Kčs.

**Seznam časopisů z devizových oblastí objednaných ÚZLK** vychází jednou ročně; slouží především k objednávkám služeb typu Current Contents a následných xerokopírovacích služeb; cena 25,- Kčs.

**Seznam časopisů z ČSFR a ostatních zemí RVHP** vychází jednou za dva roky; cena 15,- Kčs.

**Bulletin Čs. výboru pro spolupráci s FAO** vychází čtyřikrát ročně; přináší originální informace z oblasti činnosti FAO a vyčerpávající informace o nových přírůstcích knižní a časopisecké literatury FAO do ÚZLK; celoroční předplatné 60,- Kčs.

**Přehled rešerší a tematických bibliografií z oboru zemědělství, lesnictví a veterinární medicíny** vychází čtyřikrát ročně; zajišťuje komplexní informace o sekundárních informačních zdrojích, včetně profilů ARI ze systémů Agroindex a Agris a počítačově zpracovaných retrospektivních rešerší; celoroční předplatné 48,- Kčs, cena jednotlivých čísel 12,- Kčs.

**Agrofirm** je automatizovaně zpracovávaný informační zpravodaj o nových přírůstcích firemní literatury, kterou si lze objednat v ÚZLK buď přímo, nebo prostřednictvím cirkulační výpůjční služby, eventuálně ve formě xerokopie; vychází 12krát ročně; předběžná výše celoročního předplatného 127,- Kčs.

Objednávky na všechny tyto informační materiály přijímá Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, odbyt a propagace, Slezská 7, 120 56 Praha 2.

## TECHNICKÝ, VĚDECKOTECHNICKÝ A ŽIVOTNÍ CYKLUS V TECHNICE

Systematickým studiem dějin techniky a procesů, které v ní probíhají, zejména ve dvacátém století, vědci dospěli k závěru, že technika se nevyvíjí přímočaře, ale po spirále. Ve všech oblastech národního hospodářství předních, průmyslově vyspělých států je možné pozorovat periodické revoluční přeměny techniky na kvalitativně novou úroveň. Na základě této skutečnosti lze mluvit o zákonitosti cyklické inovace techniky.

Výchozím pojmem při zkoumání této zákonitosti je pojem technický cyklus (Jakovec, 1985). Rozumí se jím časové období mezi dvěma skoky v rozvoji techniky. Podstata technických cyklů záleží ve střídání evolučních a revolučních přeměn v rozvoji techniky, tj. ve střídání kumulací dílčích zdokonalení, která periodicky vedou ke kvalitativním změnám, ke skokům v materializaci lidských poznatků a ke zvyšování produktivity práce.

Náplně technických cyklů se navzájem liší mírou novosti, hloubkou přetváření technické základny společnosti, šířkou záběru výrobní a spotřební sféry techniky, délkou a mírou účinků na vývoj efektivnosti výroby a na úroveň výrobních sil.

Na základě těchto kritérií rozlišuje Jakovec (1985) čtyři úrovně (druhy) technických cyklů:

- střídání generací techniky,
- přechody k novým směrům techniky (částečné technické revoluce),
- hromadné inovace aktivních základních prostředků v klíčových odvětvích,
- všeobecné technické revoluce, které vedou k zásadnímu převratu v úrovni výrobních sil.

Střídání generací techniky jako základní druh technických cyklů bude dále hlavním předmětem hlubšího rozboru. Druhá úroveň technických cyklů se odlišuje od první zejména hlubší přeměnou technických základů výroby, širším záběrem odvětví a procesů, které nový směr zasahuje, podstatně delším trváním, spojeným zpravidla s prolínáním střídajících se směrů. Zatímco střídání generací a směrů techniky nepřekračuje rámec jednoho odvětví, rozšiřuje se hromadná inovace techniky na klíčová odvětví a odvětví s nimi související. Všeobecná technická revoluce se vyznačuje největší šíří záběru všech sfér výrobní a pracovní činnosti společnosti, největší hloubkou přeměn technické základny. Může trvat několik desetiletí, procházet řadou etap, postihovat stále nové sféry pracovní činnosti a postupně se rozšiřovat do různých zemí. Ekonomickým výsledkem všeobecných technických revolucí je skok v úrovni produktivity práce a v efektivnosti výroby, mnohonásobné snížení výrobních nákladů a podstatné rozšíření souboru užitečných hodnot.

## STŘÍDÁNÍ GENERACÍ TECHNIKY

Tento elementární druh technických cyklů se vyznačuje těmito charakteristickými znaky:

- zakládá se na významném vynálezu, realizuje nový technologický princip,
- zasahuje určitý druh techniky, který se používá zpravidla v jednom odvětví,
- projevuje se v určitém systému (parametrické řadě strojů) a zdokonaluje se střídáním modelů jejich modernizací na základě téže myšlenky, popř. doplňováním nebo rozšiřováním podle požadavků.

V časovém rozvoji technického cyklu jedné generace techniky (obr. 1) je možné vytýpat čtyři specifické fáze.

### První fáze – zavádění nové generace techniky do výroby

Uskutečňují se nezbytné aplikační výzkumné a vývojové práce, rekonstruují se staré a budují nové výrobní kapacity, zavádějí se nové pracovní postupy, přeškolují se pracovníci. To vše vyžaduje vysoké jednorázové náklady, které se ihned nevrátí. Nově vyráběná technika trpí řadou nedostatků. Je to nejtěžší období, které souvisí s dočasným zhoršením činnosti výrobních kolektivů, se změnou stávající spolupráce a s uznáním spotřebitelů.

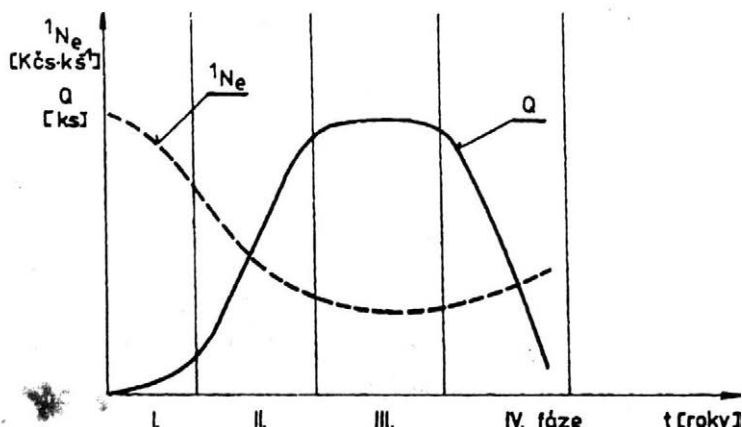
### Druhá fáze – prudký vzrůst objemu výroby

Rozšiřují se oblasti použití nových výrobků, tyto se diferencují podle požadavků různých oblastí použití, objevují se nové modely dané generace techniky a zlepšuje se kvalita výrobků. Prudce klesají počáteční výrobní náklady a náklady spotřeby. To umožňuje snižovat ceny a přispívá k rozšiřování sféry efektivního využívání nové techniky. Rychle roste efekt z výroby a z používání nové generace strojů.

### Třetí fáze – období relativně pomalého rozvoje a kvalitativního zdokonalování dané generace techniky na základě získaných zkušeností z její výroby a používání

Objevují se nové modely techniky založené na známém a osvědčeném technologickém principu. Výrobní náklady a náklady spotřeby se snižují pomalu, míra efektu je nižší než v předchozí fázi, ale objem efektu ještě roste. Technická úroveň dané produkce se stává běžnou.

1. Schéma fází technického cyklu (Q - vývoj početních stavů nové techniky v uživatelské sféře, Ne - vývoj nákladů na jednotku užitečného efektu)



#### Čtvrtá fáze - technický a ekonomický potenciál dané generace techniky se v podstatě vyčerpá

Nynější generace techniky je vytlačována generací novou, progresivnější a efektivnější. Další modernizace stávajících strojů je spojena s vysokými náklady, které nejsou kompenzovány dodatečným ekonomickým efektem u uživatele. Dochází ke zvyšování cen nových modifikací zastaralé techniky. Rostou společenské ztráty při výrobě a používání zastaralých strojů a zařízení.

Zvláštnost cyklického vývoje techniky spočívá v tom, že nová generace strojů se začíná zavádět až tehdy, když předchozí generace je ještě ve třetí fázi. Tak se zabezpečuje nepřetržitost technického pokroku a rozvoje výrobních sil. Jakmile se nová generace techniky hromadně rozšíří, začne určovat vyšší technickou úroveň a novou úroveň hodnoty produkce. Jen za těchto podmínek se dříve vyrobené stroje stanou technicky zastaralé a ekonomicky znehodnocené.

#### STRÍDÁNÍ GENERACÍ TECHNIKY NA ZÁKLADĚ REALIZACE VĚDECKÝCH OBJEVŮ

Věda a technika se zhruba do poloviny dvacátého století rozvíjely relativně samostatně. Od této doby se v jejich vztazích udály převratné změny. Proces interakce vědy a techniky dosáhl takového stupně, že je logické mluvit o jejich integraci. Technický pokrok není v nynější epoše možný bez rozvoje vědy, změnil se v materializaci vědeckých myšlenek. Každý následující krok v rozvoji vědy se zároveň opírá o vymoženosti techniky. Věda se stala výrobní silou v souvislosti s tím, jak pronikla do výrobních postupů a získala rozhodující roli nejen ve výrobě, ale i v ekonomickém rozvoji.

V důsledku naznačených převratných změn je nezbytné posuzovat rozvoj vědy a techniky v jejich vzájemné jednotě, tj. ve formě nových kategorií tzv. vědeckotechnických cyklů. V epoše vědeckotechnického pokroku předchází každému zavádění nové generace strojů a zařízení vědecký výzkum. Při realizaci vědeckých objevů a vynálezů dochází k vzájemnému prolínání vědy a výroby. Jak je zřejmo z obr. 2, počet fází vědeckotechnického cyklu se ve srovnání s technickým cyklem zvyšuje na pět, a sice o výchozí fázi vědeckého řešení.

Jako v e c (1985) rozlišuje čtyři úrovně (druhy) vědeckotechnických cyklů:

- střídání generací techniky, které realizují vědecké objevy a vynálezy,
- střídání vědeckotechnických směrů,
- periodické hromadné inovace techniky na základě nových myšlenek,
- vědeckotechnická revoluce.

Vědeckotechnický cyklus jedné generace techniky podle autora B l a c h m a n (1979) obsahuje vědecký a technický cyklus. Vědecký cyklus zahrnuje jeden podcyklus tvorby techniky, technický cyklus pak dva prvky: podcyklus výroby a podcyklus používání techniky.

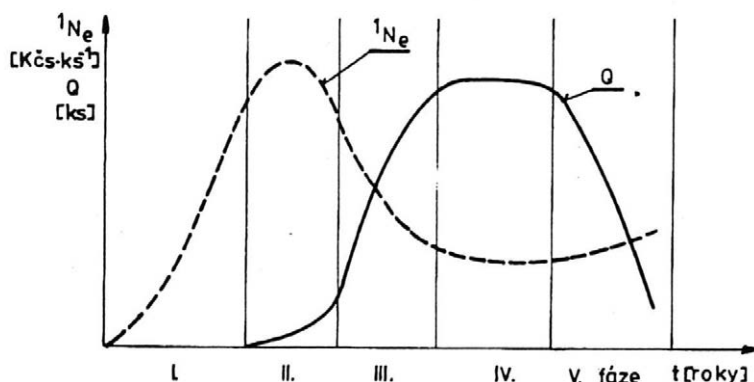
Podcyklus tvorby techniky tvoří tyto čtyři etapy:

#### Základní výzkum

Jeho náplň záleží v odhalování, přezkoumávání a v systemizaci jevů a zákonitostí rozvoje přírody a společnosti. Finálním výsledkem je objevení vztahů a zákonitostí, kategorií a jevů (efektů), zdůvodnění teorií, zásad a způsobů jejich využití v praxi. Základní výzkum může být jak teoretický, tak experimentální.

#### Aplikovaný výzkum

Zkoumá způsoby praktického využití výsledků základního výzkumu v konkrétní oblasti, případně v konkrétním odvětví. Výsledkem je koncepční zpracování projektů techniky a technologických procesů,



2. Schéma fází vědeckotechnického cyklu (Q – vývoj početních stavů nové techniky v uživatelské sféře,  $^{1}N_e$  – vývoj nákladů na jednotku užitečného efektu)

technických zadání a požadavků jakož i vědeckých doporučení, instrukcí, metodik, norem, normativů atd. Ke zdůvodnění a výběru neefektivnějších technických řešení se v tomto stadiu uskutečňují vývojové experimentální práce, laboratorní a poloproduktové zkoušky.

#### Technické rozpracování

Sem náleží vypracování vědeckotechnické dokumentace zavádění nové techniky na základě aplikovaného výzkumu, výroba prototypů, jejich experimentální ověřování, testování a převzetí. Do tohoto stadia patří i pokusná výroba, zhotovení prvních vzorků nových výrobků nebo jejich modelů (pokud jde o unikátní zařízení) na ověření správnosti konstrukčních a technických řešení a příprava na jejich zavedení. Končí se zkouškami vzorků (nebo experimentální prověrkou inovace) a rozhodnutím o jejich hromadné výrobě a zavedení.

#### Zastarávání vědeckotechnických myšlenek

Jde o období, kdy se už vyčerpal potenciál těchto myšlenek, které již nevyhovují změněným podmínkám. Je třeba nahradit je novými, které navrhnou řešení nově vzniklých technických nebo známých úloh.

Podcyklus výroby nové generace techniky obsahuje také čtyři základní etapy:

#### Počáteční osvojení techniky a technologie výroby

Jde o zavedení technického řešení do výroby, které zahrnuje technické a ekonomické osvojení výroby. K technickému osvojení náleží výstavba nových výrobních kapacit a jejich uvedení do provozu, výroba technického vybavení, objednávka a montáž výrobního zařízení, vlastní osvojení techniky a technologie výroby a výroba ověřovací série. Ekonomické osvojení záleží v tom, že u nově vyráběných strojů se dosahuje ekonomických ukazatelů, plánovaných v technickém zadání. Jedná se konkrétně o ukazatele produktivity práce, vlastních nákladů, rentability, materiálové náročnosti, fondové účinnosti apod.

V tomto stadiu se v plné míře projevuje součinnost vědy a techniky. Na osvojení techniky a technologie výroby se podílejí vědci a konstruktéři.

#### Rozšíření výroby na optimální úroveň

K osvojování výroby nové generace techniky dochází v dalších podnicích. Vytvářejí se nové modely a modifikace. V souladu s tím je třeba včas rozšiřovat informace o novince a určit optimální objem výroby a distribuce nejen finálních produktů – strojů a zařízení, ale i náhradních dílů k zabezpečení jejich provozuschopnosti.

#### Stadium stabilní výroby

Hromadná výroba nové generace strojů určuje společensky běžnou úroveň techniky v daném období. Objem její výroby se zvětšuje relativně pomaleji než v předchozí etapě. V rámci téhož technologického principu se inovují modely a zlepšují se jejich parametry.

#### Stadium zastarávání

Zastarávání dané generace techniky souvisí jak s neschopností uspokojovat nové požadavky, zvyšovat kvalitu a snižovat výrobní náklady, tak i s tím, že je již vyřešena a osvojuje se nová, efektivnější generace techniky.

V podcyklu používání se rozlišují rovněž čtyři etapy:

### Počáteční osvojení nové techniky

Toto stadium souvisí s přestavbou výroby, pokud se jedná o výrobní techniku, se změnou technologie výroby, s používáním nových surovin a materiálů, se zaškolením pracovníků atd.

### Rozšiřování nové generace strojů

Jde o rozšiřování v různých oblastech použití s nezbytnými modifikacemi, opakované osvojení v rozšiřujícím se okruhu spotřebitelů, rychlý růst efektu z používání nových strojů.

### Hromadné používání techniky dané generace

Tato generace zabezpečuje společensky běžnou úroveň užitečnosti a hodnoty. Obnova používané techniky se realizuje v závislosti na stupni jejího fyzického opotřebení. K výměně dochází za jiné exempláře nebo modely strojů a zařízení téže generace.

### Zastarávání stávající generace techniky a její hromadná náhrada

Výměna za novou, užitečnější nebo ekonomicky efektivnější techniku se uskutečňuje v důsledku technické rekonstrukce a modernizace stávajících podniků nebo v důsledku výstavby podniků nových.

## POZNATKY Z REPRODUKCE ZEMĚDĚLSKÉ STROJOVÉ TECHNIKY

Zákonitost cyklické inovace platí v podmínkách reprodukce techniky v epoše technického i vědeckotechnického pokroku všeobecně. Vztahuje se tedy i na zemědělskou techniku, i když ta se vyznačuje svými specifickými zvláštnostmi.

První poznatky z dosud uskutečněného, svým způsobem unikátního průzkumu reprodukčního procesu v zemědělské technice nasvědčují tomu, že k dostatečně přesnému charakterizování technické, exploatační a ekonomické stránky tohoto procesu nelze vystačit se spolehlivostními charakteristikami životnosti a jejich ukazateli (např. doba používání, technický život). Při uvedených analýzách je nezbytné vycházet z termínu životního cyklu. Jím se rozumí časový úsek od počátku hromadného zavádění určité nové techniky do zemědělského provozu až po okamžik likvidace posledního významného zbytku této techniky. Z toho plyne, že životní cyklus představuje časově nejdelší úsek jak technického, tak i vědeckotechnického cyklu.

V rámci životního cyklu mohou být předmětem zkoumání též různé úrovně techniky. U zemědělských strojů je účelné (s ohledem na jejich specifika) orientovat se vedle generací techniky až na jejich jednotlivé typy. Věcným obsahem životního cyklu stroje určitého typu je elementární vývoj, pro který Valenta (1977) doporučuje termín životní historie.

S první klasifikací životních historií v zemědělské technice na základě náročného dlouhodobého průzkumu souboru cca 60 typů strojů jsme odbornou zemědělskou veřejnost již seznámili (Novotný, 1987, 1988).

### Literatura

- BLACHMAN, L. S.: *Ekonomika naučno techničeskovo progressa*, Moskva 1979. 44 – 49 s.  
JAKOVEC, J. V.: *Zákonitosti vědeckotechnického pokroku*. Bratislava, Pravda 1985, s. 10 – 102.  
NOVOTNÝ, F.: *Životnostní charakteristiky v reprodukčním procesu mobilní zemědělské techniky*. *Zeměd. Techn.* 33, 1987, č. 4, s. 245 – 256.  
NOVOTNÝ, F.: *Zemědělská technika v podmínkách vědeckotechnického pokroku*. *Zeměd. Techn.*, 33, 1987, č. 10 s. 635 – 640.  
NOVOTNÝ, F. et al.: *Koncepce využívání zemědělské strojové techniky*. [Výzkumná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1988.  
VALENTA, F.: *Inovační proces v socialistickém průmyslu*. [Skripta.] Praha, Vysoká škola ekonomická 1977, s. 67 – 95.

Ing. František Novotný, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

Upozornění pro přispěvovatele a čtenáře časopisu

## ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Časopis Zemědělská technika uveřejňuje od roku 1991 též prioritní vědecké práce v anglickém jazyce.

Práce musí být do redakce zaslána v angličtině (za jazykovou správnost odpovídá autor) a je doplněna obšírnějším resumé v češtině (v rozsahu dvou rukopisných stran).

Od čísla 7 ročníku 1991 mohou být u prací uveřejňovaných v českém nebo slovenském jazyce zařazeny obšírnější resumé v angličtině (možnost komentovat tabulky a obrázky) – rozsah asi dvě rukopisné strany.

Obracejíme se proto na autory, aby své práce, které hodlají publikovat v našem časopise, pokud možno doplnili rozšířeným souhrnem již přeloženým do angličtiny.

Doufáme, že toto opatření se setká s příznivým ohlasem autorů i čtenářů nejen domácích, ale především zahraničních.

Redakce časopisu

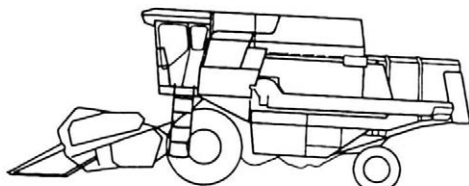
## TERMINOLOGIE V OBORU ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Hesla definovali členové názvoslovné subkomise pro zemědělskou techniku, k tisku vybral doc. ing. Karel Žák, CSc., z Vysoké školy zemědělské v Českých Budějovicích

## Sklízecí mlátičky

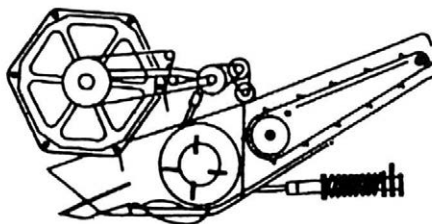
| Název operace stroje                                                                                                               | Obrázek | Definice                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. mlácení<br>mlátenie<br>Drusch: Dreschen<br>thrashing; threshing (am.)                                                           |         | uvolňování semen z klasů, lat, lusků apod.                                                       |
| 2. jemný omlat<br>jemný výmlatok<br>Korn-Spreu-Kurzstroh-Gemisch<br>fine thrashed material                                         |         | směs semen, úlomků slámy, klasů, plev, semen plevelů a jiných drobných nečistot                  |
| 3. hrubý omlat<br>hrubý výmlatok<br>Korn-Spreu-Stroh-Gemisch<br>thrashed material                                                  |         | jemný omlat a sláma                                                                              |
| 4. vytřásání<br>vytriasanie<br>Strohschütteln<br>shaking                                                                           |         | oddělování části drobného omlatu od slámy, obvykle na vytřásadle                                 |
| 5. čištění zrna na sklízecí mlátičce<br>čistenie zrna obilným kombajnom<br>Körnerreinigung im Mähdrescher<br>combine corn cleaning |         | oddělování semen z jemného omlatu                                                                |
| 6. kopkování slámy<br>kôpkovanie slamy<br>Strohhäufeln<br>straw cocking                                                            |         | shromažďování slámy po průchodu sklízecí mlátičkou a vytváření kopek pro usnadnění sklizně slámy |

7. sklízecí mlátička  
obilný kombajn  
Mähdrescher  
combine harvester; combine



mobilní stroj sdružující operace nutné k získání semen, tj. sečení, sbírání nebo odlamování, mlácení, vytrásání a čištění

8. žací vál  
žací stůl  
Schneidwerk  
header; table

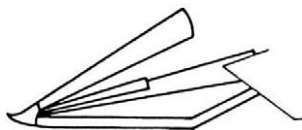


část sklízecí mlátičky určená k sečení plodin; má tvar žlabu a je k němu připevněna žací lišta (sběrací ústrojí), děliče porostu, přihraněč a průběžný dopravník

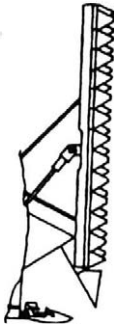
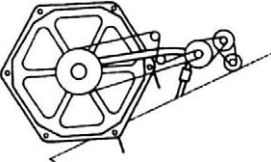
9. dělič porostu  
oddělovač porastu  
Halmteiler  
divider

ústrojí sloužící k oddělování sklizeného pásu porostu od ostatního porostu

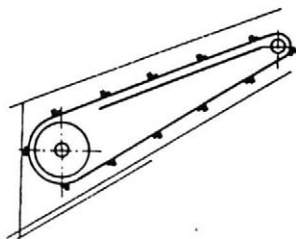
10. pevný dělič porostu  
pevný oddělovač porastu  
Torpedohalmteiler  
fast divider



dělič porostu tvořený tvarovanou deskou nebo prutem bez nuceného pohybu

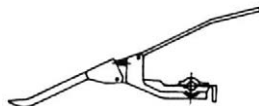
| Název operace stroje                                                                                 | Obrázek                                                                           | Definice                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11. poháněný dělič porostu<br>poháněný oddělovač porostu<br>rotierender Halmteiler<br>rotary divider |  | dělič porostu tvořený nejčastěji šnekem, kotoučem, žacím ústrojím apod.                                                              |
| 12. přiháněč<br>přihřnač<br>Haspel<br>reel                                                           |  | ústrojí určené k přibližování a přidržování porostu při sečení                                                                       |
| 13. dopravník žacího válu<br>dopravník žacího stola<br>Halmschnecke<br>header conveyor, main canvas  |  | zpravidla průběžný šnekový dopravník uložený ve žlabu žacího válu dopravující sečený materiál od žacího ústrojí k šikmému dopravníku |

14. šikmý dopravník sklizení mlátičky  
šikmý dopravník obilného kombajnu  
Schrägförderer  
elevator; crop elevator



dopravník pro dopravu hmoty z žacího válu k mláticímu ústrojí

15. zvedací porostu  
zdvíhač porostu  
Ährenheber  
crop lifter; grain lifter



přídavná část žacího ústrojí, k upevňování na žací lištu pro usnadnění sklizně polehlého porostu

16. mláticí ústrojí  
mlátacie ústrojenstvo  
Dreschwerk  
thrashing mechanism

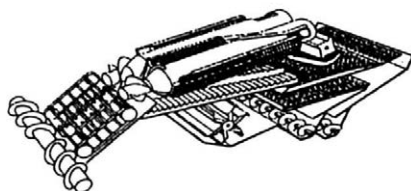


ústrojí, v němž dochází k mlácení a separaci části jemného omlatu

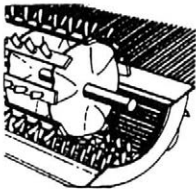
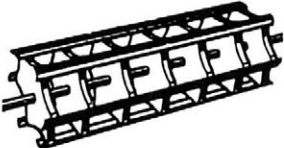
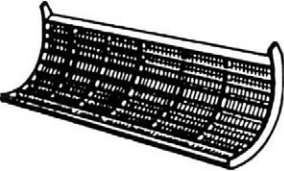
17. tangenciální mláticí ústrojí  
tangenciálne mlátacie ústrojenstvo  
Tangentialdreschwerk  
tangential thrashing mechanism

mláticí ústrojí, u něhož pohyb materiálu je tangenciální ve směru kolmém na osu mláticího bubnu

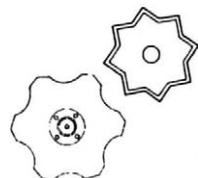
18. axiální mláticí ústrojí  
axiálne mlátacie ústrojenstvo  
Axialdreschwerk  
axial thrashing mechanism



mláticí ústrojí, u něhož pohyb materiálu je axiální ve směru osy mláticího bubnu

| Název operace stroje                                                                                                   | Obrázek                                                                           | Definice                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19. mlatkové mláticí ústrojí<br>mlatkové mlátacie ústrojenstvo<br>Schlagleistendreschwerk<br>flail thrashing mechanism |  | mláticí ústrojí, jehož mláticí buben je opatřen mlatkami (lišťami); mláticí koš má pravoúhlé hladké lišty                                  |
| 20. zubové mláticí ústrojí<br>zubové mlátacie ústrojenstvo<br>Stiftendreschwerk<br>tooth thrashing mechanism           |  | mláticí ústrojí, jehož mláticí buben je opatřen vhodně rozmístěnými zuby, které při otáčení procházejí mezi podobně uspořádanými zuby koše |
| 21. mláticí buben<br>mlátací bubon<br>Dresstrommel<br>thrashing drum; thrashing cylinder                               |  | rotační část mláticího ústrojí                                                                                                             |
| 22. mláticí koš<br>mlátací kôš<br>Dreschkorb<br>thrasher concave; concave                                              |  | část mláticího ústrojí, zpravidla nepohyblivá                                                                                              |

23. odmítací buben  
odhadzovací bubon  
Strohleittrommel  
behind beater; stripper beater

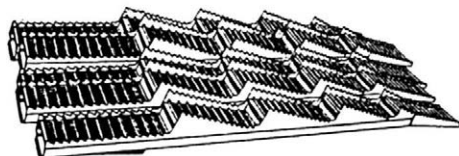


lopatkový buben umístěný za mlátičím bubnem tak, aby usměrňoval hrubý omlat na začátek vytřásadel a zabráňoval navíjení slámy na mlátičí buben

24. vytřásadlo mlátičky  
vytriasač mlátičky  
Strohschüttler  
straw walker

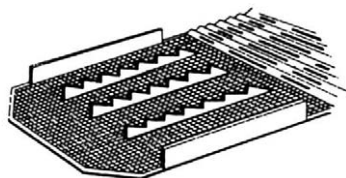
ústroj určené k vytřásání

25. dělené vytřásadlo (klávesové)  
delený vytriasač  
Hordenschüttler  
oscillating straw walker



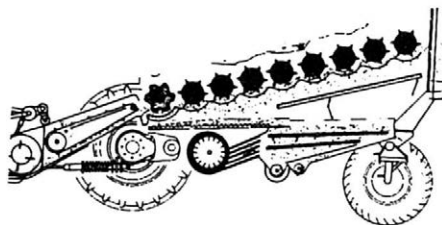
vytřásadlo mlátičky v šířce separačního kanálu dělené na několik sekcí (výtřasek)

26. deskové vytřásadlo (stolové)  
doskové stolové vytriasadlo  
Tischschüttler  
unit walker

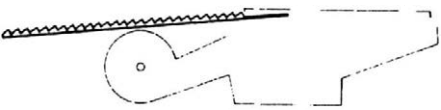
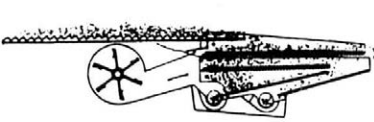
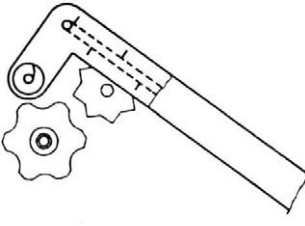


vytřásadlo mlátičky, jehož pracovní část je z jednoho dílu

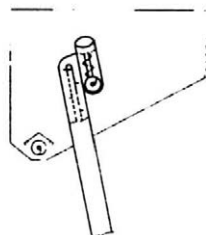
27. rotační vytřásadlo  
rotačný vytriasač  
Rotationsschüttler  
rotary straw walker;  
rotary separator



vytřásadlo sestavené z jednoho nebo několika rotorů

| Název operace stroje                                                                           | Obrázek                                                                             | Definice                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 28. vytrásací čechrač<br>vytriasací načuchrávač<br>Fingerschüttler<br>shaker                   |    | pohyblivé ústrojí zvyšující účinek separace vytrásadla                                                    |
| 29. vynášecí deska<br>vynášacia doska<br>Stufenboden<br>grain (returns) pan; grain pan         |   | dopravník ve tvaru stupňovité desky konající kývavý pohyb; je určen k dopravě drobného omlatu na čistidlo |
| 30. čistidlo<br>čistidlo<br>Reinigung<br>shoe; cleaner shoe                                    |   | ústrojí určené k čistění semen                                                                            |
| 31. žaluziové síto<br>žalúziové síto<br>Klappensieb; Lammelsieb; Jalousiesieb<br>louvre screen |   | síto, jehož světlá plocha je měnitelná změnou polohy jednotlivých prvků, tzv. žaluzií                     |
| 32. Petersonovo síto<br>Petersonove sito<br>Petrsonsieb<br>Peterson screen                     |  | žaluziové síto, jehož žaluzie jsou uspořádány ve tvaru háčků                                              |

33. zrnový dopravník  
zrnový dopravník  
Körnerlevator  
grain elevator



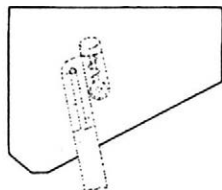
dopravník pro vertikální dopravu semen u sklízecí mlátičky

34. kláskový dopravník  
kláskový dopravník  
Ahrelevator  
returns elevator;



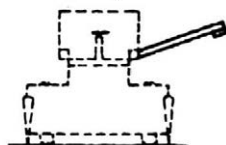
dopravník pro vertikální dopravu klásků

35. zásobník zrna  
zásobník zrna  
Körnerbunker; Korntank  
grain tank



zásobník pro dočasné uložení vymláčeného zrna

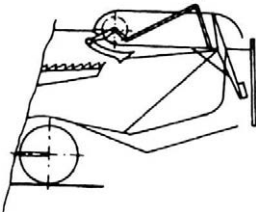
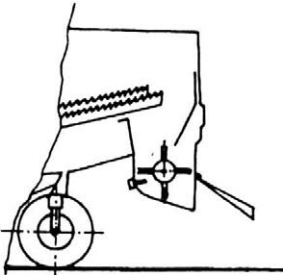
36. vyprazdňovací dopravník  
vyprazdňovací dopravník  
Entleerungsschnecke; Abtankschnecke  
grain discharge auger; grain unloading auger



dopravník, nejčastěji šnekový, určený k vyprazdňování zásobníku zrna

37. indikátor ztrát zrna  
indikátor strát zrna  
Verlustmessgerät  
grain monitor

zařízení, obvykle elektronické, které signalizuje překročení hodnoty přípustných ztrát nebo udává relativní ztráty semen mlátičky

|     | Název operace stroje                                          | Obrázek                                                                           | Definice                                                              |
|-----|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 38. | drtič slámy<br>drvič slamy<br>Strohzerreisser<br>straw cutter |  | ústrojí uložené za vytrásadlem a určené k drcení a rozptylování slámy |
| 39. | kopkovač<br>kópkovač<br>Strohsammelwagen<br>stacker           |  | ústrojí pro kopkování                                                 |
| 40. | plevník<br>pevník<br>Spreuwagen; Spreubunker<br>chaff bin     |                                                                                   | zásobník na plevy a úhrabky                                           |

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 5 – 6/1991 časopisu

## **ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA**

budou uveřejněny tyto práce:

**Pastorek Z.:** Úvodník

**Mašková H., Holubová V., Luňáček M.:** Využití lisů na velkoobjemové hranolové balíky při konzervaci krmiv

**Pavlovský Z.:** Skladování části jemného omlatu zachyceného sklízecí mlátičkou

**Poledníček L.:** Nestacionární režim sušení luskovin

**Pawlica R.:** Kontinuální měření vlhkosti a automatizace procesu u obilných sušáren

**Jevič P., Chmelík K., Šedivá Z.:** Využití druhotných energetických zdrojů při sušení píce

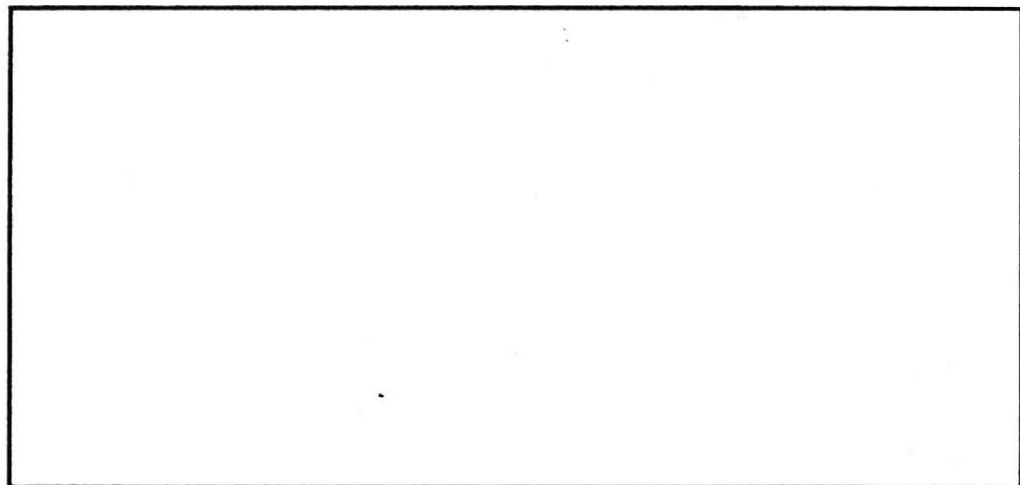
**Sladký V.:** Využití dřevního odpadu k sušení sena

**Kára J., Hutla P., Huk F.:** Vzduchotechnický systém s rekuperací a recirkulací tepla pro větrání objektů živočišné výroby

**Vegricht J., Svoboda J.:** Vyhodnocení ročního sledování provozu farmy dojnic s automatizovaným řízením strojních linek, automatickým sběrem dat a jejich zpracování počítačem



|                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>J í l e k J.:</b> Versuchsvorrichtung und mathematisches Modell der Trocknung<br>des in dichter Sicht gestapelten Materials . . . . . | 207 |
| <b>J u r a s.:</b> Extraktionsroboter die auf stehenden Bäumen „schreiten“ . . . . .                                                     | 219 |
| <b>V a r g a J.:</b> Thermotechnische Beurteilung der Aufstellungsobjekte<br>aus der Sicht der Sommerperiode . . . . .                   | 235 |



Rukopis odevzdán k tisku 18. 4. 1991 – Podepsáno k tisku 28. 6. 1991

---

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Československá akademie zemědělská – Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka ing. Vladimíra Čermáková ● Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, 25 75 41 ● Tisk a sazba PROXIMA, tel.: 87 05 85 ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991

Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS-ÚED Praha, závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno; PNS-ÚED Praha, závod 03, Gottwaldova tř. 206, 709 90 Ostrava 9.