

VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

5

ROČNÍK 13 (XL)
PRAHA,
KVĚTEN 1967
CENA 10 Kčs

ÚSTAV
VĚDECKOTECHNICKÝCH
INFORMACÍ MZVŽ

Řídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Karel Bernhard, ing. Josef Dvrtěl, ing. Stanislav Haš, ing. Jaroslav Homolka, ing. Karel Joza, Karel Koskuba, CSc., ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Piša, ing. Vladimír Suchý, prof. ing. Zdeněk Štefl, doc. ing. Miroslav Thér, CSc., prof. Ján Tomovčík, CSc., ing. Alois Vávra, CSc.

Vedoucí redaktor Čeněk Rendl

© Ústav vědeckotechnických informací MZVŽ, Praha 1967

■

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

■

Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Институт научно-технической информации Министерства сельского хозяйства и питания. Выход в свет ежемесячно. Редакция Прага 2, Слезска 7.

■

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

■

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

■

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

■ Tlakový spád, vznikající v potrubí při pneumatické dopravě zrnitého materiálu ve vznosu, se často [3, 4, 5, 11, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 25, 29, 32, 33, 34, 37, 38, 39] vyjadřuje výrazem

$$\pi = 1 + k\mu \quad (1)$$

- kde: $\pi = \frac{\Delta p}{\Delta p_v} = \frac{\lambda}{\lambda_v}$ — je simplex tlaku (1)
- $\Delta p = \Delta p_m + \Delta p_v$ — tlakový spád, vyvolaný třením aerosměsi o stěny potrubí (Pa)
- Δp_m — tlakový spád vyvolaný třením dopravovaného materiálu o stěny potrubí (Pa)
- Δp_v — tlakový spád vyvolaný třením čistého vzduchu o stěny potrubí (Pa)
- k — Gasterstädtův součinitel (1)
- λ — součinitel odporu tření při proudění aerosměsi v potrubí (1)
- λ_m — zdánlivý součinitel odporu tření při proudění dopravovaného materiálu v potrubí (1)
- λ_v — součinitel odporu tření při proudění čistého vzduchu v potrubí (1)
- $\mu = \frac{Q_m}{Q_v}$ — hmotnostní směšovací poměr dopravní (1)
- Q_m — hmotnostní průtok dopravovaného materiálu (kg s⁻¹)
- Q_v — hmotnostní průtok dopravního vzduchu (kg s⁻¹)

Tento výraz (1) odvodil Gasterstädt [16] v roce 1924 užitím teorie podobnosti při zpracování svých experimentálních dat. Zahrnuje pouze ztráty třením při proudění aerosměsi v potrubí, jak na to výslovně upozorňuje Urban [37]. V uvedeném tvaru platí tedy jen pro ustálené proudění materiálu v přímém vodorovném potrubí při nízkotlaké pneumatické dopravě. Lze však dokázat [32, 37, 39], že v obecném případě je zvláštní výraz (1) rovněž částí složitějšího obecného vzorce pro výpočet tlakového spádu.

Výraz (1) odráží důležitý princip aditivnosti tlakových spádů na dopravu čistého vzduchu a materiálu, uznávaný téměř všemi badateli [14, 32, 39].

Fyzikální podstata Gasterstädtova součinitele je dosud naprosto nejasná. Na jeho hodnoty či závislosti existuje množství nejrůznějších názorů, často diametrálně protichůdných.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Všechny hodnoty a závislosti Gasterstädtova součinitele uváděné v literatuře (tab. I) byly získány různými badateli některým z těchto způsobů:

1. experimentálně bez zobecnění získaných údajů [16, 22],
2. experimentálně s odvozením empirických závislostí [28, 34],
3. experimentálně s odvozením obecných závislostí pomocí teorie podobnosti [13, 14, 15, 35],
4. teoreticky [10, 39].

Poř. čís.	Hodnota, vzorec	Podmínky platnosti	Autor (pramen)
1. Jednotlivé hodnoty			
01	$k = 0,3 - 0,6$	pšenice	Gasterstädt [16]
02	$k = 0,32$	pšenice	Spivakovskij [35]
03	$k = 0,4$	pšenice	Kruglov [15]
04	$k = 0,06 - 1,0$	pšenice	Segler, Zelinskij [15]
05	$k = 0,4 - 0,6$	hobliny	Orlovskij [35]
06	$k = 1,0$	hobliny	Karg [35]
07	$k = 0,4 - 1,4$	hobliny, piliny, drcená rašelina	Kalinuškin [22]
08	$k = 0,05 - 0,15$	horniny	Peter [35]
09	$k = 0,8$	horniny	Kljačko [35]
10	$k = 0,4$	uhelná drť	VTI [15]
11	$k = 1,52 - 3,43$	surová bavlna	Đužev [15]
2. Empirické vzorce			
12	$k = \frac{0,15 \cdot D}{v_v^{1,25}}$	$\dim D = (\text{mm})$	MTIPP [29]
13	$k = \frac{c \cdot (D - 40)}{v_v^{1,33}}$	$c = 0,16$ při $v_s \in (1;3)$ (m s^{-1}) $c = 0,24$ při $v_s \in (3;6)$ (m s^{-1})	VNIIZ [15]
14	$k = \left(\frac{A}{v_v}\right)^n$	$A = 16,7 - 23$ $n = 3 - 4$	Kalinuškin [22]
15	$k = 1,25 \cdot D \cdot \frac{v_v}{v_m}$		Lobajev [15]
16	$k = c \cdot \frac{v_v}{v_m}$	$c = 0,06$ při $k > 0,08$ $c = 0,16$ při $k > 0,4$	Smoldyrev [34]
17	$k = \left(\frac{v_m}{v_v}\right)^2$		Kolyčev [3]
18	$k = c \cdot \left(\frac{v_m}{v_v}\right)^2$	$c = \text{const}$	Lvovič [15]
19	$k = 0,33 \cdot \left(\frac{v_v}{20}\right)^{-1,1} \left(\frac{D}{0,2}\right)^{-0,03}$		Strachovič [15]

Cennost těchto způsobů je zřejmě různá. Hodnoty součinitele k , stanovené prvním způsobem, mají jen zvláštní platnost a pro odlišné podmínky mohou být v nejlepším případě pouze orientačními hodnotami [15].

Vzorce, odvozené druhým způsobem, mají jen formální matematický charakter a zpravidla neodhalují fyzikální podstatu popisovaného jevu [15, 33]. Je totiž známo, že tytéž experimentální údaje lze popsat několika různými matematickými vzorci [9]. Pak je odhalení fyzikální podstaty jevu otázkou zkušenosti a intuice zpracovatele nebo náhodného úspěchu.

Poř. čís.	Hodnota, vzorec	Podmínky platnosti	Autor (pramen)
3. Vzorce odvozené pomocí teorie podobnosti			
20	$k = \frac{0,17}{\sqrt{Fra}}$ $k = 0,2$	$Fra = 0,004 - 0,025$ $Fra \geq 0,5$ $Fra = \frac{(v_v - v_s'')^2}{gD} \cdot \frac{\rho_v}{\rho_m}$ $v_s'' = v_s m^2 \left(1 - \frac{d}{D}\right)^2$ $m - \text{mezerovitost aerosměsi}$	Smoldyrev [35]
21	$k = \frac{8 \cdot 10^4 \rho_v}{Re \cdot \left(\frac{d}{D}\right)^2 \rho_m}$	$D \geq 0,1 \text{ (m)}$	Vogt [43]
22	$k = 1,7 \cdot 10^{-2} \left(\frac{\rho_v}{\rho_m}\right)^{0,33} \left(\frac{D}{d}\right)^{1,56} Re_s^{1,33} Re^{-0,81}$	svislá doprava	Dzjadzio [15]
23	$k = 1,9 \cdot 10^{-2} \left(\frac{D}{d}\right)^{1,23} Re_s^{0,92} Re^{-0,65}$	vodorovná doprava	Dzjadzio [15]
4. Vzorce odvozené teoreticky			
24	$k = \frac{v_v}{v_m} \cdot \left(\frac{l_m}{l_v} \cdot \frac{dv_m}{dy} / \frac{dv_v}{dy}\right)^2$	l – délka směšovací dráhy dv/dy – gradient rychlosti	Uspenskij [39]
25	$k = \frac{f}{9\lambda_v} \cdot \frac{f(a)}{I(a)} \cdot \frac{u^2}{v_v v_m}$	f – součinitel tření materiálu $f(a), I(a)$ – funkce výškového rozdělení hustoty částic v průřezu potrubí u – pulsační rychlost částice	Brounštejn [10]

Způsob třetí obsahuje potenciální možnost odhalení fyzikální podstaty zkoumaného jevu [12]. Pro součinitel k se toho však dosud nedosáhlo, nlehdě na opačné tvrzení Dzjadziovo [13, 14, 15], který se bezesporu nejvíce přiblížil řešení této úlohy.

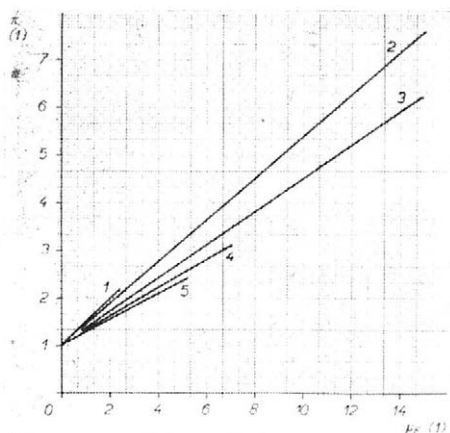
Způsob čtvrtý vede nejspolehlivěji k odhalení fyzikální podstaty součinitele k .

Podle různých badatelů závisí Gasterstättův součinitel složitým způsobem na řadě faktorů (obširný přehled uvádí Dorfman [11], Dzjadzio [15], Uspenskij [39] a jiní); tyto faktory lze roztrdit do tří skupin:

1. Vlastnosti částic dopravovaného materiálu (tvar, rozměry, měrná hmotnost, rychlost vznosu, charakter povrchu).

2. Stav a proudění dopravního vzduchu (rychlost, měrná hmotnost, kinematická viskozita).

3. Ukazatele konstrukce dopravního zařízení a režimu pneumatické dopravy (průměr potrubí, úhel sklonu potrubí, hmotnostní směšovací poměr dopravní, součinitel odporu tření při proudění čistého vzduchu a materiálu).



1. Závislost simplexu tlaku π na hmotnostním směšovací poměru dopravním μ (podle Garsterštáda [16])

Dopravovaný materiál: pšenice

Průměr potrubí $D = 0,089$ a $0,095$ (m)

Rychlost vzduchu v_v (m s^{-1}): 1 — 14,1;
2 — 16,1; 3 — 18,2; 4 — 21,4; 5 — 27,3

Pečlivými výzkumy vodorovné pneumatické dopravy zrnitého materiálu došel Uspenskij [39] k závěru, že všechny tyto faktory působí na veličinu Gasterštádova součinitele tím, že ovlivňují vznos částic materiálu v potrubí. Čím dokonalejší je vznos částic v potrubí, tj. čím rovnoměrněji jsou částice rozptýleny v jeho příčném průřezu, tím je hodnota Gasterštádova součinitele nižší. Naopak, je-li vznos částic porušen a částice se víceméně koncentrují v dolní části příčného průřezu potrubí, hodnota Gasterštádova součinitele stoupá. Stejný názor zastávají i mnozí jiní badatelé [26, 37, 45]. Hodnota Gasterštádova součinitele bude tedy větší

- při větším průměru potrubí [14, 15, 39],
- při vodorovné dopravě v porovnání s dopravou svislou [7, 10, 11, 14, 15, 16, 24, 32, 37, 39, 44],
- při větším průměru částice [14, 15, 39],
- při větší měrné hmotnosti částice [14, 15, 39],
- při nižší rychlosti dopravního vzduchu [5, 14, 15, 16, 17, 22, 28, 34, 39],
- při menší měrné hmotnosti vzduchu [14, 15, 39].

Pro konkrétní dopravní zařízení a dopravovaný materiál zůstává nejvýraznější reciproká závislost součinitele k na rychlosti dopravního vzduchu (obr. 1).

Proto někteří badatelé navrhují zavést do součinitele k simplex rychlosti $\frac{v_m}{v_v}$ [17, 28, 34] a dokonce simplex měrných hmotností $\frac{Q_m}{Q_v}$ [17, 18], avšak závislost takto modifikovaných součinitelů

$$k_1 = k \cdot \frac{v_m}{v_v}, \text{ resp. } k_2 = k_1 \cdot \frac{Q_m}{Q_v}$$

na rychlosti vzduchu v_v nebyla přesto odstraněna.

Německá škola Barthova [30, 36, 44] užívá při výpočtu tlakového spádu rovnice typu Darcy-Weisbachova

$$\Delta p_m = \mu \lambda_m \frac{\Delta s}{D} \cdot \frac{Q_v v_v^2}{2} \text{ (Pa)} \quad (2)$$

s fiktivním součinitelem odporu tření při proudění materiálu v potrubí λ_m (tab. II). Lze snadno dokázat, že v tomto ani jiném podobném případě nejde o novou metodu, jak tvrdí Dzjadzio [15]

či Urban [37], nýbrž pouze o formální matematickou úpravu výpočtových vzorců. Vždy lze odvodit vztahy, spojující příslušné odporové součinitele se součinitelem Gasterstädtovým. V dalším výkladu věnujeme proto pozornost výhradně tomuto součiniteli.

II. Součinitel odporu tření při proudění aerosměsi λ a materiálu λ_m v potrubí (podle literatury)

Poř. čís.	Vzorec	Podmínky platnosti	Autor (pramen)
1	$\lambda = \frac{0,316 + 0,01\mu}{Re^{0,25}}$	$D = 46 \text{ (mm)}$ $d = 0,1 - 1,2 \text{ (mm)}$ $\mu \ll 1 \text{ (1)}$ $k = 0,0316$	Cetyrkin [15]
2	$\lambda = \left 9,4 \cdot 10^3 \left(\frac{\mu}{Re^3} \cdot \frac{d}{D} \right)^{0,35} \right. \\ \left. 0,67 \left[\left(\frac{D}{d} \right)^2 \left(\frac{Q_v}{Q_m} \right)^5 \mu^9 \right]^{0,125} \right $	$\left(\frac{\mu^2}{Re^3} \cdot \frac{d}{D} \right)^{0,5} \in (1,6 \cdot 10^{-8}; 1,8 \cdot 10^{-7})$ $\left(\frac{\mu^2}{Re^3} \cdot \frac{d}{D} \right)^{2,2} \in (0; 1,6 \cdot 10^{-8})$	Smoldyrev [33]
3	$\lambda = 65 \cdot 10^{-5} \mu^{0,47} \left(\frac{\Delta p}{Q_{vgs}} \right)^{0,94}$	$\Delta p = 4 \cdot 10^5 - 5 \cdot 10^5 \text{ (Pa)}$ $d \leq 80 \text{ (mm)}$ těžké kusové materiály	Smoldyrev [35]
4	$\lambda = \frac{8}{\left(\sqrt{\frac{8}{\lambda_v}} - 1,72\mu \right)^2}$	λ_v podle vzorce Blasiova (00), libovolné materiály	UEMATU [36]
5	$\lambda_m = \frac{2gD}{v_o^2} \cdot \frac{(v_v - v_m)^2}{v_v \cdot v_m}$		Adam [1]

2. TEORETICKÉ ŘEŠENÍ

K teoretickému odvození výrazu pro Gasterstädtova součinitele využijeme ideje Pattantyús-Pápaiovy [32], která vtipně využívá principu aditivnosti tlakových spádů. Tato idea spočívá v úvaze, že tlakový spád, způsobený přítomností dopravovaného materiálu v potrubí, musí ve vodorovném potrubí uhradit ztráty urychlením a třením částic materiálu o stěny potrubí, ve svislém potrubí navíc ještě překonat tíhovou sílu při zdvihání materiálu. V ustáleném stavu, kdy $\ddot{s} = 0 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$, se tyto síly musí rovnat unášivé síle vzduchu nR

$$dp_m \cdot F = \frac{Q_m \cdot ds}{v_m \cdot m} \cdot R \text{ (N)} \quad (3)$$

- kde: s — dráha uražená částicí (m)
 $\dot{s} = ds/dt$ — okamžitá rychlost částice (m s^{-1})
 $\ddot{s} = d^2s/dt^2$ — okamžité zrychlení částice (m s^{-2})
 t — čas (s)
 $n = \frac{Q_m}{v_m} \cdot \frac{ds}{m}$ — počet částic ve vytčeném elementu potrubí (1)
 Q_m — hmotnostní průtok dopravovaného materiálu (kg s^{-1})
 $v_m = \dot{s}_\infty$ — ustálená rychlost částice dopravovaného materiálu (m s^{-1})

m	— hmotnost částice (kg)
R	— unášivá síla vzduchu pro jednu částici (N),
$F = \frac{\pi D^2}{4}$	— plocha příčného průřezu potrubí (m ²)
D	— průměr potrubí (m)

Ke stanovení této síly R využijeme autorem [40, 41] sestavené diferenciální rovnice pohybu částice v potrubí:

$$\frac{3a\psi}{2d} \cdot \frac{\rho_v}{\rho_m} (v_v - v_m)^2 + \frac{3b\psi v}{2d^2} \cdot \frac{\rho_v}{\rho_m} (v_v - v_m) - g \cdot \sin \alpha - \xi \cdot \frac{v_m^2}{2D} - \frac{v_s}{v_v} \cdot g \cdot \cos \alpha = 0 \quad (\text{m s}^{-2}) \quad (4)$$

kde: $a = 0,2040$ — konstanta v autorově [40, 41] aproximaci závislosti součinitele čelního odporu hydraulicky hladké koule na Reynoldsově čísle jejího obtékání (1)

$b = 29,3$ — druhá konstanta v téže aproximaci (1)

d — průměr koule, ekvivalentní s částicí dopravovaného materiálu podle objemu (m)

ψ — tvarový součinitel nekulové částice (1)

ρ_v — měrná hmotnost dopravního vzduchu (kg m⁻³)

ρ_m — měrná hmotnost dopravovaného materiálu (kg m⁻³)

v_v — rychlost vzduchu (m s⁻¹)

ν — kinematická viskozita dopravního vzduchu (m² s⁻¹)

g — tíhové zrychlení zemské (m s⁻²)

α — úhel sklonu dopravního potrubí (rad)

ξ — součinitel odporu proti pohybu částice ve svislém potrubí (1)

v_s — rychlost vznosu částice dopravovaného materiálu (m s⁻¹)

Z jedné strany, z rovnice Gasterstädtovy (1) po dosazení za simplex π a μ , je tedy

$$\frac{\Delta p_m + \Delta p_v}{\Delta p_v} = 1 + k \cdot \frac{Q_m}{Q_v} \quad (1)$$

odtud

$$\Delta p_m = \Delta p_v \cdot k \cdot \frac{Q_m}{Q_v} \quad (\text{Pa})$$

dále pak s užitím rovnice Darcy-Weisbachovy a vztahu $Q_v = F v_v \rho_v$

$$\Delta p_m = \lambda_v \cdot \frac{\Delta s}{D} \cdot \frac{\rho_v v_v^2}{2} \cdot k \cdot \frac{Q_m}{F \rho_v v_v} \quad (\text{Pa})$$

a konečně po úpravě a limitním přechodu

$$\frac{dp_m}{ds} = \lambda_v k \cdot \frac{v_v Q_m}{2DF} \quad (\text{Pa m}^{-1}) \quad (5)$$

Z druhé strany, uvažujeme-li v rovnici Pattantyús-Pápaiově (3) podle shora uvedené výminky pouze tlakový spád, vyvolaný třením materiálu o stěny potrubí, bude $R = T$ (N) a tedy

$$\frac{dp_m}{ds} = \frac{Q_m}{m F v_m} \cdot T \quad (\text{Pa m}^{-1}) \quad (6)$$

Porovnáním obou výrazů (5) a (6) obdržíme

$$\lambda_v k \cdot \frac{v_v Q_m}{2DF} = \frac{Q_m}{m F v_m} \cdot T \quad (\text{Pa m}^{-1})$$

odkud

$$k = \frac{T}{m} \cdot \frac{2D}{\lambda_v v_m v_v} \quad (1)$$

Dosazením za zrychlení $\frac{T}{m}$ dvou posledních členů levé strany rovnice (4) plyne

$$k = \frac{2D}{\lambda_v v_m v_v} \cdot \left(\xi \cdot \frac{v_m^2}{2D} + \frac{v_s}{v_v} \cdot g \cdot \cos \alpha \right) \quad (1)$$

a konečně

$$k = \frac{\xi}{\lambda_v} \cdot \left(\frac{v_m}{v_v} \right) + \frac{2 \cdot \frac{v_s}{v_v} \cdot \cos \alpha}{\lambda_v Fr \cdot \left(\frac{v_m}{v_v} \right)} \quad (1) \quad (7)$$

kde: $Fr = \frac{v_v^2}{gD}$ je Froudeho číslo proudění v potrubí (1)

Přitom poměr rychlostí $\left(\frac{v_m}{v_v} \right)$, vystupující v obou členech pravé strany rovnice (7), je z diferenciální rovnice (4) takto obecně definován:

Vynásobením obou stran rovnice (4) výrazem

$$\frac{2}{3a\psi} \cdot \frac{d}{v_v^2} \cdot \frac{\rho_m}{\rho_v}$$

a zavedením z důvodů krátkosti kritérií Reynoldsa

$$Re_v = \frac{v_v d}{\nu}$$

a Archimeda

$$Ar = \frac{g d^3}{\nu^2} \cdot \frac{\rho_m}{\rho_v}$$

plyne po úpravě

$$\left(1 - \frac{v_m}{v_v} \right)^2 + \frac{b}{a Re_v} \left(1 - \frac{v_m}{v_v} \right) - \left(\frac{v_m}{v_v} \right)^2 \xi \frac{d}{D} \cdot \frac{1}{3a\psi} \cdot \frac{\rho_m}{\rho_v} - \frac{2}{3a\psi} \cdot \frac{Ar}{Re_v^2} \cdot \left(\sin \alpha + \frac{v_s}{v_v} \cdot \cos \alpha \right) = 0 \quad (1)$$

a odtud kvadratická rovnice pro poměr $\frac{v_m}{v_v}$

$$\left(\frac{v_m}{v_v} \right)^2 \left(1 - \xi \frac{d}{D} \cdot \frac{1}{3a\psi} \cdot \frac{\rho_m}{\rho_v} \right) - 2 \frac{v_m}{v_v} \left(1 + \frac{b}{2a Re_v} \right) + \left[1 + \frac{b}{a Re_v} - \frac{2}{3a\psi} \cdot \frac{Ar}{Re_v^2} \cdot \left(\sin \alpha + \frac{v_s}{v_v} \cdot \cos \alpha \right) \right] = 0 \quad (1)$$

jejímž jedním kořenem je hledaný poměr ustálené rychlosti částice k rychlosti vzduchu

$$\frac{v_m}{v_v} = \frac{1 + \frac{b}{2aRe_v} - \sqrt{\left(1 + \frac{b}{2aRe_v}\right)^2 - \left(1 - \xi \frac{d}{D} \cdot \frac{1}{3a\psi} \cdot \frac{q_m}{q_v}\right) \cdot M}}{1 - \xi \frac{d}{D} \cdot \frac{1}{3a\psi} \cdot \frac{q_m}{q_v}} \quad (1) \quad (8)$$

$$\text{kde: } M = 1 + \frac{b}{aRe_v} - \frac{2}{3a\psi} \cdot \frac{Ar}{Re_v^2} \cdot \left(\sin \alpha + \frac{v_s}{v_v} \cdot \cos \alpha \right) \quad (1)$$

3. DISKUSE

Porovnáme autorem odvozený výraz (7) pro Gasterstädtova součinitele s poznatky uváděnými v literatuře. Jako příklad uvažujeme vodorovnou pneumatickou dopravu zrna pšenice, charakterizovanou ukazateli podle tabulky III. Při sestavování závislosti Gasterstädtova součinitele na jednotlivých faktorech rovnice (7) jako nezávisle proměnných výhodně využijeme poměrů rychlostí $\frac{v_m}{v_v}$, vypočtených na analogovém počítači [40].

3.1 VLIV PRŮMĚRU D DOPRAVNÍHO POTRUBÍ

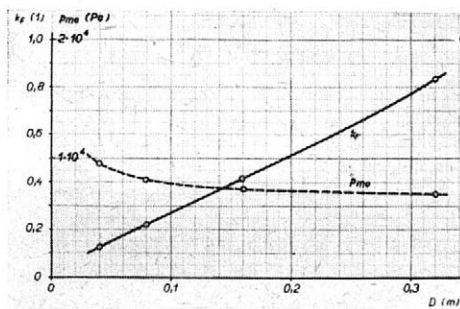
Tato závislost je uvedena na obrázku 2. Podle ní se Gasterstädtův součinitel k s růstem průměru potrubí D zvětšuje, a to téměř lineárně.

Tato teoreticky stanovená závislost je v souladu s experimentálními výsledky Uspenského [39], který v pokusech s pneumatickou dopravou popele o průměru částic $d = 0,82 \cdot 10^{-3}$ (m) při rychlosti dopravního vzduchu $v_v = 22$ (m s⁻¹) zjistil, že součinitel k vzrůstá v prvním přiblížení s 0,8 mocninou průměru potrubí D . Podle něho nelze však tento závěr aplikovat přesně na jiné materiály; složitou závislost $k = f(D)$ totiž spoluovlivňují fyzikální vlastnosti dopravovaných částic, zejména jejich průměr d .

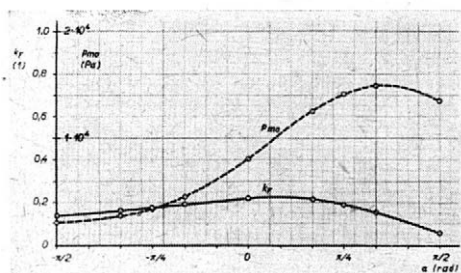
Na základě pokusů Gasterstädtových objasňuje Uspenskij [39] zvyšování součinitele k s růstem průměru potrubí D nižší unášecí schopností vzduchu v potrubí o větším průměru. Projevuje se to značně nerovnoměrným rozdělením materiálu v příčném průřezu potrubí. V důsledku toho se zvětšuje tření materiálu o spodní stěnu potrubí a vzájemné tření mezi částicemi v jejich zhuštěném proudu.

III. Výchozí hodnoty pro vyšetření vlastností Gasterstädtova součinitele podle vztahu (7)

Poř. čís.	Parametr	Označení	Rozměr	Hodnota
1	Průměr potrubí	D	m	0,08
2	Úhel sklonu potrubí	α	rad	0
3	Tíhové zrychlení	g	m s ⁻²	9,80665
4	Ekvivalentní průměr částice	d	m	0,00511
5	Měrná hmotnost částice	q_m	kg m ⁻³	1 350
6	Součinitel odporu	ξ	l	0,002
7	Rychlost vzduchu	v_v	m s ⁻¹	22
8	Měrná hmotnost vzduchu	q_v	kg m ⁻³	1,2
9	Kinematická viskozita vzduchu	ν	m ² s ⁻¹	15.10 ⁻⁶



2. Závislost Gasterstädtova součinitele k na průměru potrubí D
 k_F — Gasterstädtův součinitel



3. Závislost Gasterstädtova součinitele k na úhlu sklonu potrubí α

Ke stejným závěrům o závislosti $k = f(D)$ dospěl Dzjadzio (14, 15). Podle jeho pokusů součinitel k vzrůstá s $0,58 \sim 1,05$ mocninou průměru potrubí D . Zpracováním experimentálních údajů Gasterstädtových, Seglerových, Zujevových i vlastních odvodil Dzjadzio [14, 15] vzrůst součinitele k s $0,75$ mocninou průměru potrubí D .

3.2 VLIV ÚHLU SKLONU α DOPRAVNÍHO POTRUBÍ

Jak je patrné z průběhu uvedeného na obrázku 3, hodnota Gasterstädtova součinitele k výrazně závisí na úhlu sklonu α potrubí.

Námi odvozenou závislost můžeme porovnat s údaji, obsaženými v literatuře, pouze částečně. Obvykle se totiž uvádějí pouze hodnoty pro vodorovné a svislé potrubí. Všichni autoři [15, 32, 39] shodně uvádějí, že ve vodorovném potrubí je hodnota Gasterstädtova součinitele k vyšší než v potrubí svislém. Podle empirických vztahů Dzjadziiových [14, 15] (viz tab. I) je poměr hodnot součinitele k ve svislém a vodorovném potrubí roven

$$\frac{k_{\pi/2}}{k_0} = \frac{1,7 \cdot 10^{-3} \left(\frac{D}{d}\right)^{1,56} Re_s^{1,33} Re^{-0,81}}{1,9 \cdot 10^{-2} \left(\frac{D}{d}\right)^{1,23} Re_s^{0,92} Re^{-0,65}} \quad (1)$$

nebo po rozvinutí kritérií a úpravě

$$\frac{k_{\pi/2}}{k_0} = 0,0895 \cdot \frac{D^{0,17} d^{0,08} v_s^{0,41}}{v^{0,25} v_v^{0,16}} \quad (1)$$

a po dosazení našich základních hodnot (viz tab. III)

$$\frac{k_{\pi/2}}{k_0} = 0,987 \quad (1)$$

Podle našeho teoretického řešení je tento poměr

$$\frac{k_{\pi/2}}{k_0} = \frac{0,055}{0,220} = 0,25 \quad (1)$$

3.3 VLIV PRŮMĚRU d ČÁSTICE DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU

Studovaná závislost je graficky znázorněna na obrázku 4. Hodnota součinitele k stoupá s rostoucím průměrem d dopravované částice. Pro maximální možný průměr dopravované částice $d_{\max} = 21 \cdot 10^{-3}$ (m) stanovený z podmínky

$$\frac{v_m}{v_v} = 0 \quad (1)$$

nabývá součinitel k v souladu s výrazem (7) zřejmě hodnoty nekonečně velké. Na obrázku 4 se tedy křivka $k = f(d)$ asymptoticky blíží přímce $d = 21 \cdot 10^{-3}$ (m).

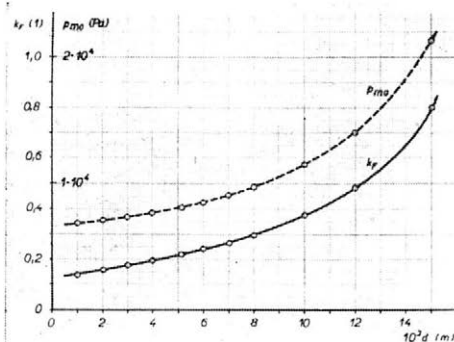
Závislost $k = f(d)$, teoreticky námi odvozená, souhlasí dobře s údaji podle literatury. Tak Uspenskij [39] uvádí, že při vodorovné pneumatické dopravě popele v potrubí o průměru $D = 0,041$ (m) při rychlosti dopravního vzduchu $v_v \approx 20$ (m s⁻¹) je součinitel k úměrný logaritmu průměru d částice. Kromě toho Uspenskij zjistil, že hodnota součinitele k závisí i na tvaru částic. Pro okrouhlé, hladce obtékané částice je hodnota součinitele k značně vyšší než pro částice s ostrými hranami. Uspenskij to vysvětluje opět větší nerovnoměrností rozdělení okrouhlých částic v příčném průřezu potrubí. Podle něho jsou geometrické rozměry d , tvar ψ a měrná hmotnost q_m částice (tedy faktory, které určují rovněž rychlost vznosu v_s částice) hlavními faktory, na nichž závisí hodnota součinitele k . Z toho plyne závěr, že rychlost vznosu v_s částice je výstižnou charakteristikou vlivu hlavních faktorů částice na součinitel k . Větší hodnota rychlosti vznosu v_s částice podmiňuje i vyšší hodnotu součinitele k .

Stejně tak Dzjadzio [14, 15] experimentálně zjistil, že hodnota součinitele k stoupá s rostoucím průměrem d částic. Podle něho lze hlavní faktory částice, na nichž závisí hodnota součinitele k , vystihnout Reynoldsovým číslem vznosu částice

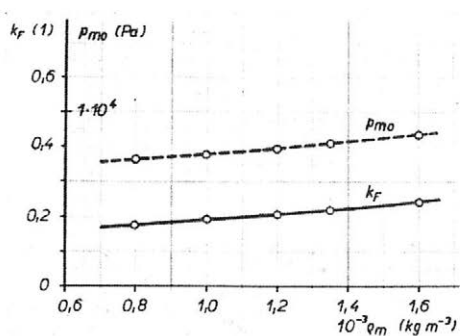
$$Re_s = \frac{v_s d}{\nu} \quad (1)$$

3.4 VLIV MĚRNÉ HMOTNOSTI ρ_m ČÁSTICE DOPRAVOVANÉHO MATERIÁLU

Ze závislosti uvedené na obrázku 5 vyplývá, že se součinitel k zvětšuje se vzrůstající měrnou hmotností q_m částice. Pro maximální možnou měrnou hmotnost částice $q_m =$



4. Závislost Gasterstädtova součinitele k na průměru d dopravované částice



5. Závislost Gasterstädtova součinitele k na měrné hmotnosti ρ_m dopravované částice

$= 8,97 \cdot 10^3 \text{ (kg m}^{-3}\text{)}$, plynoucí z podmínky $\frac{v_m}{v_v} = 0$ (1), nabývá součinitel k podle vztahu (7) hodnoty nekonečně velké.

Naše teoreticky odvozená závislost je v dobré shodě s empirickými údaji uváděnými v literatuře. Uspenskij [39] neuvádí tuto závislost explicitně, vypočítává však měrnou hmotnost ρ_m částice mezi hlavními faktory ovlivňujícími hodnotu součinitele k prostřednictvím rychlosti vznosu v_s částice. S růstem měrné hmotnosti ρ_m částice se zvětšuje i její rychlost vznosu v_s [40], a tedy i hodnota součinitele k . Ke stejnému závěru o vlivu měrné hmotnosti ρ_m částice na hodnotu součinitele k dospěl na základě svých rozsáhlých pokusů Dzjadzio [14, 15].

3.5 VLIV SOUČINITELE ODPORU ξ PROTI POHYBU ČÁSTIC MATERIÁLU VE SVISLÉM POTRUBÍ

Podle obrázku 6 je patrné, že se zvětšením součinitele odporu ξ hodnota Gasterštádta součinitele vzrůstá.

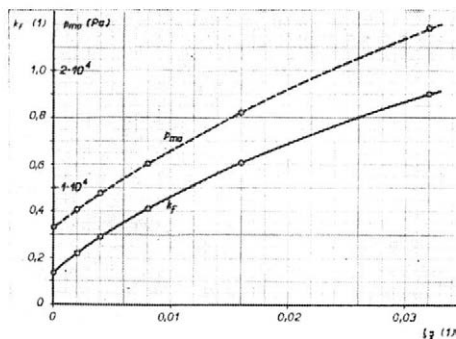
3.6 VLIV RYCHLOSTI DOPRAVNÍHO VZDUCHU v_v

Jak ukazuje obrázek 7, součinitel k významně závisí na rychlosti dopravního vzduchu v_v . Tato závislost je nepřímo úměrná: s klesající rychlostí vzduchu v_v hodnota součinitele k monotónně stoupá. Při rychlosti vzduchu v_v , rovné rychlosti vznosu v_s , tedy

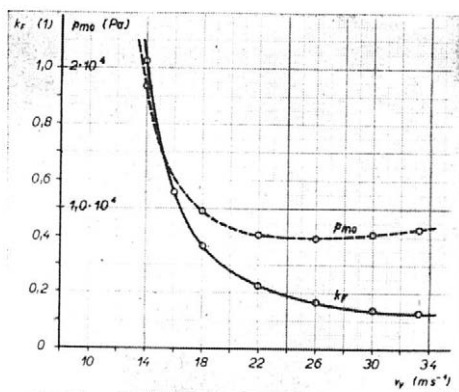
když $\frac{v_m}{v_v} = 0$ (1), nabývá součinitel k v souladu s rovnicí (7) nekonečně velké hodnoty.

Křivka $k = f(v_v)$ na obrázku 7 se tudíž asymptoticky blíží přímce $v_v = 10,655 \text{ (m s}^{-1}\text{)}$.

Reciproká závislost součinitele k na rychlosti dopravního vzduchu v_v je snad jeho nejvýraznější závislostí, shodně uváděnou všemi badateli [5, 15, 16, 17, 22, 28, 34, 39]. Uspenskij [39] zjistil tuto závislost pečlivými pokusy s vodorovnou pneumatickou dopravou popele o průměru částic $d = 0,142 \cdot 10^{-3} \sim 0,82 \cdot 10^{-3} \text{ (m)}$ v potrubí o průměru $D = 0,03 \sim 0,041 \text{ (m)}$ a s pneumatickou dopravou uhelného prachu o průměru částic $d = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ (m)}$ v potrubí o průměru $D = 0,041 \text{ (m)}$. Zvýšení hodnoty součinitele k při poklesu rychlosti dopravního vzduchu v_v objasňuje Uspenskij snížením jeho uná-



6. Závislost Gasterštádta součinitele k na součiniteli odporu ξ proti pohybu částice ve svislém potrubí



7. Závislost Gasterštádta součinitele k na rychlosti v_v dopravního vzduchu

šecí schopnosti. Při velkých rychlostech dopravního vzduchu v_v je materiál v příčném průřezu potrubí rozdělen rovnoměrně a součinitel k je přibližně konstantní, nezávislý na rychlosti v_v . To je režim rovnoměrného pohybu materiálu.

Při snížení rychlosti vzduchu v_v jeho unášecí schopnost klesá, rovnoměrné rozdělení materiálu v příčném průřezu potrubí se porušuje a materiál se koncentruje ve spodní části potrubí. V tomto režimu přechodového pohybu materiálu značně vzrůstá hodnota součinitele k . Další snížení rychlosti vzduchu v_v způsobí přechod k režimu nerovnoměrného pohybu, kdy se část materiálu usazuje na dně potrubí a pohybuje se přerušovaně. Částice přitom ztrácejí svou kinetickou energii a k jejich novému urychlení dochází na úkor tlakové energie dopravního vzduchu. Tlakový spád a tedy i součinitel k prudce stoupá. Bliží-li se rychlost vzduchu v_v minimální prahové rychlosti, při níž je doprava vůbec možná, stoupá hodnota součinitele k do nekonečna. Bylo dosaženo režimu zne-možnění dopravy ucpáním potrubí. Konkrétní hodnoty rychlostí vzduchu v_v , které jsou přechodem od jednoho režimu pneumatické dopravy ke druhému, závisí hlavně na rozměrech částic d .

Stejný charakter závislosti $k = f(v_v)$ zjistil rozsáhlými experimenty Dzjadzio [14, 15]. Podle jeho empirických vzorců (viz tab. I) stoupá hodnota součinitele k při svislé pneumatické dopravě s $-0,81$ mocninou rychlosti vzduchu v_v , při vodorovné dopravě s $-0,32 \sim -0,65$ mocninou.

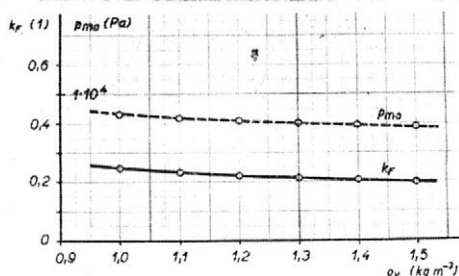
3.7 VLIV MĚRNÉ HMOTNOSTI ρ_v DOPRAVNÍHO VZDUCHU

Závislost uvedená na obrázku 8 prokazuje, že se zvětšením měrné hmotnosti ρ_v vzduchu klesá hodnota součinitele k . Z toho vyplývá výhodnost přetlakové pneumatické dopravy proti podtlakové. Při přetlakové, středotlaké a zvláště vysokotlaké dopravě stoupá totiž měrná hmotnost ρ_v dopravního vzduchu úměrně s tlakem v potrubí a tím se zvětšuje jeho unášecí schopnost.

Námi odvozená teoretická závislost není plně potvrzena literárními údaji. Uspenskij [39] sice nestuduje přímo vliv měrné hmotnosti ρ_v vzduchu, z jeho pokusů lze však usuzovat na tento vliv nepřímo. Ve svých pokusech s vodorovnou pneumatickou dopravou uhelného prachu v potrubí o průměru $D = 0,041$ (m) při konstantní rychlosti vzduchu $v_v = 16$ (m s^{-1}) Uspenskij nezjistil žádný vliv tlaku dopravního vzduchu, ačkoliv se tlak měnil v intervalu $p \in (2,1 \cdot 10^5; 3,5 \cdot 10^5)$ (Pa), čemuž odpovídá interval měrné hmotnosti vzduchu $\rho_v \in (2,5; 4,2)$ (kg m^{-3}).

Rovněž Dzjadzio [14, 15] neuvádí ve svých empirických vzorcích (viz tab. I) měrnou hmotnost dopravního vzduchu explicitně. Ta je sice implicitně obsažena v rychlosti vznosu v_s částice, a tedy i v Reynoldsově číslu Re_s vznosu částice, avšak Dzjadzio uvažuje rychlost vznosu v_s částice jako její charakteristiku s konstantní hodnotou. Podle něho tedy součinitel k na měrné hmotnosti vzduchu ρ_v nezávisí. Respektujeme-li však

námi odvozený [40] vztah pro rychlost vznosu částice, dojdeme k závěru, že se zvětšením měrné hmotnosti ρ_v vzduchu rychlost vznosu v_s částice klesá, a tedy i podle Dzjadziových empirických vztahů (viz tab. I) se rovněž zmenšuje hodnota součinitele k . Ostatně jak je patrné z ob-



8. Závislost Gasterstädtova součinitele k na měrné hmotnosti ρ_v dopravního vzduchu

rázku 8, tento pokles je poměrně nepatrný a může ležet v mezích přesnosti experimentu. Proto nebyl badateli zaznamenán.

4. EXPERIMENTÁLNÍ PROVĚRKA

Výsledek teoretického řešení — vztah (7) — jsme ověřili jednak přímo, a to konfrontací s experimentálními údaji jiných autorů, jednak nepřímo. Prokázali jsme totiž principiální správnost diferenciální rovnice (4), z které byl vztah (7) odvozen, shodou teoretického a experimentálního průběhu dráhy uražené dopravovanou částicí v závislosti na čase [41, 42]. Kromě toho jsme náš teoretický vztah (7) ještě navíc ověřili vlastními experimenty.

4.1 EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ A METODIKA

Pokusy se konaly na experimentálním zařízení, popsaném v autorově předchozí práci [42]. Dopravovaným materiálem bylo zrno pšenice. Hlavní technické parametry dopravního zařízení a charakteristika dopravovaného materiálu jsou pro přehlednost uvedeny v tabulce IV.

IV. Charakteristika dopravního zařízení a dopravovaného materiálu

Poř. čís.	Parametr	Označení	Rozměr	Hodnota
	Dopravní zařízení			
1	průměr potrubí	D	m	0,08
2	úhel sklonu potrubí	α	rad	0
3	délka experimentálního úseku	s	m	11,75
4	maximální dosažitelný tlak na začátku potrubí	P_{max}	Pa	$2 \cdot 10^5$
5	maximální objemový průtok dopravního vzduchu	V_{vmax}	$m^3 s^{-1}$	0,111
	Dopravovaný materiál	zrno pšenice		
6	hmotnost zrna	m	kg	$4,348 \cdot 10^{-5}$
7	měrná hmotnost zrna	ρ_m	$kg m^{-3}$	1 230
8	ekvivalentní průměr zrna	d	m	0,004072
9	tvárový součinitel	ψ	1	1,56
10	rychlost vznosu ¹⁾	v_s	$m s^{-1}$	9,000
11	součinitel odporu ²⁾	ξ	1	0,002
	Režim dopravy			
12	rychlost dopravního vzduchu	v_v	$m s^{-1}$	7,2 — 20,4
13	hmotnostní průtok materiálu	$\dot{Q}_m$	$kg s^{-1}$	0,3 — 1,5
14	hmotnostní směšovací poměr dopravní	μ	1	2,3 — 11,6

¹⁾ Při měrné hmotnosti vzduchu $\rho_v = 1,2$ ($kg m^{-3}$) a jeho kinematické viskozitě $\nu = 15 \cdot 10^{-6}$ ($m^2 s^{-1}$)

²⁾ Podle Urbana [37]

Veličiny potřebné ke stanovení Gasterštádtova součinitele se měřily takto:

Δp — tlakový spád při dopravě aerosměsi se měřil na úseku vodorovného potrubí o délce $\Delta s = 5,15$ (m). V měřeném úseku se dosáhlo již ustáleného pohybu aerosměsi. K měření se použilo diferenciálního U-manometru, naplněného měřicí kapalinou o měrné hmotnosti $\varrho = 988$ (kg m^{-3}). Tlakový spád se vyjádřil podle měrové soustavy SI [8] v pascálech podle vztahu

$$\Delta p = Hg\varrho \quad (\text{Pa})$$

kde: Δp — tlakový spád (Pa)
 h — rozdíl hladin měřicí kapaliny v obou ramenech U-manometru (m)
 g — tíhové zrychlení zemské (m s^{-2})
 ϱ — měrná hmotnost měřicí kapaliny (kg m^{-3})

Q_m — hmotnostní průtok dopravovaného materiálu se stanovil z množství materiálu dopraveného experimentálním zařízením za určitý časový interval:

$$Q_m = \frac{G_m}{t} \quad (\text{kg s}^{-1})$$

kde: Q_m — hmotnostní průtok dopravovaného materiálu (kg s^{-1})
 G_m — dopravené množství materiálu (kg),
 t — doba trvání dopravy (s)

K měření se použilo decimální váhy a elektrických stopek.

v_v — rychlost dopravního vzduchu v potrubí se měřila ostrou clonou s rozevřením $m = 0,4$ (1) podle normy DIN 1952 (21, 31). Zvolená hodnota rozevření clony zajišťuje měření za mezí konstantnosti od rychlosti vzduchu $v_v \pm 1$ (m s^{-1}). K měření stavových parametrů vzduchu v cloně se použilo diferenciálního U-manometru se stejnou měřicí kapalinou jako při měření tlakového spádu, otevřeného U-manometru s touž měřicí kapalinou nebo rtuť a elektrického odporového teploměru typu PTK, připojeného k indikačnímu přístroji fy Regula. K měření stavových parametrů okolního vzduchu bylo užito teploměru a vlasového vlhkoměru Metra-883. Údaje o barometrickém tlaku byly převzaty z hlášení Státního ústavu hydrometeorologického. Výpočet se prováděl podle normy DIN 1952 na číslicovém počítači Ural-2 podle námi sestaveného programu. Při výpočtu byl respektován únik vzduchu rotačním podávčem.

Další veličiny byly pak stanoveny výpočtem:

Δp_v — tlakový spád na dopravu čistého vzduchu ve stejném úseku potrubí při téže rychlosti dopravního vzduchu byl stanoven podle rovnice Darcy-Weisbachovy

$$\Delta p_v = \lambda_v \cdot \frac{\Delta s}{D} \cdot \frac{\varrho_v v_v^2}{2} \quad (\text{Pa})$$

Součinitel odporu tření při proudění čistého vzduchu byl přitom vypočten podle vzorce Altšulova (2)

$$\lambda_v = (1,82 \cdot \log \frac{Re}{100} + 2)^{-2} \quad (1)$$

a měrná hmotnost vzduchu v potrubí byla stanovena z jeho stavových parametrů v potrubí.

- Zde: Δp_v — tlakový spád při dopravě čistého vzduchu (Pa)
 λ_v — součinitel odporu tření při proudění čistého vzduchu v potrubí (1)
 Δs — délka měřeného úseku potrubí (m)
 D — průměr potrubí (m)
 ρ_v — měrná hmotnost vzduchu v potrubí (kg m^{-3})
 v_v — rychlost dopravního vzduchu v potrubí (m s^{-1})
 $Re = \frac{v_v D \rho_v}{\eta}$ — Reynoldsovo číslo proudění v potrubí (1)
 η — dynamická viskozita dopravního vzduchu ($\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$)

Při výpočtu dynamické viskozity vzduchu byla respektována její závislost na teplotě vzduchu [6]:

$$\eta = 17,064 \cdot 10^{-6} + 0,049 \cdot 10^{-6} \cdot t \quad (\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1})$$

Q_v — hmotnostní průtok dopravního vzduchu byl vypočten podle vzorce

$$Q_v = \frac{\pi D^2}{4} \cdot \rho_v v_v \quad (\text{kg s}^{-1})$$

- kde: Q_v — hmotnostní průtok dopravního vzduchu (kg s^{-1})
 D — průměr potrubí (m)
 ρ_v — měrná hmotnost dopravního vzduchu v potrubí (kg m^{-3})
 v_v — rychlost dopravního vzduchu (m s^{-1})

4.2 VÝSLEDKY

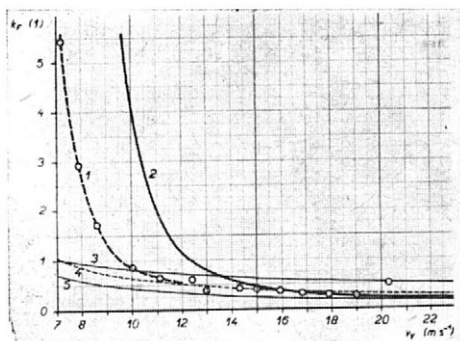
K výpočtu hodnot Gasterstädtova součinitele bylo použito výsledků celkem 66 pokusů. Výpočet se prováděl podle vzorce (1). Vypočtené hodnoty součinitele k vykazovaly naprosto zřetelně stoupající tendenci s poklesem rychlosti dopravního vzduchu v souladu s teoreticky očekávaným průběhem (viz odst. 3.6). Pro zmenšení rozptylu hodnot k , a tedy spolehlivější konstrukci závislosti $k = f(v_v)$, byly výchozí údaje seskupeny podle rychlosti vzduchu do 14 úrovní odstupňovaných od $v_v = 7,0 \pm 0,5$ (m s^{-1}) do $v_v = 20,0 \pm 0,5$ (m s^{-1}) po 1 (m s^{-1}). Pro každou úroveň rychlosti vzduchu byla vypočtena hodnota součinitele k podle vzorce

$$k = \frac{\Sigma \pi \mu - \Sigma \mu}{\Sigma \mu^2} \quad (1) \quad (9)$$

odvozeného metodou nejmenších čtverců. Vypočtené hodnoty Gasterstädtova součinitele v závislosti na průměrné rychlosti vzduchu jsou vyneseny na obrázku 9. V témž obrázku je sestrojena křivka, získaná teoretickým řešením této úlohy podle vztahu (7), a křivky podle některých empirických vztahů různých autorů.

9. Porovnání experimentální a teoretické závislosti Gasterstädtova součinitele k na rychlosti dopravního vzduchu v_v

- 1 — experimentální závislost autora;
 2 — teoretická závislost autora podle (7); 3 — empirický vzorec Džadziův 23 (viz tab. I); 4 — MTIPP 12; 5 — VNIZ 13



Podle obrázku 9 je shoda našeho teoretického a experimentálního řešení vynikající. Obě křivky mají též charakteristický průběh — prudký vzestup v oblasti malých rychlostí dopravního vzduchu, což dobře souhlasí s pozorováním jiných autorů [22, 32, 39]. V této kvalitativní shodě spatřujeme potvrzení toho, že náš teoretický vztah (7) správně odhaluje složitou fyzikální podstatu Gasterstädtova součinitele.

Ostatní křivky podle empirických vztahů různých autorů sice dobře souhlasí s naším příkladem v oblasti vyšších rychlostí dopravního vzduchu, používaných prakticky při pneumatické dopravě, avšak zmíněný charakteristický vzestup nemají. Znamená to tedy, že jich lze sice dobře použít pro praktické výpočty pneumatické dopravy, ale fyzikální podstatu Gasterstädtova součinitele nevystihují.

Současně však vidíme jistý kvantitativní nesouhlas obou našich křivek. Zatímco teoretická závislost ubíhá do nekonečna při rychlosti vzduchu rovné rychlosti vznosu částice $v_v = 9,000$ (m s^{-1}), experimentální křivka dosahuje nekonečně velké hodnoty při rychlosti vzduchu přibližně o $2,5$ (m s^{-1}) nižší. Tento nesouhlas obou našich křivek lze vysvětlit takto: výchozí teoretická rovnice (4) byla odvozena a platí tedy pro pohyb částice ve vznosu, kdy vztlak převažuje nad tíhou částice. Pokud je tato podmínka splněna, tj. při vyšších rychlostech dopravního vzduchu, odpovídá teoretické řešení skutečnosti a obě křivky spolu splývají. Při nižších rychlostech vzduchu však vztlak klesá [26, 27], vznos částic se porušuje, částice se usazují na dně potrubí, avšak pohybují se po něm dále přesypy či smýkáním. Rychlost vzduchu, dostatečná k takovému pohybu, je v našem případě zřejmě nižší než rychlost vznosu částice.

Lze předpokládat, že ještě přiléhavějšího popisu procesu vodorovné pneumatické dopravy by bylo možno dosáhnout takto: sestavit dvě diferenciální rovnice pohybu částice, a to

- a — pro pohyb částice ve vznosu — vztah (7),
- b — pro pohyb částice smýkáním po dně potrubí.

Dále sestavit rovnici c pro vznos částice. Použít této rovnice jako výhybky pro přepínání řešení z rovnice a na b . K takovému řešení by byla neobyčejně výhodná analogová výpočetní technika.

5. Z Á V Ě R

1. Rovnice (7) odhaluje složitou fyzikální závislost Gasterstädtova součinitele na řadě parametrů pneumatické dopravy.

2. Naše teoretické řešení je původní — v prostudované literatuře se nevyskytuje. Klíčem k němu byla autorem odvozená diferenciální rovnice (4), která nemohla být prakticky vyřešena bez pomoci moderní výpočetní techniky.

3. Potvrdil se náš názor, že k odhalení fyzikální podstaty Gasterstädtova součinitele vede nejspolehlivěji teoretické odvození.

4. Závislost (7) plně potvrzuje názory Adama [1], Dorfmana [11], Dzjadzia [15], Karpova [23], Lemppa [30], Pražáka [32], Uspenského [38] a jiných, že totiž hydrodynamické ztráty při pneumatické dopravě jsou funkcí rychlosti částic dopravovaného materiálu. To je dalším dokladem toho, že studium rychlosti částic podél potrubí má hluboký praktický význam.

5. Byla nastíněna cesta dalšího zdokonalení matematického modelování procesu vodorovné pneumatické dopravy zrnitých materiálů.

Došlo dne 20. 2. 1967

1. Adam, O.: Feststoffbeladene Luftströmung hoher Geschwindigkeit. Chemie-Ingenieur-Technik, 1957, 3. — 2. Altšul, A. D.: Zakon soprotivlenija truboprovodov. Doklady AN SSSR, 1951, 76, 6. — 3. Balacko, L. D.: Issledovanie processa transportirovanija semjan pnevmatičeskim sposobom. These kandidátské disertace, VIM-VIESCH, Moskva, 1960. — 4. Bannister, H.: Theory and Design of Pneumatic Transport Systems - I. Chemical and Process Engineering, 1959, 7. — 5. Baranov, I. V.: Effektivnost pnevmatičeskogo transportirovanija semjan lina. Doklady VASCHNIL, 1965, 2. — 6. Bauer, F. aj.: Základy proudění (letecký průvodce 2). Vědecko-technické nakladatelství, Praha, 1950. — 7. Bild, A.: Pneumatická doprava, II - doprava materiálu. Studijní podklady ZVVZ, Milevsko, 1962. — 8. Binko, J.: Fyzikální a technické veličiny. Nové zákonné měrové jednotky v soustavě SI. SNTL, Praha, 1964. — 9. Bronštejn, I. N. aj.: Spravočnik po matematike dlja inženěrov i učačichsja VTUZov. Gostěotěchlitizdat, Moskva, 1957. — 10. Brounštejn, B. I. aj.: Osnovy teorii pnevmatičeskogo transporta - I, II. Žurnal tečničeskaj fiziki, 1953, 23, 1. — 11. Dorfman, M. Ch.: Pnevmatičeskij transport zerna i produktov jego pererabotki. Chleboizdat, Moskva, 1960. — 12. Drexler, J. aj.: Úvod do metodiky experimentálních prací. Rukopis ZŠP VZLÚ, Praha, 1958. — 13. Dzjadzio, A. M.: K voprosu o gidrodinamike pnevmatičeskogo transporta. Izvěstija VUZov - Piščevaja tečnologija, 1959, 4. — 14. Dzjadzio, A. M. aj.: Pnevmatičeskij transport zernovych produktov v gorizontálnych trubach. Izvěstija VUZov - Piščevaja tečnologija, 1960, 3. — 15. Dzjadzio, A. M.: Pnevmatičeskij transport na zernopererabatyvjuščich predprijatijach. Zagotizdat, Moskva, 1961. — 16. Gasterstädt, J.: Pnevmatičeskij transport - experimentalnoje issledovanie. Izdatěstvo Severo-zapadnogo Oblprombjuro VSNCH, Leningrad, 1927. — 17. Gončarevič, I. F.: O soprotivljenii dvizenija po truboprovodu pri pnevmatičeskom transportirovanii. Izvěstija AN SSSR OTN, 1955, 7. — 18. Chaskelberg, I. G.: Issledovanie gidrotransporta pěščanych, pěščano-graviynych i graviynych gruntov po gorizontálnym trubam. These kandidátské disertace, VNIIGM, Moskva, 1962. — 19. Chlobystov, N. M.: Issledovanie raboty pnevmatičeskogo zernopul'ta-peregružatělja zerna. These kandidátské disertace, SCHI, Saratov, 1958. — 20. Chlobystov, N. M.: Opredělenije optimalnoj dliny trubys zernopul'ta i skorosti těl v naklonnom potoke. Traktory i selchozmašiny, 1959, 2. — 21. Jarkovskij, E.: Základy praktického výpočtu clon, džy a trubic Venturiho. SNTL, Praha, 1958. — 22. Kalinuškin, M. P. aj.: Pnevmatičeskij transport v stroitělstvě - Gosstrojizdat, Moskva, 1961. — 23. Karpov, A. I.: Eksperimentalnoje issledovanie skorosti častice i soprotivljenij pri pnevmotransportě metodom radioaktivnych indikatorov. Izvěstija VUZov - Energetika, 1961, 3. — 24. Kemmer, A. S. aj.: Nomogrammy dlja rasčeta truboprovodov gorizontalnogo pnevmatičeskogo transporta. Izvěstija VUZov - Piščevaja tečnologija, 1962, 3. — 25. Kemmer, A. S. aj.: Analiz energojemkosti gorizontalnogo pnevmatičeskogo transporta. Izvěstija VUZov - Piščevaja tečnologija, 1962, 4. — 26. Korn, A. M.: Teoretičeskije predposylki usověšenstvovanija pnevmotransportěrov zerna. Trudy VIM, 1963, 32. — 27. Korn, A. M.: O prirodě sil, vzvėšivajuščich zerno pri gorizontálnom pnevmotransportirovanii. Doklady VASCHNIL, 1964, 4. — 28. Korobov, M. M. aj.: Issledovanie napornogo gidrotransporta jačměna. Izvěstija VUZov - Piščevaja tečnologija, 1960, 4. — 29. Korobov, M. M.: Pnevmo- i gidro-transport v piščevoj promyšlennosti. Gostěchlitizdat USSR, Kijev, 1963. — 30. Lemp, M.: Physikalische und wirtschaftliche Probleme der pneumatischen Förderung. Hebezeuge und Fördermittel, 1961, 1. — 31. Machálek, M.: Clony a džy pro měření průtočného množství. Energetika, 1955, 12. — 32. Pražák, V.: Pneumatická doprava. Učební texty vysokých škol, SNTL, Praha, 1961. — 33. Smoldyrev, A. E.: Někotoryje zakonoměrnosti pnevmatičeskogo transporta nasypnych materiálov po trubam. Doklady AN SSSR 95, 1954, 3. — 34. Smoldyrev, A. E.: O dvizenii aerosmėsej v trubach. Izvěstija AN SSSR OTN 1957, 9. — 35. Smoldyrev, A. E.: Truboprovodnyj transport. Gosgortěchizdat, Moskva, 1961. — 36. Uematu, T. aj.: Pressure Loss in the Pneumatic Conveyance of Granular Solids. Japan Science Review of Mechanical and Electrical Engineering 7, 1960, 1. — 37. Urban, J.: Pneumatická doprava. SNTL-SVTL, Praha, 1964. — 38. Uspenskij, V. A.: Skorosti častice i koeficienty soprotivljenija pri pnevmotransportě. Za ekonomiju topliva, 1951, 3. — 39. Uspenskij, V. A.: Pnevmatičeskij transport. Metallurgizdat, Sverdlovsk, 1959. — 40. Vávra, A.: Rychlost častice při pneumatické dopravě, I - teoretické řešení. Zemědělská technika, 1965, 10. — 41. Vávra, A.: Pneumatická doprava zrna - teoretický a experimentální výzkum rychlosti do-

pravovaných částic. Kandidátská disertace, VÚZT, Řepy u Prahy, 1966. — 42. Vávra, A.: Rychlost částic při pneumatické dopravě, II - experimentální výzkum. Zemědělská technika, 1966, 5. — 43. Vogt, E. G. aj.: Friction in the Flow of Suspensions. Industrial and Engineering Chemistry, 1948, 9. — 44. Weidner, G.: Grundsätzliche Untersuchung über den pneumatischen Fördervorgang, insbesondere über die Verhältnisse bei Beschleunigung und Umlenkung. Forschung auf dem Gebiete der Ingenieurwesens 21, 1955, 5. — 45. Welschhof, G.: Pnevmatičeskij transport pri vysokoj koncentraciji pereměščajemogo materiala. Kolos, Moskva, 1964.

Коэффициент Гастерштадта при пневматическом транспортировании

Коэффициент Гастерштадта k в уравнении (1) для перепада давлений при пневматическом транспортировании материала является предметом исследований ряда авторов уже с 1924 года. Ряд экспериментальных значений и эмпирических формул (табл. I), однако, пока что не раскрывает физическую сущность этого коэффициента.

Оказалось, что составленное и проверенное нами дифференциальное уравнение движения частицы в трубопроводе (4) является ключом также для теоретического вывода зависимости (7) для коэффициента Гастерштадта. В эту зависимость входит также выражение (8).

Теоретическая зависимость (7) подробно сравнивается на выбранном примере (табл. III) с литературными данными о влиянии отдельных параметров пневматического транспорта на коэффициент Гастерштадта (рис. 2—8). Было установлено, что она удовлетворяет эмпирическим зависимостям.

Экспериментальными работами автора было подтверждено хорошее качественное согласие теоретической и экспериментальной зависимостей коэффициента Гастерштадта k от скорости транспортирующего воздуха v_v (рис. 9). Определенное количественное несоответствие обеих кривых можно объяснить нарушением условий взвешивания частиц при пониженных скоростях транспортирующего воздуха, которые явились предпосылкой при выводе дифференциального уравнения (4).

The Gasterstädt's Coefficient in the Pneumatic Conveyance

The Gasterstädt's coefficient k in the equation (1) for the calculation of the pressure drop in the pneumatic conveyance of the materials has been researched by a number of scientists since 1924. A number of experimental values and empirical formulae (see table I) has up to now not truly expressed the physical essence of this coefficient.

It turned up, that the differential equation for the movement of particles in the pipeline (4), set up and proved by the author, was a key to the theoretical relation (7) for the Gasterstädt's coefficient, in which expression (8) appears.

The theoretical expression (7) was compared in detail in an example (table III) with the data and information of the literature on the influence of the different parameters of the pneumatic conveyance on the Gasterstädt's coefficient (see figs. 2—8). It proved to comply with the empirical experience.

The results of the experiments carried out by the author, proved a sufficient qualitative compliance of the theoretical and experimental relation of the Gasterstädt's coefficient k to the velocity of the conveying air v_v (fig. 9). A certain quantitative discordance of the both curves can be explained by the failure of conditions for the upthrust of particles with lower velocities of conveying air, under which the initial differential equation (4) was derived.

Adresa autora:

Ing. Alois Vávra, CSc., Výzkumný ústav vzduchotechniky, Praha 10 - Malešice, Počernická 96

631.364.7 : 621.867 631.812 : 54—162

■ Uprava průmyslových hnojiv granulováním přináší, kromě agrotechnických předností, značné zlepšení jejich vlastností z hlediska manipulace, skladování i rozmetání. Jejich stav, odpovídající chování sypkého materiálu, se však po určité době změní, začnou se chovat jako materiál nesypký a vyprazdňování skladovacích zásobníků je obtížné. Doba, ve které si hnojiva zachovávají vlastnosti sypkého materiálu, je ovlivňována mnoha faktory. Předkládaný příspěvek se zabývá rozborem faktorů fyzikálních, které mají vliv na chování granulovaných průmyslových hnojiv v zásobnících.

CHARAKTERISTIKA POUŽITÝCH HNOJIV

Pro zkoušky bylo použito průmyslových hnojiv, dodaných v papírových pytlích Výzkumným ústavem anorganické chemie (VÚANCH), Ústí nad Labem. Pro porovnání byla tato hnojiva doplněna holandským granulovaným hnojivem Kormix ze skladu účelového hospodářství VÚZT.

Použitá granulovaná hnojiva jsou uvedena v tabulce I.

Byla-li v některých případech charakteristika hnojiv z experimentálních důvodů upravována (zvláště jde o granulometrické složení), je na to v příslušné stati poukázáno.

METODIKA SLEDOVÁNÍ TOKU V ZÁSOBNÍCÍCH, VOLBA A POPIS EXPERIMENTÁLNÍHO ZAŘÍZENÍ

Typ experimentálního zásobníku byl volen z těchto hledisek:

- Pro naplňování dopravních prostředků nebo i rozmetadel v polních podmínkách bude výhodnější jednostranný typ zásobníku.
- Z hlediska pohybu částic při vyprazdňování zásobníku (i z experimentálních důvodů) bude výhodnější, aby docházelo jak k sekundárnímu, tak k primárnímu pohybu částic. Je tedy vhodný zásobník s vodorovnou výpustí.
- Aby bylo možno aplikovat poznatky na provozní zásobníky, je třeba respektovat zásady teorie podobnosti. Jelikož nejsou známy vstupní veličiny, je třeba provést obdobná měření alespoň na třech geometricky podobných zařízeních.
- Pro zlepšení sledování procesů je zapotřebí průhledná stěna zásobníku.

I. Použitá granulovaná hnojiva

Druh	Výrobce	Obsah živin %				Vlhkost (%)	
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgSO ₄		
NPK	VCHZ Semtín ČSSR	9—10	10,5—12,5	17,5—19,5	4—5	4,3—6,15	
Kormix	N. V. Zuid — Chemie, Sas Van Gent Holland	20	10	10	—	3,7—5,6	
Ledek	SCHZ Lovosice ČSSR	25	—	—	—	3,0—5,1	
Granulometrické složení							
NPK	max (mm)	5	3	2	1	0,5	0,25
	%	5,3	48,8	38,3	7,3	0,2	0,1
Kormix	max (mm)	3	2	1	0,5	0,25	
	%	44,3	32,3	19,5	3,6	0,3	
Ledek	max (mm)	3	2	1	0,5	0,25	pod 0,25
	%	2,0	37,1	53,4	6,3	0,9	0,3

II. Rozměry použitých zásobníků pro zkoušky granulovaných průmyslových hnojiv

Velikostní třída	Rozměry (mm)						
	A*)	B	C	D	E	F	G
1	882	274	392	206	137	137	78
2	630	196	280	147	98	98	56
3	450	140	200	105	70	70	40

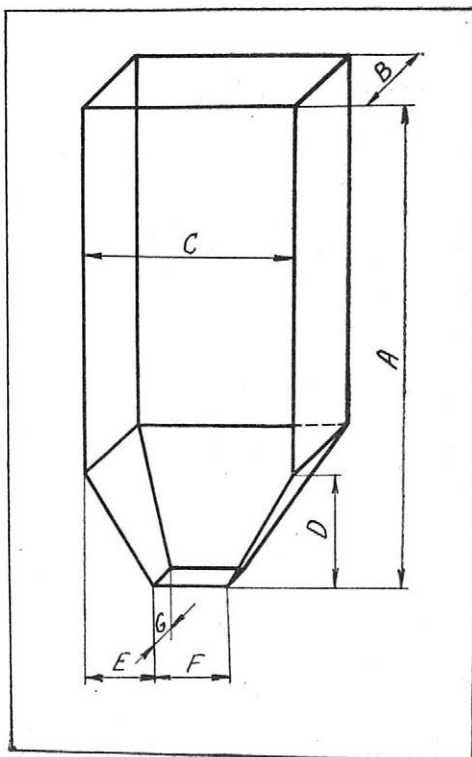
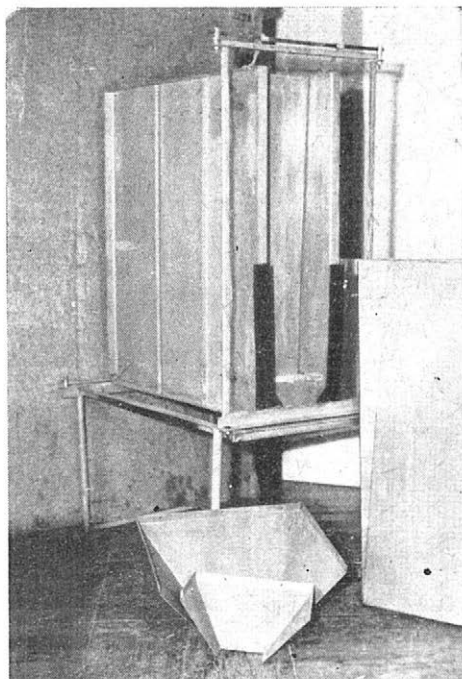
*) rozměr A není v tomto případě konstrukční výškou zásobníku, ale výškou hladiny náplně

Popis experimentálního zásobníku

Experimentální zásobník je řešen jako univerzální, jednoduše přestavitelný na různé typy výměnou některých částí (obr. 1).

Základní konstrukci tvoří přední skleněná stěna v rámu z ohýbaného plechu, která je pevně spojena s vodorovným rámem, upraveným pro zasunování ple-

chového dna. Boční pohyblivé stěny zásobníku mají trojnásobné vedení: přesuvné objímky na tyči nad přední stěnou, přesuvné kameny v drážce pod přední stěnou a přesuvné objímky na tyči v zadní části vodorovného rámu. Zadní stěna zásobníku a různé druhy nálevek a výpustí jsou výměnné podle potřeby a zachycují se šrouby do přesuvných bočních stěn. Na obrázku 2 je schematicky znázorněn typ zásobníku s kótami, jejichž rozměry jsou pro použité velikostní třídy v tabulce II.



1. Přestavitelný experimentální zásobník 2. Schéma použitého typu zásobníku

Zkoušky průmyslových hnojiv byly sledovány z těchto hledisek:

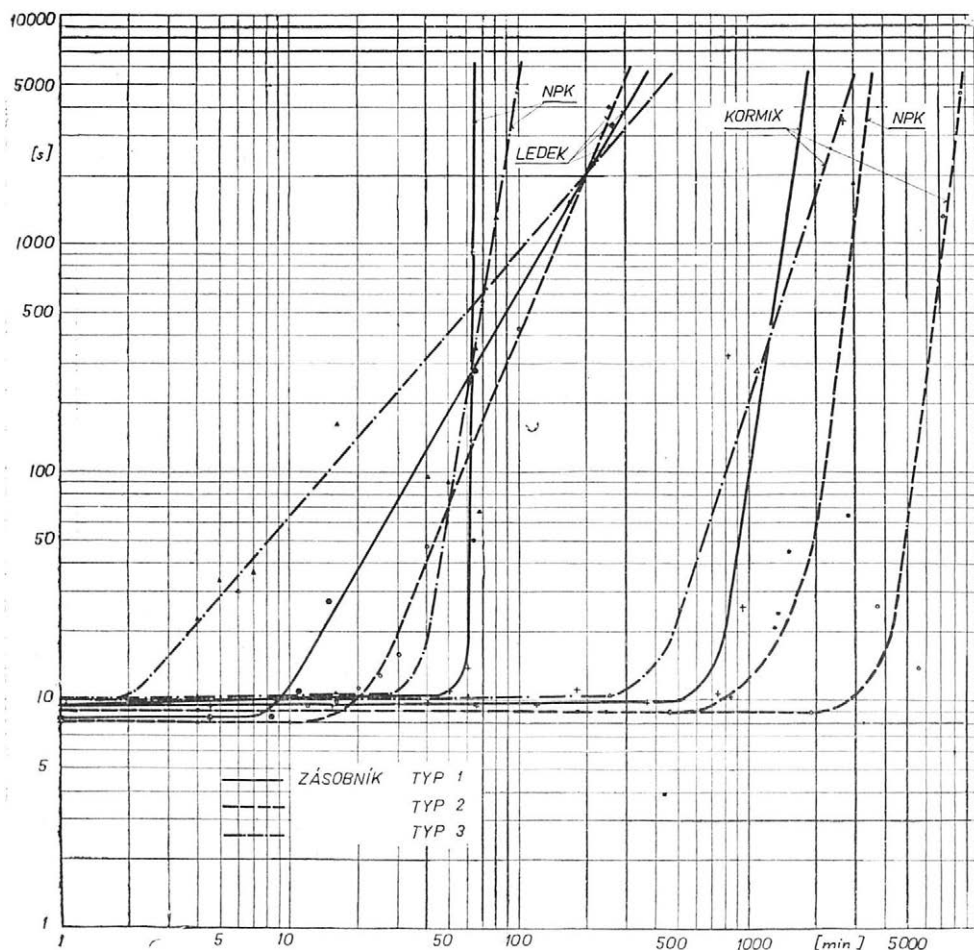
1. Obecné určení vhodnosti zkoušených materiálů pro skladování a především vyskladňování ze zásobníků.
2. Stanovení vlivu velikosti granulí na rychlost vyprazdňování v závislosti na velikosti zásobníku.
3. Sladování některých teoretických otázek sypání průmyslových hnojiv.

Zkoušky byly konány v laboratoři agrofyziky VÚZT, kde byla v mezích možností udržována konstantní teplota a vlhkost.

Zásobníky byly sledovány v pořadí 3, 2, 1 (označeno podle tabulky II). Plněny byly volným nasypáváním do výšky hladiny A (tab. II) a vyprazdňovány po skladování podle časové řady 1, 4, 16, 64, 256 min atd. Doba vyprazdňování (toku) byla měřena stopkami. Jednotlivá měření byla několikrát opakována.

vána (v této základní řadě) a při dosažení maxima doby, po kterou je materiál v sypkém stavu, bylo pak pole obratu prověřováno jednotlivými měřeními s malými rozdíly doby skladování.

Měřené hodnoty doby vyprazdňování jsou znázorněny graficky na obrázku 3.



3. Závislost času potřebného k vyprázdnění zásobníku na době skladování

ROZBOR NAMĚŘENÝCH HODNOT

Tok granulovaných průmyslových hnojiv v zásobnících lze rozdělit na dva základní stavy:

- sypký,
- nesypký.

Ad a) Doba, po kterou materiál zůstává v sypkém stavu, je charakterizována plynulým tokem při vyprazdňování zásobníku se všemi typickými znaky sypkých materiálů. Čas potřebný k vyprázdnění je přibližně nezávislý na době skladování (obr. 3 — přímky přibližně rovnoběžné s osou x). Doba, po kterou je ma-

terál v sypkém stavu, je pro různé druhy hnojiv rozdílná a její délku trvání můžeme považovat za základní kritérium vhodnosti úpravy hnojiva ke skladování v zásobnících.

Z naměřených hodnot je možno sestavit hranici doby, po kterou je materiál v sypkém stavu, tak, jak se projevila ve zkouškách (tab. III).

I když se uváděné hodnoty pro jednotlivé druhy hnojiv značně liší, je možno vyslovit tento závěr: z porovnávaných hnojiv se pro skladování v zásobnících ukazuje jako nejvhodnější Kormix, pak NPK a nejméně vhodný je ledek.

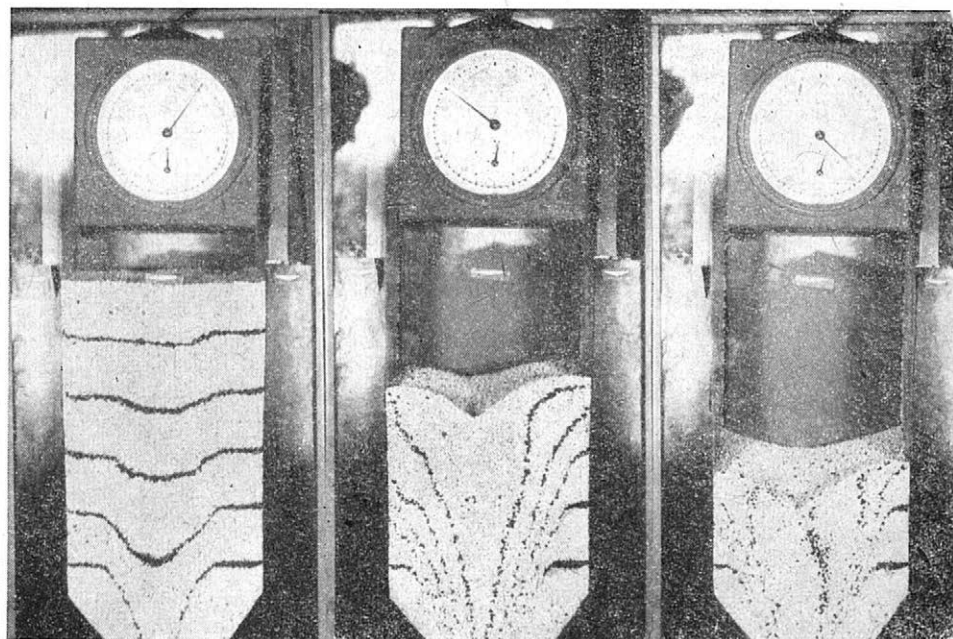
Některé charakteristické rysy toku v době, kdy se materiál chová jako sypký, jsou patrné z obrázku 4. Pro tyto pokusy byl zásobník plněn tak, že zkoušené hnojivo bylo pravidelně prokládáno pomocí speciálního zařízení vrstvou obarvených granulí z téhož materiálu.

Vytváření elipsoidu primárního pohybu je patrné na obrázku 4a. Dochází zde k pohybu celého společenství zrn a jednotlivá zrna nemění podstatně své postavení, pokud je hodnotíme podle průběhu myšlených os vedených zrnem.

Vytvoření nálevky odtoku s elipsoidem sekundárního pohybu, ve kterém — kromě základního pohybu primárního — mají zrna svůj samostatný pohyb, při kterém se zcela mění poloha myšlených os, je patrné na obrázku 4b.

III. Hranice doby, po kterou jsou průmyslová hnojiva v sypkém stavu

Druh hnojiva	Naměřené hodnoty (min)	
	minimální	maximální
NPK	20	1020
Kormix	236	1970
Ledek	1	10



a

b

c

4. Granulované průmyslové hnojivo v sypkém stavu

Tento pohyb je zvláště dobře vidět na obrázku 4c. Z tohoto obrázku také vyplývá, že vliv sklonu stěn nálevky zásobníku nemá na tok hnojiva prakticky žádný vliv (neporušené okraje spodní černé čáry). To znamená, že větší sesípkování stěn nemá zlepšující účinek na tok materiálu, má vliv pouze na úplné vyprázdnění zásobníku.

Dále je z obrázku zřejmé, že na vyprazdňování zásobníku nemá vliv materiál vnitřních stěn, neboť vzhledem ke stěnám nedochází k žádnému pohybu, pouze k volnému odtoku směrem k nálevce. Tření má vliv pouze u dna násypky, kde může ovlivnit konečné vyprázdnění.

Ad b) Stav, kdy je materiál nesyypký, je možno rozdělit na dvě části:

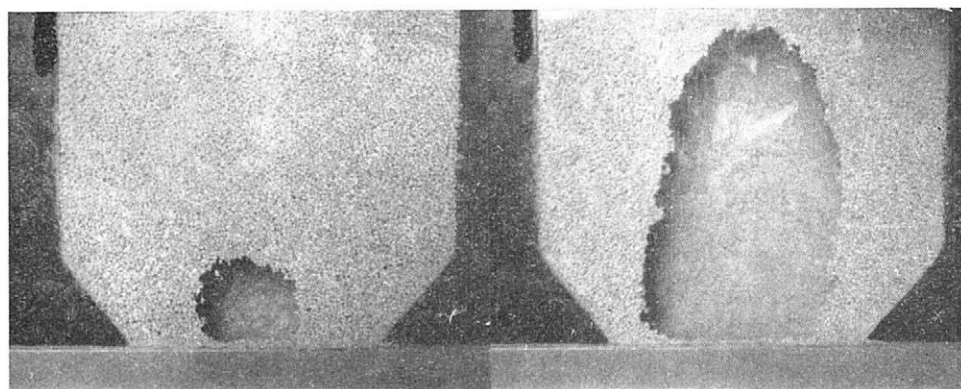
1. Vytvořená vzpěrná klenba se postupně zvětšuje, až se samovolně propadne a dojde k vyprázdnění v podstatě jako v době, po kterou je materiál v sypkém stavu.

2. Vytvořená vzpěrná klenba se nezvětšuje, materiál zůstává bez pohybu a k vyprázdnění nedojde. Tento stav není ve výsledcích zaznamenán, protože nebyly stanoveny minimální doby skladování, při kterých nedojde k vyprázdnění.

Stav, kdy je materiál nesyypký, je charakterizován nelineární závislostí doby vyprazdňování na době skladování, kterou je možno v logaritmických souřadnicích nahradit uspokojivě přímkou. Fáze přechodu sypké oblasti v nesyypkou je na obrázku 3 vyznačena obloukem; v některých případech však je tento přechod velmi náhlý a z uskutečněných měření není možno posoudit, zda jde o jev náhodný nebo zákonitý. V některých případech by totiž mohla být křivková přechodová fáze nahrazena lomenou přímkou.

Z uskutečněných měření je zřejmé, že v době, kdy je materiál nesyypký, se čas potřebný k vyprázdnění pohybuje od hodnoty blízké času pro dobu, po kterou je materiál v sypkém stavu, až po čas nekonečně velký. Mimo ∞ hodnoty bylo při našich zkouškách dosaženo maximálních časů pro Kormix a ledek, a to přibližně 40X větších než pro tok ve fázi sypké.

Vytváření klenby v době, kdy je materiál nesyypký, je zachyceno na obrázku 5.



a

b

5. Granulované průmyslové hnojivo v nesyypkém stavu

Vidíme, že těsně po otevření zásobníku dochází k vytvoření vzpěrné klenby (obr. 5a), která má přibližně tvar koule. Tato klenba se rozšiřuje směrem nahoru a přechází ve tvar připomínající elipsoid.

Na obrázku 5b vidíme již velmi rozsáhlý vzpěrný elipsoid, který se zřejmě podobá narůstajícímu elipsoidu primárního pohybu.

K poměrům zachyceným na obrázku 5b dochází pouze tehdy, chová-li se materiál podle bodu 1, tj. přesáhne-li síla, způsobující primární pohyb, síly soudržnosti, dojde k propadnutí klenby a ve většině případů k vyprázdnění zásobníku. V případě podle bodu 2 dochází maximálně k vytvoření vzpěrné klenby podle obrázku 5a.

ROZBOR VÝSLEDKŮ Z HLEDISKA TEORIE PODOBNOSTI

Pro chování granulovaných průmyslových hnojiv v zásobnících lze velmi těžko odhadnout základní vstupující veličiny problému tak, aby bylo možno sestavit řadu nezávislých bezrozměrných argumentů, které proces popisují. K vytvoření shodnosti poměrů na modelu a při skutečném provedení je také třeba úplné nebo alespoň částečné podobnosti modelu a skutečného provedení. Je zřejmé, že i při zanedbání různých drsností povrchů atd. zůstává hlavní otázkou zachování geometrické podobnosti granulí, kterou není možno uspokojivě vyřešit.

K osvětlení uplatnění vlivu měřítka zmenšení je nutné měření na modelech v různých zmenšeních. V našem případě byla měření provedena na třech geometricky podobných zásobnících s tím, že bylo použito stále stejných granulí.

Výsledky tohoto pokusu jsou graficky znázorněny na obrázku 3. Z rozboru grafu vyplývají tyto skutečnosti:

a) V době, po kterou je materiál v sytkém stavu, se čas potřebný k vyprázdnění všech hnojiv i všech zásobníků pohybuje v rozmezí dvou vteřin. Z hlediska vlivu měřítka zmenšení by pro možnost zanedbání geometrické podobnosti granulí měl být čas pro vyprázdnění konstantní. Jelikož tomu tak přesně není, je v další části pojednání proveden pro tento čas test shody variability a test významnosti rozdílů průměrných hodnot pro jednotlivé druhy hnojiva. Jelikož nejde o výběry s velkou četností, bylo testováno pomocí Fischerovy proměnné F a Studentovy proměnné t , definovaných známými vztahy. Významnost hodnot F a t byla stanovena podle Pechoče [7]. Srovnání s kritickými hodnotami F_p a t_a na příslušných hladinách významnosti je v tabulce IV.

V zesíleném rámečku jsou hodnoty, kde je shoda variability a průměrů významná, v dvojitém rámečku je shoda vysoce významná.

Je zřejmé, že hypotézu o shodě variability a průměrů doby vyprazdňování pro stav, ve kterém jsou hnojiva sytká, nelze jednoznačně přijmout, ani ve všech případech zamítnout. Např. u zásobníků 2 a 3 je shoda u Kormixu a u NPK významná a vysoce významná. Naproti tomu v kombinaci se zásobníkem 1 není shoda významná v žádném případě.

Jestliže bychom uvažovali, že nesoulad je způsoben zvětšující se velikostí zásobníků a konstantními granulemi, pak by logicky měly být také seřazeny vztupně nebo sestupně podle zásobníků i střední hodnoty doby vyprazdňování. Jelikož tomu tak není, je třeba hledat nesoulad převážně v objektivních příčinách, např. v nepřesnosti provedení zásobníků, jejich utěsnění atd.

Vzhledem k těmto skutečnostem, i když nebyla v plném rozsahu potvrzena hypotéza o shodě variability a průměru doby vyprazdňování, lze přibližně říci,

IV. Porovnání variability a průměru doby, po kterou je materiál v sypkém stavu v geometricky podobných zásobnících

Druh hnojiva	Typ zásobníku	Průměrná doba (s)	Rozptyl (s ²)	F	F_p	t	t_α
Ledek	1	11,200	0,008	$\frac{1}{2}$ 39,625	0,01 10,7	$\frac{1}{2}$ 11,15	0,01 3,25
	2	8,320	0,317	$\frac{2}{3}$ 17,407	0,01 4,32	$\frac{2}{3}$ 38,40	0,01 2,86
	3	8,256	0,027	$\frac{1}{3}$ 3,375	0,05 9,72	$\frac{1}{3}$ 39,70	0,01 2,85
Kormix	1	11,733	0,055	$\frac{1}{2}$ 8,288	0,01 11,00	$\frac{1}{2}$ 37,5	0,01 3,17
	2	8,833	0,007	$\frac{2}{3}$ 1,313	0,1 3,21	$\frac{2}{3}$ 1,62	0,1 1,71
	3	9,550	0,009	$\frac{1}{3}$ 6,216	0,01 4,17	$\frac{1}{3}$ 32,37	0,01 2,80
NPK	1	12,000	0,272	$\frac{1}{2}$ 1,079	0,1 2,45	$\frac{1}{2}$ 10,43	0,01 2,92
	2	9,183	0,252	$\frac{2}{3}$ 1,714	0,1 3,90	$\frac{2}{3}$ 2,65	0,01 2,79
	3	9,652	0,147	$\frac{1}{3}$ 1,850	0,1 2,31	$\frac{1}{3}$ 10,82	0,01 2,86

U hodnot F_p a t_α je v levém horním rohu uvedena příslušná hladina významnosti

že geometricky podobný zásobník by se zřejmě vyprazdňoval v době, po kterou je materiál v sypkém stavu, v čase blízkém 10 s.

b) Doba, po kterou je materiál v sypkém stavu, vykazuje určitou řádovou podobnost pro typ zásobníků 1 a 3 u NPK a Kormixu a u všech tří typů pro ledek. U zásobníků 2, zvláště pro NPK a Kormix, vykazuje značný rozdíl; tendence je však podobná — sypký stav je v obou případech značně delší než u typu 1 a 3. Přesto, že tyto skutečnosti ukazují určité podobné charakteristiky, nelze říci, s ohledem na uváděné další skutečnosti (např. vlhkost, teplotu, velikostní separaci granulí při manipulaci atd.), jak se bude materiál přesně chovat i v geometricky podobných větších zásobnících.

Lze tedy pouze přibližně soudit, že doba, po kterou je materiál v sypkém stavu, bude v podobných případech skladování v zásobníku v mezích udávaných tabulkou III.

Celkově lze říci, že pokusy jednoznačně neprokázaly, že při modelových pokusech se zásobníky je možno zanedbat geometrickou podobnost granulí. Výsledky získané tímto způsobem lze považovat při další aplikaci pouze za hrubé vodítko.

ROZBOR VÝSLEDKŮ Z HLEDISKA FYZIKÁLNÍCH VLASTNOSTÍ PRŮMYSLOVÝCH HNOJIV

Podle Foresta, Míčka, Kordíka a Nývltů [3] jsou příčiny nespokojenosti průmyslových hnojiv ovlivněny řadou faktorů, které je možno rozdělit do těchto dvou skupin:

1. Teplota skladování, amplituda výkyvů teplot, rychlost teplotních změn, doba skladování, popř. počet teplotních změn, tlak při skladování.
2. Chemické složení hnojiv a další fyzikální znaky, např. granulometrické složení, jejich tvrdost, popř. plasticita apod.

Velkou řadou těchto jevů se velmi podrobně zabývá VÚANCH v Ústí n. L. Uvádíme proto rozbor pouze z hledisek vlastních fyzikálních vlastností jednotlivých průmyslových hnojiv, sledovaných ve VÚZT se zvláštním zřetelem k velikosti granulí:

Fraktory uváděné v první skupině (hlavně teplotní) by teoreticky měly působit v jednotlivých hnojivech tím intenzivněji, čím větší bude mezerovitost hnojiv. Z této úvahy vyplývá, že pro odolnost hnojiv proti nespokojenosti by tedy bylo výhodné, aby procento mezerovitosti bylo co nejmenší.

Prakticky naměřené hodnoty mezerovitosti [2] o této otázce přesvědčivě neinformují; proto byl proveden rozbor teoretický.

Mezerovitost je možno vypádit vztahem

$$M = 1 - \frac{V_p}{V_c}$$

kde: V_p = objem pevné fáze

V_c = celkový objem zaujatý plynou a pevnou fází

Teoreticky lze granule považovat za koule o průměru D , které je možno naskládat do krychle např. o straně L (obr. 6), kde pak je

$$L = D (\sqrt{2} + 1)$$

Aplikujeme-li tuto úvahu na zásobník granulovaných hnojiv, je možno říci, že poměr $L \ll D$. Dále uvažujeme, že po délce každé hrany krychle bude n koulí, a pak bude

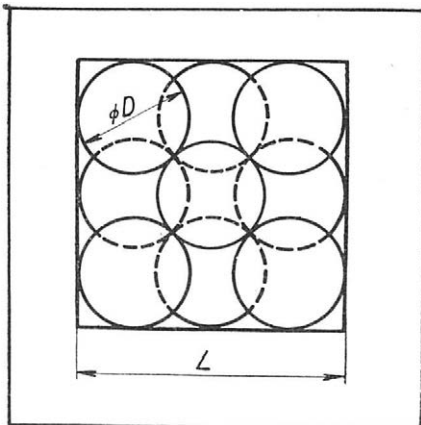
$$L = D [(n - 1) \sqrt{2} + 1]$$

celkový objem zaujatý plynou a pevnou fází

$$V_c = D^3 [(n - 1) \sqrt{2} + 1]^3$$

a objem pevné fáze

$$V_p = \frac{\pi D^3}{6} [n^3 + 3n(n - 1)^2]$$



6. Uspořádání ideálních granulí v elementární krychli

Jelikož $L \gg D$, můžeme provést limitu poměru objemů V_p a V_c pro n blížíci se nekonečnu. Po dosazení a úpravě pak bude

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{V_p}{V_c} = \frac{\pi}{6} \sqrt{2}$$

a minimální mezerovitost $M_{min} = 25,9 \%$.

Je tedy zřejmé, že při možnosti zanedbání průměru velikosti granule k rozměrům zásobníků (tedy nezávisle na rozměru granulí) se mezerovitost teoreticky nemění. Z hlediska posouzení fyzikálních faktorů, majících maximální vliv na chování granulovaných průmyslových hnojiv při skladování a vyprazdňování zásobníků, lze tedy říci, že mezerovitost nemá zřejmě významný vliv.

Velmi důležitými vlastnostmi, které souvisí s jevy uvedenými na počátku rozboru výsledků ad b), jsou koeficient vnitřního tření, statická deformace a s tím související samovolné slehávání hnojiv. Z dřívější práce [2 — obr. 4] je patrné, že velikost koeficientu vnitřního tření není ve stejném pořadí jako je pořadí průmyslových hnojiv sestavené z hlediska vhodnosti ke skladování v zásobnících. Rozdíl hodnot není také tak velký, aby opravňoval k tvrzení, že koeficient vnitřního tření významně ovlivňuje dobu, po kterou je materiál v sypkém stavu při skladování.

Velmi špatné vlastnosti ledku přesvědčivěji ukazují obrázky 6 a 9 z citované stejné literatury [2]. U statické deformace je patrný výrazně strmější průběh závislosti deformace na zatížení u ledku proti Kormixu a NPK a ještě zjevnější je rozdíl při samovolném slehávání ve vrstvě 1 m.

Z rozboru hodnot naměřených v těchto posledních dvou případech vidíme, že výsledky spolu úzce souvisí (odpovídá tomu i pořadí křivek), ale vzájemně přesně neodpovídají velikosti naměřených hodnot. Chybí zde totiž u statické deformace vztah k velikosti granulí, který se plně odráží v grafu samovolného slehávání. Je tedy možno vyslovit domněnku, že na zhoršení vlastností působících potíže při skladování má vliv i velikost granulí a z toho vyplývající počet vzájemných dotyků.

Počtem dotyků je míněn součet míst, kde se ideální kulaté granule, naskládané např. do krychle, dotýkají stěn této krychle a také vzájemně mezi sebou.

Pro porovnání lze použít případu jako při zkoumání mezerovitosti.

Uvažujme granule o $D = 5$ mm, naskládané do krychle podle obrázku 6. Počet granulí v krychli bude 14 kusů a počet dotyků 64. Strana krychle bude 12,071 mm. Do téže strany je možno naskládat vedle sebe pět podobně uspořádaných krychlí s granulemi o $D = 1$ mm. Počet granulí o $D = 1$ mm bude pak v krychli o hraně $L = 12,071$ mm 1950 kusů a počet dotyků asi 10 000.

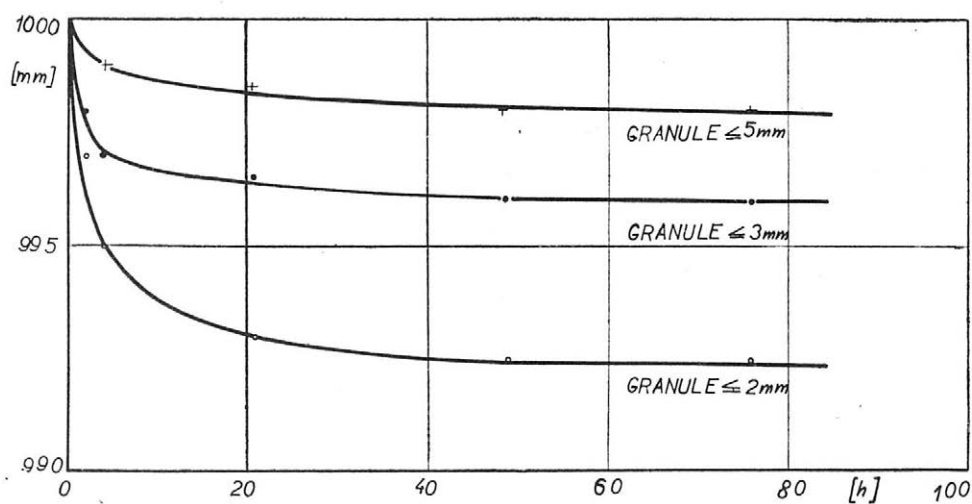
Z toho vyplývá, že tedy např. při zmenšení průměru granulí pětkrát stoupne počet styků v materiálu o stejném objemu asi 155 X.

Na základě těchto úvah lze tedy předpokládat, že velikost granulí má zřejmě významný vliv na chování granulovaných průmyslových hnojiv při skladování a vyprazdňování zásobníků.

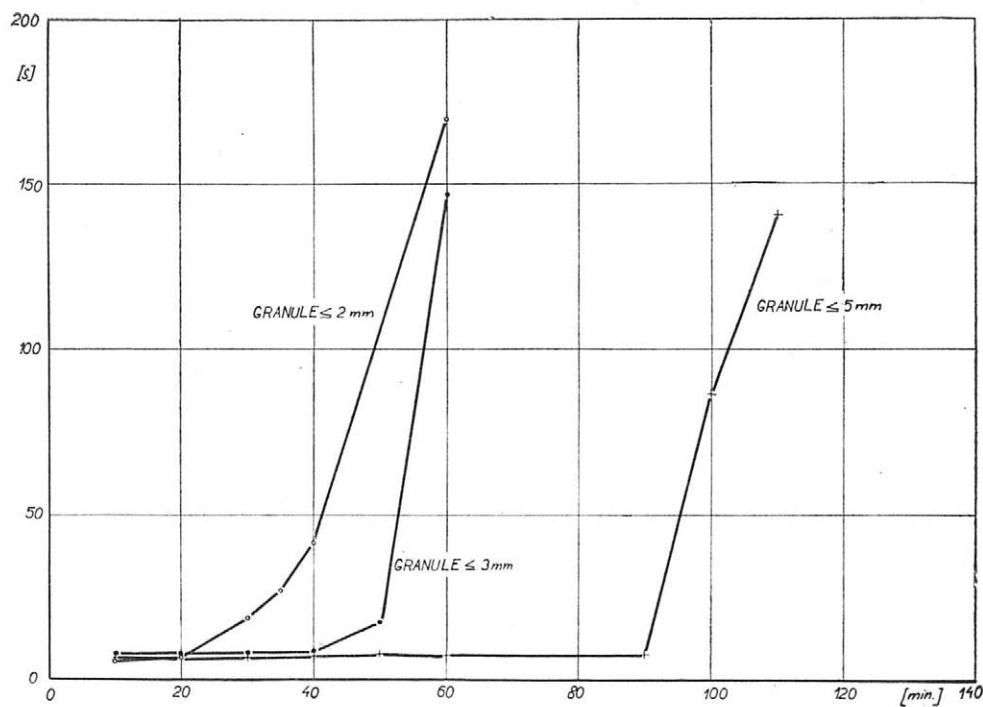
EXPERIMENTÁLNÍ OVĚŘENÍ VLIVU VELIKOSTI GRANULÍ

Pro experimentální ověření vlivu velikosti granulí na samovolné slehávání a na dobu, po kterou je materiál v sypkém stavu v zásobníku, bylo použito NPK, rozděleného na sítěch na tři frakce:

1. skupina — granule ≤ 2 mm
2. skupina — granule ≤ 3 mm
3. skupina — granule ≤ 5 mm



7. Slehávání metrové vrstvy NPK pro jednotlivé velikosti granuli



8. Závislost doby vyprazdňování na době skladování pro jednotlivé velikosti granuli

Průběh samovolného slehávání ve vrstvě 1 m je znázorněn na obrázku 7. Je patrné, že granule první skupiny se slehávají nejintenzivněji, druhé skupiny méně a třetí nejmeně.

Toto zjištění je v soulase se závěry vyslovenými v úvahách uvedených v předešlém.

Se stejným materiálem byla ještě ověřena délka doby, po kterou je materiál v sypkém stavu, pro jednotlivé velikostní skupiny granulí na zásobníku č. 3.

Grafické znázornění této závislosti je na obrázku 8. Vidíme, že se zvětšováním velikosti granulí se prodlužuje i doba, po kterou je materiál v sypkém stavu při vyprazdňování zásobníku.

Z provedených pokusů lze soudit, že domněnka o vlivu velikosti granulí (počtu vzájemných kontaktů) jako jednoho z určujících fyzikálních faktorů délky doby, po kterou je materiál v sypkém stavu, je správná. Z toho tedy vyplývá, že z hlediska přepravy a skladování jsou optimální co největší granule.

Jedním z dalších faktorů, který podle Kvapila [5] ovlivňuje vytváření klenb a nespypkost v zásobnicích, je podíl malých a nejmenších částíček v materiálu.

Podle dřívějších našich měření [2] je zřejmé, že při manipulaci dochází k samovolné separaci malých granulí a prachových částíček do spodních vrstev materiálu. V zásobníku je tento jev velmi nepříznivý, neboť na spodních vrstvách převážně závisí, zda dojde v náplni zásobníku k pohybu a nevytvoří se pevná vzpěrná klenba.

Tento fakt podporuje úvahu o vlivu velikosti granulí na vytváření toku v zásobnicích; dále je možno požadavek na velikost granulí zpřesnit v tom smyslu, že v granulometrickém složení je třeba zachovat pokud možno minimální rozptyl. Podle provedených měření dochází i k intenzivní separaci již při rozdílu 2 mm ve velikosti granulí.

Došlo dne 15. 2. 1967

Literatura

1. Blažek, J. - Fell, J. - Mencl, M. - Šmerda, Z.: Železobetonové zásobníky. SNTL 1958. — 2. Fiala, J.: Některé fyzikální vlastnosti granulovaných průmyslových hnojiv. Zemědělská technika, 1966, č. 5. — 3. Forst, Z. - Míček, F. - Kordík, E. - Nývlt, J.: Měření spékavosti průmyslových hnojiv v laboratoři. Výtah přednášky VÚANACH 1964. — 4. Kožešník, J.: Fyzikální podobnost a teorie modelů. SNTL 1955. — 5. Kvapil, R.: Teorie toku sypkých a balvanitých hmot v zásobnicích. SNTL 1955. — 6. Myslivec, A.: Mechanika zemin. SNTL 1955. — 7. Pechoč, V.: Vyhodnocování měření a početní metody v chemickém inženýrství. SNTL 1961. — 8. Zenkov, P. L.: Mechanika masypných hruzov. Mašino-strojenie 1964.

Поток гранулированных удобрений при опорожнении бункеров

При анализе потока гранулированных промышленных удобрений при опорожнении бункеров результаты наблюдений сравнивались с реакцией удобрений, которую они проявляют при измерении разных основных свойств.

Теоретически можно предположить, что на срок, в течение которого имеющийся в бункере материал находится в сыпучем состоянии, оказывает свое влияние коэффициент внутреннего трения, статическая деформация гранул и связанное с ней произвольное уплотнение. Однако величины коэффициента внутреннего трения у разных удобрений не слишком отличаются между собой, и очередность величины не отвечает очередности продолжительности срока, в течение которого материал находится в сыпучем состоянии. Можно предположить, что коэффициент внутреннего трения не влияет существенно на продолжительность этого срока при складировании.

Более значительные различия величин наблюдаются в процессе произвольного уплотнения и статической деформации гранул. Здесь ясно проявляются отрицательные свойства селитры. Однако между отдельными удобрениями взаимно не отвечают размеры замеренных величин, так как у статистической деформации отсутствует отношение к величине гранул, что полностью проявляется у произвольного уплотнения. И так можно высказать мнение, что на свойства, влияющие отрицательно на хранение, влияет также величина гранул, на которую могут влиять два фактора: наличие промежутков между гранулами и количество взаимных соприкосновений гранул.

Однако теоретический анализ при возможности игнорирования величины гранул (в сравнении с величиной бункера) показывает, что наличие промежутков постоянно и, следовательно, не зависит в большой степени от величины гранул.

Теоретический анализ количества взаимных соприкосновений показывает, что при пятикратном уменьшении величины гранул количество соприкосновений в том же объеме увеличится примерно в 155 раз. На основании этого можно сказать, что величина гранул (количество соприкосновений) оказывает большое влияние на «поведение» промышленных удобрений в бункерах.

Этот факт проверялся экспериментальным путем в трех величинных фракциях NPK.

Опыт подтвердил, что величина гранул представляет один из решающих факторов, влияющих на продолжительность сыпучего состояния материала в бункерах. Исходя из этого можно заключить, что с точки зрения перевозок и хранения оптимальными являются максимально крупные гранулы, которые при возрастающей загрузке деформируются в минимальной степени.

Кроме того желательно, чтобы у гранул дисперсия величины была минимальная, так как при манипуляции и транспортировке уже при разнице величины в 2 мм малые гранулы постепенно опускаются в нижние слои материала, таким образом, особенно в бункерах они увеличивают возможность образования сводов.

The Flow of Granular Fertilizers in the Emptying of Hoppers

The flow of granular fertilizers in the emptying of hoppers was investigated and the results obtained in experiments were compared with the behaviour of the fertilizers as found in the measurements of the different principal properties.

Theoretically, the time during which the material is in loose condition in the hopper, can be assumed to be affected by the coefficient of the inner friction, by the static deformation of the granules and the consequent self-settling. The values of the inner friction coefficient do not differ considerably for different fertilizers and the sequence of size does not correspond to the sequence of the time for which the material is in loose condition. It can be assumed, that the inner friction coefficient does consequently not affect much the length of this time in the storing.

A more significant differentiation of the values is evident from the course of the self-settling and statistical deformation of the granules. In this respect, worse conditions of the saltpeter have become fully evident. The sizes of the values measured are not in compliance among the different kinds of the fertilizers, due to the fact that, with the static deformation, there is no relation to the size of the granules, which becomes fully evident with the self-settling. It can be thus assumed, that the properties causing troubles with the storing include the size of granules, which can be influenced by two factors: the gaps between granules (bulk porosity) and the number of the mutual contacts of the granules.

If the size of granules compared to the size of the hopper can be neglected, the theoretical investigation indicates, that the gaps between granules are constant and that it is thus not markedly influenced by the size of the granules.

On the other hand, the theoretical analyses of the number of the mutual contacts indicate, that with the 5 times decrease of the granules size, the number of contacts in the same volume will increase about 155 times. On hand of these conclusions it can be assumed, that the size of the granules (the number of the mutual contacts) has an important influence on the behaviour of the industrial fertilizers in the hoppers.

This assumption was experimentally checked on three size fractions of the NPK fertilizer.

It has been proved by the experiment, that the size of the granules is one of the determining physical factors influencing the length of time for which the material is in loose condition in the hoppers. It can be thus concluded, that pos-

sibly largest size of the granules is the optimum from the viewpoint of handling and storing, with the minimum deformation — with the increase of the load.

It is further suitable for the granules to have the minimum variation of the size, because in the handling and transport there occurs, with such difference of size as 2 mm, a self-separation of small granules into the bottom layers of the materials, where bridging becomes increasingly possible in the hoppers.

Der Fluß granulierter Düngemittel bei der Bunkerentleerung

Gemäß der Analyse des Flusses granulierter Mineraldünger bei der Bunkerentleerung wurden die Ergebnisse der Untersuchung mit dem Verhalten der Düngemittel verglichen, das sie bei Messung verschiedener Grundeigenschaften zeigen.

Theoretisch kann vorausgesetzt werden, daß die Zeitdauer, während welcher sich das Material als Schüttgut in dem Bunker aufhält, vom Koeffizienten der inneren Reibung, von der statischen Deformierung der Körner und von dem damit zusammenhängenden spontanen Verdichten beeinflusst wird. Die Werte der Koeffizienten der inneren Reibung sind jedoch für verschiedene Dünger nicht gar so unterschiedlich und die Größenordnung entspricht nicht der Folge der Zeitdauer, während welcher sich das Material in schüttbarem Zustand im Bunker befindet. Man kann voraussetzen, daß die Koeffizienten der inneren Reibung die Dauer dieser Zeit bei der Lagerung also nicht bedeutend beeinflussen.

Eine mehr bedeutende Unterscheidung der Werte ist aus dem Verlauf des spontanen Verdichtens und der statischen Körnerdeformierung ersichtlich. Hier zeigen sich eindeutig die schlechteren Eigenschaften von Salpeter. Zwischen den einzelnen Düngern entsprechen jedoch gegenseitig nicht der Größe der gemessenen Werte, da bei der statischen Deformierung die Beziehung zur Körnergröße, die sich bei der spontanen Verdichtung völlig zeigt, fehlt. Man kann also die Hypothese ausdrücken, daß die Eigenschaften, die bei der Lagerung Schwierigkeiten machen, auch von der Körnergröße abhängig sind; diese kann von zwei Faktoren beeinflusst werden: von der Schüttdichte der Körner und von der Anzahl der gegenseitigen Berührung der Körner.

Aus der theoretischen Analyse, unter der Annahme auf die Körnergröße gegenüber der Bunkergröße zu verzichten, ergibt sich jedoch, daß die Schüttdichte konstant ist und von der Körnergröße also nicht bedeutend beeinflusst ist.

Die theoretische Analyse der Anzahl gegenseitiger Berührungen zeigt jedoch, daß bei einer fünfmaligen Verringerung der Körnergröße die Berührungsanzahl in gleichem Umfang etwa 155mal ansteigt. Auf Grund dieser Erwägungen kann man eine Hypothese ausdrücken, daß die Körnergröße (die Anzahl der gegenseitigen Berührungen) einen bedeutenden Einfluß auf das Verhalten der Mineraldünger in den Bunkern ausübt.

Diese Hypothese ist experimentell auf drei Größenfraktionen von NPK untersucht worden.

Der Versuch hat erwiesen, daß die Körnergröße eine der bestimmenden physikalischen Faktoren, die die Zeitdauer beeinflussen, während welcher sich das Material als Schüttgut in dem Bunker aufhält, ist. Daraus ergibt sich die Schlußfolgerung, daß vom Standpunkt des Transportes und der Lagerung, die womöglichst größten Körner, die durch den Belastungsanstieg am geringsten deformiert werden könnten, die optimalen sind.

Weiter ist zu empfehlen, bei den Körnern die Größenstreuung in geringen Grenzen zu halten, denn bei der Handhabung und während des Transportes kommt es schon bei dem Größenunterschied von 2 mm zu einer spontanen Separierung der kleinen Körner, die in die unteren Materialschichten gelangen, wo dann besonders in Bunkern eine erhöhte Möglichkeit der Gewölbebildung entsteht.

Adresa autora:

Ing. Jiří Fiala, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, Řepy u Prahy

■ Ve VÚZS byly v roce 1964 uskutečněny technicko-ekonomické rozbory sklizně píce, ze kterých vyplynulo, že v uvažovaných linkách strojů na sklizeň řezané a dlouhé píce (totéž bylo konstatováno i u linek na úklid slámy) se jako ekonomicky náročný jeví dosavadní dávkovací stůl DoDS-7. Pro podávání stébelnatých materiálů do pneumatických dopravníků nebo metačů mají dávkovací stoly DoDS-7, určené převážně pro třífázovou technologii sklizně obilovin, některé nevýhody: jsou těžké, investičně náročné a obtížně přemístitelné. Největší jejich nevýhodou však je, že jsou konstruovány pro určitý typ velkoobjemových vozů PzS-50 VN a umožňují vyprázdnění jen jednoho vozu. K zamezení pro-
stojů je proto nutná dokonalá organizace práce.

Vzhledem k velikosti zemědělských podniků a pro nutnost úklidu sena a slámy do četných skladovacích prostorů vznikla potřeba vyřešit podávací zařízení k metačům a senometům, které by odstraňovalo nevýhody dávkovacího stolu, tj. bylo by levnější, lehčí, snadněji přemístitelné, vyhovovalo by i pro velkoobjemové vozy se zadním vyprazdňováním a umožňovalo by maximální využití návazných strojů dosavadních i perspektivních.

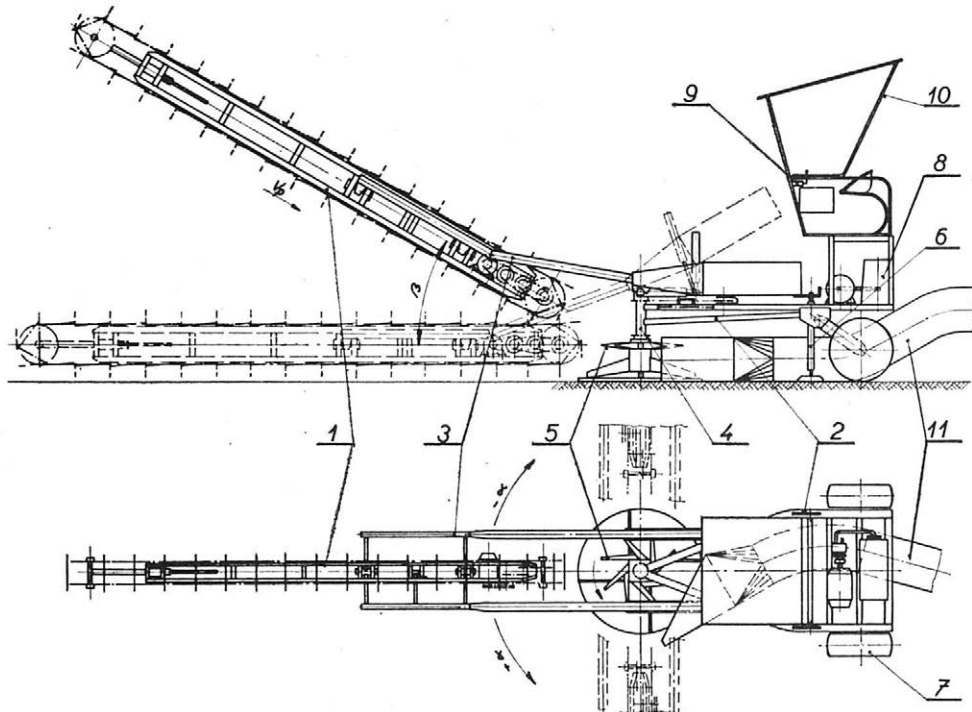
Stroj, který by splňoval tyto požadavky, byl výzkumně řešen v oddělení sklizně obilovin a pícnin VÚZS.

V první etapě řešení byla stanovena celková koncepce stroje a jeho funkčních uzlů, v druhé etapě byl výzkum funkce stroje dokončen a výsledky výzkumu byly předány do vývoje ve výrobním podniku.

1. CHARAKTERISTIKA STROJE

Podávač stébelnin (obr. 1) je součástí technologických linek strojů pro sklizeň řezaných i neřezaných pícnin (suchých, zavadlých, popř. čerstvých) a pro úklid řezané i neřezané slámy. Řeší mechanizaci podávání stébelnatých materiálů do pneumatických dopravníků a metačů na stacionárním pracovišti při stavění stohů nebo při plnění skladovacích prostorů, popř. silážních věží.

Vyprázdněním objemu dvou až tří velkoobjemových nebo samonakládacích vozů se vytvoří hromady rozmístěné na půlkruhové „pracovní ploše“ (půlkruh o poloměru 7 m) přihrnovacího dopravníku. Pracovní řetěz přihrnovacího dopravníku odebírá hmotu z hromad po vrstvách v celé délce své půlkruhové pracovní dráhy. Hmotu přihrnovaná pracovním řetězem padá na metací kolo, které ji pak vhadzuje buď přímo do vzduchového proudu v sací hubici, nebo do směšovacího prostoru pneumatického dopravníku, který hmotu dále dopravuje do skladovacího prostoru, síla nebo na stoh.



1. Konečný funkční model podáváče stébelnin

- 1 — přihrnovací dopravník,
- 2 — rám stroje,
- 3 — zvedací ramena s vyvažovacím zásobníkem,
- 4 — nosný sloup,
- 5 — metací kolo,
- 6 — podpěry,
- 7 — pojezdová kola,
- 8 — hydraulický systém,
- 9 — ovládací prvky,
- 10 — pracovní budka,
- 11 — sací větev pneumatického dopravníku

Pro instalaci podáváče stébelnin není zapotřebí zpevněného povrchu ani větších úprav terénu. Plocha, ze které může přihrnovací dopravník hmotu odebírat, je cca 77 m², což vyhovuje skládce dvou až tří velkoobjemových vozů. Tato akumulace stébelnaté hmoty je dostatečná k odstranění nutnosti přesné časové návaznosti strojů v lince na dopravu a k zamezení prostojů.

Konečný funkční model podáváče stébelnin, schematicky znázorněný na obrázku 1, má tyto hlavní technické parametry:

celková pracovní délka	9900 mm
poloměr pracovního prostoru přihrnovacího dopravníku	7000 mm
výška stroje při maximálním zvednutí přihrnovacího dopravníku	3800 mm
délka přihrnovacího dopravníku	6000 mm
šířka pracovních hrabí	420 mm
průměr metacího kola	1300 mm
maximální úhel otáčení přihrnovacího dopravníku α	$\pm 90^\circ$
maximální úhel zvednutí přihrnovacího dopravníku β	$+ 27^\circ$

plocha pracovního prostoru při otáčení příhrnovacího dopravníku	
o $\alpha = \pm 90^\circ$	77 m ²
celková hmotnost stroje s vyvažovací zátěží	2440 kg
hmota pískové zátěže	cca 840 kg

Zdrojem pohonu je elektrická energie.

2. STRUČNÁ METODIKA FUNKČNÍCH ZKOUŠEK

Cílem funkčních zkoušek bylo:

a) Provéřit funkci celého stroje i jeho jednotlivých funkčních dílců při podávání různých stébelnatých materiálů do pneumatických dopravníků nebo metačů a jeho návaznost na následné stroje.

b) Zkoušky příhrnovacího dopravníku uskutečnit v polně laboratorních podmínkách, jejich zhodnocením stanovit optimální pracovní parametry a zjistit závislost výkonnosti příhrnovacího dopravníku na druhu a stavu odebíraného materiálu.

Při polně laboratorních zkouškách byly měřeny tyto veličiny:

- vlhkost dopravovaného materiálu (%),
- objemová hmotnost materiálu (kg/m³),
- délka stébel (cm),
- doba zkoušky (s),
- hmotnost vzorku (kg),
- příkon příhrnovacího dopravníku (kW).

Hodnoty byly měřeny a vzorky k zjišťování vlhkosti, objemové hmotnosti a charakteristiky materiálu byly odebírány podle schválené metodiky zkoušek.

Hmotnost stébelnin podávaných strojem byla po dobu zkoušky zachycována do silonového pytle nasazeného na výtlačném potrubí pneumatického dopravníku, resp. metače.

Každá funkční zkouška byla třikrát opakována. V dále uvedených grafech jsou vyneseny vypočtené průměrné hodnoty z těchto tří opakování měření.

3. HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ FUNKČNÍCH ZKOUŠEK A PRÁCE PŘIHRNOVACÍHO DOPRAVNÍKU

Funkční zkoušky byly uskutečněny v roce 1966 na školním statku Vysoké školy zemědělské v Novém Strašci.

Při zkouškách byly do pneumatických dopravníků (Žralok 500, prototyp DoSV-100) a do metače (SMPU-80) podávány stébelnaté materiály uvedené v tabulce I.

V dále uváděných grafických závislostech jsou použita tato označení charakteristických hodnot:

- V_p — rychlost pracovního řetězu příhrnovacího dopravníku (m s⁻¹),
- L — průměrná délka stébla (cm)
- W — průměrná vlhkost materiálu (%).

3.1 ZJIŠŤOVÁNÍ OPTIMÁLNÍHO ÚHLU SKLOPENÍ PŘIHRNOVACÍHO DOPRAVNÍKU (γ)

Z teoretických úvah vyvozených na základě praktických požadavků vyplynulo, že odebírání stébelnatých materiálů pracovním řetězem příhrnovacího

I. Charakteristika stébelnatých materiálů

Druh materiálu	Stav	Ø délka stébla (cm)
Seno jetelové	neřezané	50,18
Seno luční	neřezané	50,83
	řezané SPCZ-138	16,74
	řezané KS-69	2,11
Seno vojtěškové	neřezané	35,13
	řezané SPKZ-160	16,01
	řezané KS-69	2,10
Tráva luční zavadlá	neřezaná	57,86
Vojtěškotravní směska zavadlá	neřezaná	29,26
Sláma pšeničná	neřezaná po SK-4	25,09
	řezaná SPKZ-160	17,90
Směska — oves slunečnice kukuřice	řezaná E-069	7,54
Směska — oves peluška slunečnice kukuřice	řezaná E-069	7,74

dopravníku by mělo být příznivější, bude-li pracovní řetěz odebírat vrstvu materiálu z hromady pod určitým „úhlem záběru“ (nastává příznivá situace, kdy je materiál při pohybu přihrnovacího dopravníku zatahován do klínu a lépe vyplní mezeru mezi hrabecmi). Situace je výstižně znázorněna na obrázku 2, kde γ — úhel naklopení přihrnovacího dopravníku (úhel záběru) a h — výška odebírané vrstvy materiálu.

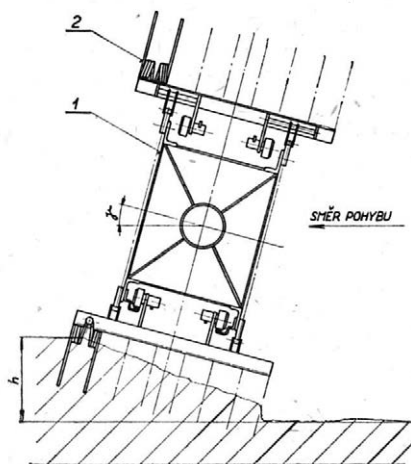
Předmětem první etapy zkoušek bylo ověřit si v praxi tyto teoretické úvahy a nalézt optimální úhel záběru, při kterém dochází k maximu výkonnosti. Úhel γ se měnil po pěti stupních v rozsahu od 0 do 30°.

Výkonnost přihrnovacího dopravníku roste s jeho naklopením až do určitého optima naklopení. Po překročení tohoto optima výkonnost klesá (viz obr. 3). Optimum úhlu naklopení je různé podle charakteru dopravovaného materiálu a pohybuje se v rozmezí od 11° 30' pro řezané vojtěškové seno, do 20° pro řezané seno luční.

Pro univerzální použití stroje je nutno sjednotit hodnotu úhlu naklopení γ . Jako optimální seřízení pro univerzální použití stroje lze považovat naklopení dopravníku o úhel $\gamma \pm 15^\circ$; výkonnost při tomto úhlu je ve všech třech závis-

lostech velmi blízko maxima. Ověřování optimálního úhlu γ u jiných plodin bylo pouze rámcové a pro malý počet měření nebylo graficky zpracováno; i zde se však optimum úhlu γ pohybuje v rozmezí $10-20^\circ$.

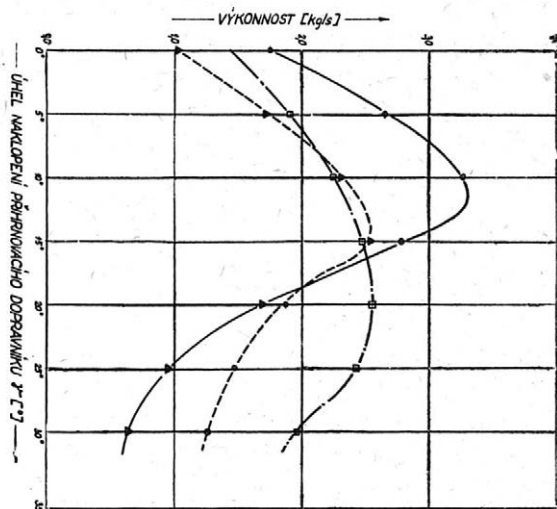
Při dalších polně laboratorních zkouškách byl již přihrnovací dopravník naklopen o úhel $\gamma = \pm 15^\circ$.



2. Odebírání materiálu pracovním řetězem přihrnovacího dopravníku

1 — rám přihrnovaného dopravníku;
2 — hrabice pracovního řetězu s pružnými prsty;

$\gamma_h - \gamma$ — úhel naklonění přihrnovacího dopravníku („úhel záběru“) a h výška odebírané vrstvy materiálu



3. Závislost výkonnosti na úhlu naklonění přihrnovacího dopravníku

— vojtěškové seno řezané ($L = 16,01$ cm, $w = 19,13\%$, $V_p = 1,83$ m s $^{-1}$)

- - - seno luční řezané ($L = 16,74$ cm, $w = 18,02\%$, $V_p = 1,83$ m s $^{-1}$)

..... sláma pšeničná řezaná ($L = 17,90$ cm, $w = 19,79\%$, $V_p = 1,83$ m s $^{-1}$)

3.2 VLIV RYCHLOSTI PRACOVNÍHO ŘETĚZU NA VÝKONNOST STROJE

Z teorie odebírání sypkých a stébelnatých materiálů pásovou frézou vyplývá, že výkonnost frézy je závislá na její obvodové rychlosti. Pro další vývoj stroje bylo nutno si v praxi tuto teorii ověřit a získat tak reálné podklady pro další konstrukční výpočty.

Rychlost pracovního řetězu V_p byla měněna ve čtyřech stupních výměnou řetězky na předloze pohonu. Počty zubů výměnných řetězek a jim odpovídající rychlosti pracovního řetězu jsou uvedeny v tabulce II.

II. Rychlosti pracovního řetězu

Počet zubů na výměnné řetězce	Obvodová rychlost pracovního řetězu V_p (m s $^{-1}$)
25	2,49
28	2,23
32	1,945
34	1,83

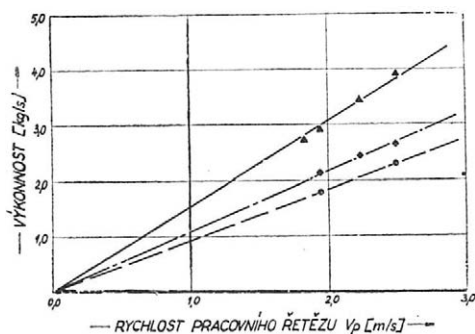
Teoretické úvahy, že výkonnost pracovního řetězu roste lineárně s jeho obvodovou rychlostí, byly potvrzeny (obr. 4). Tangenta přímký růstu je závislá na druhu a délce odebíraného materiálu.

V konstrukčních výpočtech prototypu podáváče stébelnin lze počítat s hodnotou rychlosti pracovního řetězu $V_p = 2 \text{ m s}^{-1}$. Výkonnost pracovního řetězu cca 2 kg s^{-1} dlouhého sena, popř. 3 kg s^{-1} řezané slámy, při této rychlosti plně postačuje dosavadním pneumatickým dopravníkům.

3.3 PRACOVNÍ ODPORY VZNIKAJÍCÍ PŘI ODEBÍRÁNÍ STÉBELNATÝCH MATERIÁLŮ PRACOVNÍM HRABIČKOVÝM ŘETĚZEM

Pracovní odpory vznikající při odebírání materiálu z hromady hrabičkovým řetězem jsou přímo úměrné příkonu elektromotoru pohánějícímu tento pracovní orgán. Toho bylo využito při zjišťování skutečné hodnoty pracovního odporu a jeho závislosti na množství odebíraného materiálu (výkonnosti).

Příkon elektromotoru pracovního řetězu byl měřen registračním watmetrem (Wattreg fy Metra Blansko), záznam přístroje byl vyhodnocen a závislost středních hodnot příkonu na množství odebíraného materiálu byla vynesena do grafu (obr. 5).

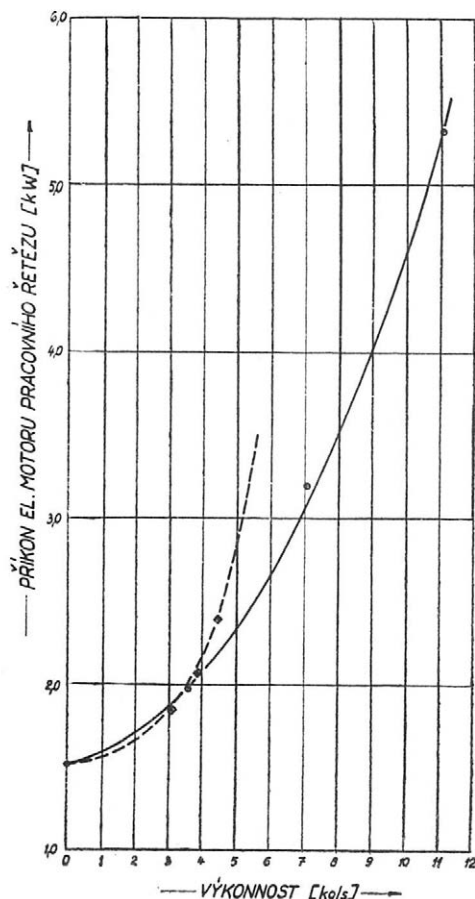


4. Závislost výkonnosti na obvodové rychlosti pracovního řetězu

- sláma pšeničná řezaná ($L = 17,90 \text{ cm}$, $w = 16,06 \%$)
- — sláma pšeničná neřezaná ($L = 25,09 \text{ cm}$, $w = 21,09 \%$)
- — seno luční neřezané ($L = 50,83 \text{ cm}$, $w = 18,00 \%$)

5. Závislost výkonnosti pracovního řetězu na výkonnosti tohoto pracovního orgánu

- směska řezaná ($L = 7,74 \text{ cm}$, $w = 76,50 \%$)
- — zavadlá luční tráva ($L = 57,86 \text{ cm}$, $w = 36,50 \%$)



Se zvětšující se výkonností pracovního řetězu rostou prudce pracovní odpory, tedy i příkon; při zvětšení výkonnosti ze 4 na 5 kg s⁻¹ vzroste příkon o cca 0,5 kW (z 2,06 na 2,52 kW pro řezanou směsku), resp. o 0,7 kW (z 2,14 na 2,8 kW pro zavadlou luční travu).

Příkonové špičky odečtené ze záznamu pořízeného přístrojem dosahují až dvojnásobku hodnot středního příkonu; např. při výkonnosti 4 kg s⁻¹ zavadlé luční trávy je špičkový výkon 4,4 kW. Z těchto příkonových špiček můžeme usuzovat na velikost maximálních pracovních odporů a podle toho pak dimenzovat pracovní hrabice a pružné prsty.

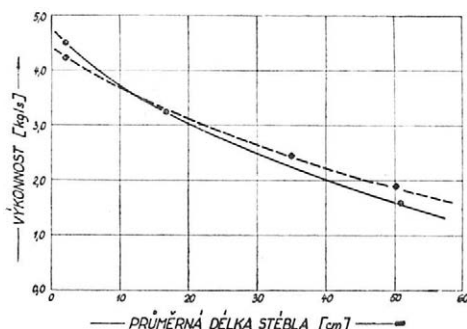
3.4 VLIV DRUHU A STAVU STÉBELNATÉHO MATERIÁLU NA VÝKONNOST STROJE

Výkonnost podáváče stébelnin je do značné míry též ovlivněna specifickými vlastnostmi stébelnatého materiálu (délkou stébel, vlhkostí a objemovou hmotností).

3.41 Vliv délky stébelnatého materiálu

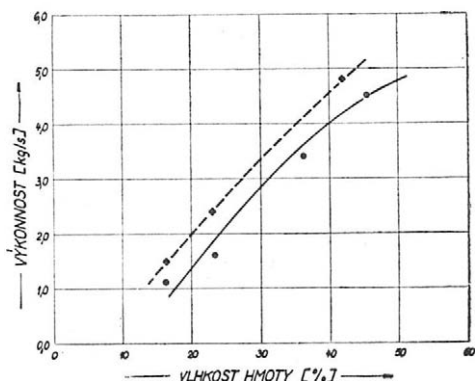
Při konstantní rychlosti pracovního řetězu $V_p = 1,945$ m s⁻¹ byla do pneumatického dopravníku podávána suchá píce; seno luční a vojtěškové bylo podáváno ve stavu neřezaném i řezaném SPCZ-138, popř. SPKZ-160 a KS-69. Snahou bylo, aby během těchto zkoušek byla i vlhkost materiálu w přibližně konstantní a vyloučil se tak její vliv na výkonnost.

Pokles výkonnosti je přibližně lineárně závislý na růstu průměrné délky stébel (obr. 6). Pro provoz stroje je daleko výhodnější materiál ve stavu řezaném. Výkonnost stroje při podávání řezanky vzrostla proti výkonnosti při podávání téhož materiálu neřezaného (průměrná délka stébla cca 50 cm) o 1,4 až 1,7 kg s⁻¹ (u řezanky od cepových sklízeců o průměrné délce stébla cca 15 cm), popř. o 2,5 až 3 kg s⁻¹ (u řezanky od bubnových řezaček o průměrné délce cca 2 cm).



6. Závislost výkonnosti na délce stébelnatého materiálu

— seno luční ($w = 18,30\% \div 21,10\%$)
 — seno vojtěškové, popř. jetelové ($w = 20,45\% \div 22,04\%$)



7. Závislost výkonnosti na vlhkosti stébelnatého materiálu

— luční tráva ($L = 57, 86$ cm)
 — vojtěška ($L = 35,13$ cm)

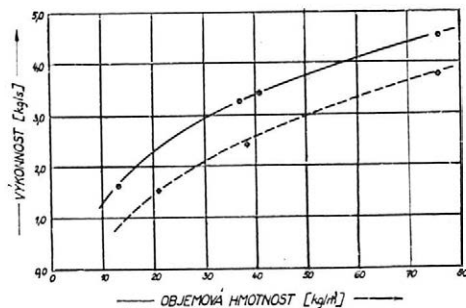
3.42 Vliv vlhkosti materiálu

Vliv vlhkosti na výkonnost byl sledován při konstantní rychlosti pracovního řetězu ($V_p = 1,945 \text{ m s}^{-1}$) a konstantní délce materiálu. Vlhkost materiálu podávaného strojem do pneumatických dopravníků nebo metačů se značně mění. Stroj musí funkčně vyhovovat pro podávání suché, zavadlé i čerstvé píce. Změna vlhkosti materiálu ovlivňuje pak výkonnost stroje (viz obr. 7). Závislost je opět přibližně lineární.

Při sklizni sena nebo úkladu slámy se vlhkost sklizeného materiálu během dne pohybuje od 15 do 22 %. Vlivem vlhkosti může tedy výkonnost stroje kolísat o cca $1,5 \text{ kg s}^{-1}$.

3.43 Vliv objemové hmotnosti

Při zkouškách se potvrdil teoretický předpoklad, že hrabice pracovního řetězu odebírají z hromady přibližně stejné objemové množství materiálu. S rostoucí objemovou hmotností by tedy měla lineárně růst i výkonnost. Odklon od teoreticky lineárního růstu výkonnosti při větších objemových hmotnostech (obráz. 8) je způsoben upěchováním materiálu na hromadě. Materiál pak klade velký odpor při odebírání a tím poněkud poklesne skutečná výkonnost proti teoretické.



8. Závislost výkonnosti na objemové hmotnosti stébelnatých materiálů

— seno luční ($V_p = 1,945 \text{ m s}^{-1}$)

- - seno vojtěškové ($V_p = 1,945 \text{ m s}^{-1}$)

3.44 Použitelnost stroje

Funkční způsobilost stroje podávat různé stébelnaté materiály byla ověřována v poloprovozních podmínkách při nasazení stroje do linky na sklizeň pícnin a úklid slámy. Charakteristika jednotlivých stébelnatých materiálů je uvedena v tabulce I.

Stroj je funkčně způsobilý podávat do pneumatických dopravníků řezané i neřezané pícniny (suché, zavadlé i čerstvé) a řezanou i neřezanou slámu. Naměřené výkonnosti při tomto ověřování stroje jsou uvedeny v tabulce III.

Výkonnost uvedená u řezaných silážních směsek není z hlediska stroje maximem (při těchto výkonnostech docházelo již k ucpání pneumatického dopravníku Žralok 500, neboť v této době nebyl k dispozici metač).

4. ZÁVĚR

Na základě výsledků funkčních polně laboratorních zkoušek podávajícího stébelnin, podrobně zhodnocených v předkládané práci, lze pro další vývoj stroje vyvodit tyto závěry:

a) Podávající stébelnin v daném provedení plně nahrazuje — s výjimkou dávkování pořezané obilní hmoty do separátoru při třířázkové sklizni — dosud

III. Hodinové výkonnosti dosažené při funkčních zkouškách

Materiál		Hodinová výkonnost (q h ⁻¹)
plodina	stav	
Seno luční	neřezané	58,00 – 85,68
Seno jetelové		56,52 – 77,10
Seno vojtěškové		86,60 – 87,84
Sláma pšeničná		74,88 – 115,92
Seno luční	řezané	113,10 – 150,84
Seno vojtěškové		151,50
Sláma pšeničná		75,24 – 151,92
Luční tráva, vojtěškotravní směska	neřezaná zavadlá	122,00 – 173,52
Silážní směska	řezaná	220,40 – 232,20

sériově vyráběný dávkovací stůl DoDS-7. Konečná konstrukce stroje předpokládá snížení váhy proti DoDS-7 cca o 50 % a provozních nákladů minimálně o 30 %.

b) Pro odebrání všech stébelnatých materiálů z hromady pracovním hrabičkovým řetězem nejlépe vyhovuje úhel příčného naklopení dopravníku $\gamma = \pm 15^\circ$.

c) Výkonnost stroje roste s obvodovou rychlostí pracovního řetězu V_p . S rychlostí odebrání materiálu pracovním řetězem však také rostou pracovní odpory, a tedy příkon pracovního orgánu. S ohledem na výkonnost dosavadních následných strojů a na příkon odebrání pracovním řetězem lze jako optimální rychlost tohoto řetězu stanovit $V_p = 2,0 \text{ m s}^{-1}$. Hodinové výkonnosti stroje při této obvodové rychlosti pracovního řetězu jsou uvedeny v tabulce III.

d) Výkonnostní rezerva pro eventuální vývoj výkonnějších pneumatických dopravníků a metačů je ve zvyšování obvodové rychlosti pracovního hrabičkového řetězu (obr. 4). Reálná je možnost zvýšení výkonnosti na 2,5 až 3,5 kg s⁻¹ suchého materiálu.

Došlo dne 16. 2. 1967

Literatura

1. Balcar, Z. - Žďárský, V.: Výzkum nových mechanizačních prostředků pro sklizeň obilovin a píce - ekonomický rozbor sklizně píce, Výzkumná zpráva VÚZS, 1964. — 2. Čermák, A. - Žďárský, V.: Výzkum nových mechanizačních prostředků pro sklizeň obilovin a píce - linka pro sklizeň píce, Výzkumná zpráva VÚZS, 1965. — 3. Lanča, I. - Beran, O.: Výzkum nových mechanizačních prostředků pro sklizeň obilovin a píce - dávkovací zařízení, Výzkumná zpráva VÚZS, 1965. — 4. Lanča, I.: Výzkum nových mechanizačních prostředků pro sklizeň obilovin a píce - dávkovací zařízení, Výzkumná zpráva VÚZS, 1966. — 5. Žďárský, V.: Výzkum perspektivního rozvoje mechanizace ve vybraných úsecích zemědělské výroby - rozvojové směry mechanizace pěstování a sklizně obilovin a píce, Výzkumná zpráva VÚZS, 1964.

Оценка результатов функциональных испытаний и работы питающего транспортера подающего плеча для стеблевых культур

Статья с качественной точки зрения оценивает процесс отбора стеблевого материала из куч, образующихся на стационарном току при опоражнивании крупнообъемных или самосвальных тележек рабочей скребковой цепью, работающей по принципу ленточной фрезы.

Путем обработки результатов лабораторных испытаний были найдены оптимальные параметры рабочей скребковой цепи, из которых наиболее важными являются угол захвата γ и окружающая скорость этого рабочего органа.

В статье также подробно оценивается влияние вида и состояния стеблевого материала на производительность рабочей цепи. Замеренные результаты (обработанные в статье графически) будут служить в качестве отправного материала для дальнейшего развития машин с подачей стеблевого материала в пневматические и бросковые транспортеры.

Evaluation of the Results obtained in Functional Tests and in the Operation of a Sweep-Type Conveyor for the Handling of the Culm Crops

The paper gives a qualitative evaluation of the process with the subsequent handling of the stalk crops from the heaps at the stationary dump-sites, after the high-sided trailers or self-loading trailers have been unloaded; a chain and rake conveyor, operating on the principle of a belt conveying unloader has been used for the purpose.

On hand of the results obtained in the field-laboratory tests, optimum parameters of the chain and rake conveyor were determined. The most important parameters are the angle of the pick-up width γ and the circumferential velocity of this working element.

A detailed evaluation is further given of the kind and condition of the culm crops influencing the efficiency of the conveyor. The results obtained by measurements (given in diagrams) are to serve for the further development of the machine to feed the culm materials into the blowers.

Bewertung der Ergebnisse der Funktionsprüfungen und der Arbeit des Zustreicher-Förderers eines Halmfrucht-Zubringers

In diesem Artikel wird der Prozeß des Abnehmens von halmartigen Materialien von den Haufen, die auf einem stationären Abladeplatz durch die Entleerung von Großraumwagen oder von Selbstladewagen mittels der Rechenkette (die auf dem Prinzip der Bandfräse arbeitet) gebildet werden, qualitativ bewertet.

Durch die Bewertung der Ergebnisse der Feld-Laborprüfungen fand man optimale Parameter der Rechenkette, von denen der Angriffswinkel γ und die Umfangsgeschwindigkeit dieses Arbeitsorganes am wichtigsten sind.

In dem Artikel wird auch der Einfluß der Art und des Standes der halmartigen Materialien auf die Leistung der Arbeitskette eingehend bewertet. Die gemessenen Ergebnisse (die im Artikel graphisch ausgewertet werden), werden als Unterlagen für weitere Entwicklung der Maschinen für die Zubringung von halmartigen Materialien zu den Gebläse- und Wurfvorrichtungen dienen.

Adresa autorů:

Ing. Ivo Lanča, ing. Jiří Konopásek, ing. Otakar Beran, Výzkumný ústav zemědělských strojů, Chodov u Prahy

V zahraničí se v současné době uplatňuje řada zajímavých řešení objektů pro živočišnou výrobu. Některé z nich posloužily jako vzor při projekci našich předních farem. Čtenáře bude jistě zajímat seznámení jak se zahraničními tendencemi, tak i s tvůrčí realizací těchto tendencí při výstavbě našich objektů.

Před druhou světovou válkou byla produktivita práce v průmyslu proti zemědělství značně vyšší. Po druhé světové válce se celková situace mění. Rozdíl produktivity práce mezi průmyslem a zemědělstvím se v mnoha státech vyrovnává a koncem padesátých let je v řadě západních států dokonce vyšší. Tento rozvoj produktivity vyvolává další proměny. První z nich je vysoká koncentrace půdy v jednom zemědělském závodě, aby mohla být v plném rozsahu uplatněna specializace výroby a speciální soustavy hospodaření, které jsou základním předpokladem pro zprůmyslnění zemědělských výrobních metod.

Živočišná velkovýroba v rámci specializace nemůže být v žádném případě chápána jako pouhý násobek dosavadních výrobních forem. Specializované výrobní formy v živočišné velkovýrobě jsou charakterizovány podstatně rozdílnými technologickými principy, rozdílným řešením staveb i sestavou komplexních mechanizovaných linek.

ZAHRA NIČNÍ POZNATKY A ZKUŠENOSTI

Ve všech státech s vyspělou zemědělskou výrobou se tyto nové metody ověřují v experimentálních objektech, které jsou budovány jednak nákladem státu, jednak velkými firmami vyrábějícími prefabrikované zemědělské objekty. Podle přírodních podmínek a zaměření výroby se řeší v různých státech specifické formy výstavby.

Příkladem pro naši experimentální výstavbu jsou především zemědělské závody v SSSR a USA, v nichž jsou koncentrovány velké stavy zvířat. V SSSR je věnována velká pozornost ověřování závodů pro příměstské oblasti se zaměřením na výrobu mléka, a to zejména těm technologickým zařízením, která umožňují maximální efektivnost výroby. V současné době jsou v SSSR ověřovány velké dojírny karuselového typu o kapacitě 16 až 34 míst v otočném karuselu. Uskutečňuje se i velkokapacitní výkrm skotu, a to dvěma metodami: plnou automatizací provozu ve stájových objektech a turnusovým rychložírem v otevřených volných stájích v mírnějších klimatických obdobích roku pro využití přebytků uhlohydrátové píce.

Stejné velkovýrobní principy jsou ověřovány v USA. Obchodní společnosti (Garst, Birkley, Knutson) realizovaly objekty o kapacitě několika tisíc kusů, v nichž se pokusně aplikují jak automatizace provozu nebo i jednoduché mobilní mechanizace, tak i nové syntetické způsoby krmení skotu. Ověřují se různé formy sklizně píce, jako briketování přímo na poli, a optimální možnosti průmyslové výroby krmiv. Dodávají se krmiva v komplexních směsích nebo startery (základní složky krmiva), které farmáři přidávají do krmiva z vlastní krmivové základny. Tímto způsobem se hledají cesty ke zprůmyslnění zemědělské výroby.

Ve všech státech s vyspělou zemědělskou výstavbou se dále ověřují nové formy ustájení skotu: bezstelivové ustájení zejména ve skandinávských státech, boxové ustájení, bateriové ustájení skotu na žír, výkrm telat mléčnou náhražkou apod.

V současné době se v řadě států zabývá zemědělská experimentální výstavba velmi podrobně problémem výstavby patrových stájí. Byla vybudována již celá řada objektů jak pro patrové ustájení dojníc, tak i prasat. Patrové objekty pro skot jsou realizovány zejména ve Švédsku a ve Švýcarsku, kde se pro zjednodušení provozů využívá svažitých terénů jako nástupních ramp do jednotlivých pater.

V průmyslovém chovu prasat jsou vícepodlažní objekty již delší dobu používány zejména v SSSR, kde jich byla řada vybudována.

Ekonomika výroby je hlavním kritériem při zavádění těchto velkovýrobních metod chovu. Vzájemné sdělování zkušeností a výsledků výzkumu je prostředníkem při rozvoji velkovýroby. Při zavádění specializace výroby u nás nelze však tyto zahraniční objekty považovat za neměnnou předlohu, nýbrž je nutno nové metody prověřit pro naše podmínky v experimentální výstavbě.

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSTAVBA V ČSSR

Současná naše experimentální výstavba řeší objekty pro živočišnou výrobu v návaznosti na celou soustavu hospodaření na specializovaných farmách. Tento nový prvek experimentální výstavby dosud nebyl v žádném ověřovacím závodě realizován na tak široké bázi. Dosavadní experimentální výstavba, vycházející z potřeb velkovýrobní technologie, řešila ověřovacími poloprovozními pokusy v jednotlivých často na sebe nenavazujících závodech pouze uzavřené cykly v živočišné výrobě. Teprve dnes se v naší experimentální výstavbě uplatňují komplexní mechanizované linky, které se skládají nejen ze zařízení vnitrofaremních provozů, ale navazují i na komplexní sklizňové a výrobní linky v rostlinné výrobě.

Dalším novým aspektem, objevujícím se v současné experimentální výstavbě, je řešení závodů bez půdy. Realizace těchto závodů je podmíněna možností průmyslově využívat centrálně připravovaných krmiv, takže tyto velkokapacitní objekty se řeší bez zřetele na dopravní prostředky, obvyklé v závodech s půdou.

Při stavebním a dispozičním řešení objektů v nové fázi experimentální výstavby se ve zvýšené míře objevují prvky, které byly dosud uplatňovány jen v průmyslové výstavbě. Je to zejména řešení vícepodlažních objektů, průmyslová prefabrikace jak železobetonových, tak ocelových stavebních dílů, ať již jde o vertikální a horizontální konstrukce, nebo o tepelně izolační výplňové panely. Uplatňuje se i nový názor na mikroklima objektů, který se opírá o výhody řízeného mikroklimatu při využití tepelných agregátů a klimatizačních prvků, běžně uplatňovaných v průmyslu.

Experimentální výstavba v minulém desetiletí nás poučila, že pro naše výrobní a klimatické podmínky nelze přebírat všechny zkušenosti, které se v zahra-

ničí prokázaly jako velmi výhodné. Je třeba je sladit s optimálními podmínkami specializovaných provozů a prověřit je v experimentální výstavbě. Chyby, ke kterým u nás došlo v minulosti při výstavbě (např. živelné rozšíření volného ustájení dojníc), jasně prokázaly, že před zahájením výstavby je nutný mezičlánek, a to experimentální výstavba.

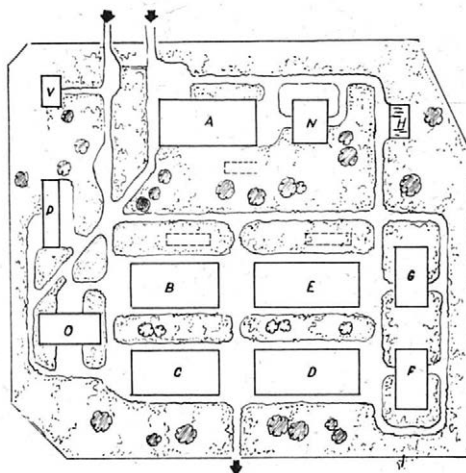
Investice, které byly v posledních 15 letech vloženy do zemědělské výstavby, se pohybují okolo 40 miliard, přičemž se fyzické trvání vystavěných objektů dá odhadnout na 45 až 80 let. Úpravy staveb je nutno dělat z hlediska potřeb modernizace výroby, proto musí být řádně uváženy a musí být minimální, aby nedocházelo k znehodnocení vložených investic. Proto je na experimentální výstavbu soustředěn zájem a teprve po ověření provozu experimentálních specializovaných závodů, které budou realizovány jako modelové, dojde znovu ke zvýšení výstavby běžných zemědělských závodů. Řada těchto modelových závodů byla již postavena, některé jsou dokončovány a jiné jsou hotovy v projektech a budou vybudovány do roku 1970.

SPECIALIZOVANÉ ZÁVODY PRO CHOV SKOTU

Na základě výsledků průzkumu a dílčích poloprovozních pokusů a jejich vyhodnocení byly vypracovány experimentální projekty a investiční podklady pro ověřovací závody pro telata, mladý skot a dojnice. Hlavní experimentální závody pro odchov telat byly vybudovány na státních statcích Pelhřimov, Stříbro — farma Těchlovice, v Trutnově a v Hrušovanech.

Teletník v Těchlovicích (obr. 1—3) s napájením v kotcích má celkovou kapacitu cca 1700 telat. Objekty jsou řešeny jako čtyřřadé stáje se střešním mezipultovým světlíkem. Výrobních objektů je celkem pět. Dva objekty slouží pro mléčnou výživu, dva pro rostlinnou a pátý je určen pro příjem telat z velkého přípravečného obvodu. Příjmový pavilón je pod stálou veterinární kontrolou, takže nebezpečí zavlečení chorob je omezeno. Telata jsou volně ustájena v kotcích na hluboké podestýlce, pouze v příjmovém pavilónu je uplatněn princip ploché stáje a v krátkých obdobích vždy po příjmu nových telat je podestýlka z kotců vyklizena na oběžný škrabkový dopravník, situovaný za jednotlivými kotci.

V příjmovém pavilónu a v obou pavilónech mléčné výživy se mléko zkrmuje ve speciálně řešených miskových žlabech. V den společného napájecího žlabu jsou před každým otvorem zábran upraveny misky pro dávkování egalizovaného zakvašeného mléka, které se při dávkování do miskových žlabů

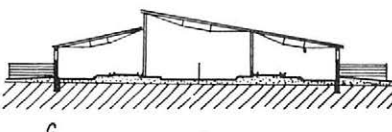
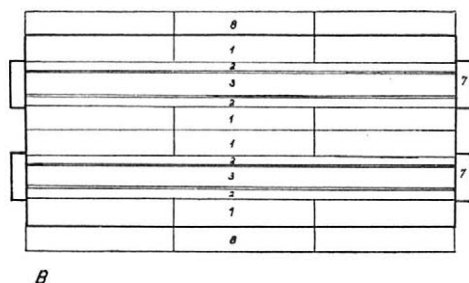
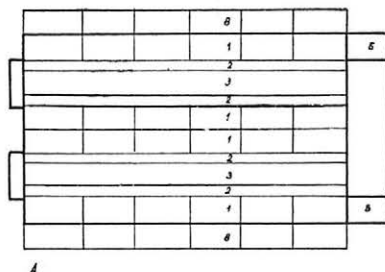
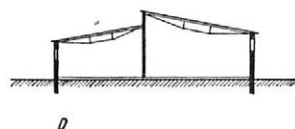
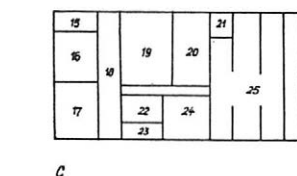
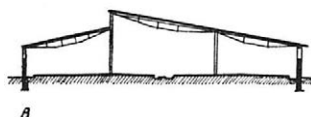
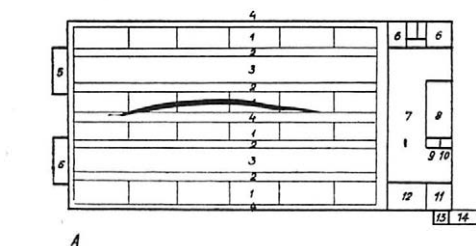


1. Situace farmy v Těchlovicích

A — příjmový pavilón, kapacita 312 kusů;
B — mléčná linka, kapacita 312 kusů; C — mléčná linka, kapacita 312 kusů; D — rostlinná linka, kapacita 378 kusů; E — rostlinná linka, kapacita 378 kusů; F — sklad píce a steliva; G — sklad píce a steliva; H — požární nádrž; N — sklad píce a steliva; O — centrální přípravná; P — sklad strojů, kůlna; V — sociální zařízení

samočinně rozleje do jednotlivých misek podle příslušné dávky. Dávka se reguluje sklonem žlabu v závěsu na zábranách, a to od tří do šesti litrů na jedno tele. Pojízdny zásobník je tepelně izolován a dávkování mléka do společného žlabu pro skupinu telat je mechanizováno přes průtočný měřič. Po napojení telat se žlaby odvázejí na speciálně upraveném vozíku do sprchového zařízení v umývárně.

Provoz napájení je podmíněn i novým provedením speciálních zábran se samopoutáním. V každém otvoru zábran před napájecí miskou jsou na otočné hřídeli na klikovém závěsu osazeny dvě trubky, které je možno mezi sebou nastavit do žádoucí vzdálenosti podle stáří telat. Tyto dvě volně visící trubky sa-



2. Schéma vnitřního uspořádání teletníku v Těchlovicích — příjmový pavilón

A — přízemí příjmového pavilónu
1 — lehárna, 2 — krmíště, 3 — krmná chodba, 4 — oběžný shrnovač, 5 — zádveří, 6 — umývárna, šatna, WC, 7 — umývárna telat, 8 — sklad mléka, 9 — sklad dezinfekce, 10 — strojovna, 11 — příjem, 12 — ošetřovna, 13 — nakládací rampy, 14 — šachta dopravy

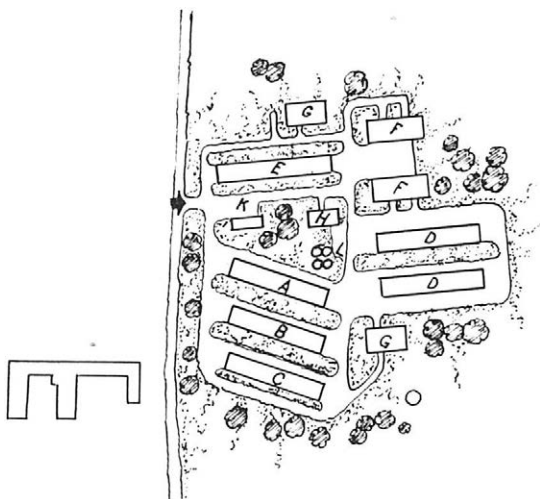
B — řez stáji
C — přízemní centrální přípravný
15 — strojovna, 16 — sklad mléka, 17 — sklad sušeného mléka, 18 — manipulační chodba, 19 — kotelná, 20 — uhelna, 21 — spojovací chodba, 22 — příruční sklad, 23 — šatna, 24 — sklad šrotu, 25 — sklad okopanin
D — řez centrální přípravnou

3. Schéma vnitřního uspořádání teletníku v Těchlovicích, mléčná a rostlinná linka

A — mléčná linka; B — rostlinná linka; C — řez stáji; 1 — lehárna, 2 — krmíště, 3 — krmná chodba, 4 — přípravná, 5 — dezinfekce, 6 — sanitní místnost, 7 — zádveří, 8 — tvrdé výběhy

hají dolními konci přes hranu pevných žlabových zábran; zatlačí-li tele hlavu do volné visící trubky, tyto se odkloní a umožní napájení. Stáhnout hlavu zpět však telata nemohou do té doby, dokud ošetřovatel neotočí horní společnou hřídel, čímž přemístí výkyvné trubky na opačnou stranu zábran. Telata pak mohou volně od žlabu odejít, avšak přístup ke žlabu je uzavřen.

Tento systém zábran a napájecích misek umožňuje, že ošetřovatel telata pouze uvolňuje, a odstraňuje pracné poutání do hromadných uzavíratelných zábran.

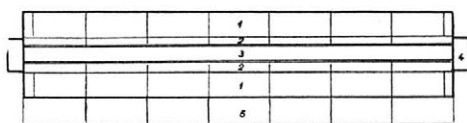


4. Situace farmy v Pelhřimově pro 704 telata (výhledově 1400 telat)

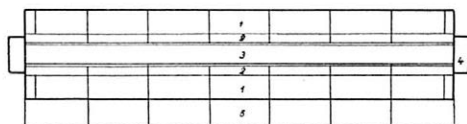
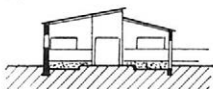
A, B, C - oddělení rostlinné výživy pro 224 kusy (v každém pavilónu); D - oddělení mléčné výživy pro 224 kusy; E - přijímací oddělení pro 256 kusů; F - kůlna na píce a stelivo; G - kůlna na píce a stelivo; H - centrální příprava; E - vrátnice; L - silážní věže

5. Vnitřní uspořádání přízemí farmy v Pelhřimově

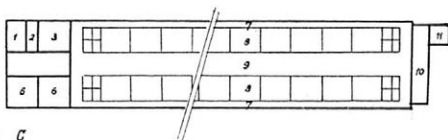
A - přízemí oddělení mléčné výživy; 1 - lehárna, 2 - krmistě, 3 - krmná chodba, 4 - zádveř, 5 - tvrdé výběhy
B - přízemí oddělení rostlinné výživy;
C - přijímací oddělení; 1 - příjem telat, 2 - umývání a dezinfekce telat, 3 - vážení a tetování telat, 4 - průjezdná chodba a zádveř, 5 - veterinář, 6 - plemenař, 7 - hnojná chodba, 8 - boxy pro telata, 9 - krmná chodba, 10 - strojovna, 11 - jímka



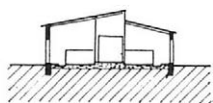
A



B



C



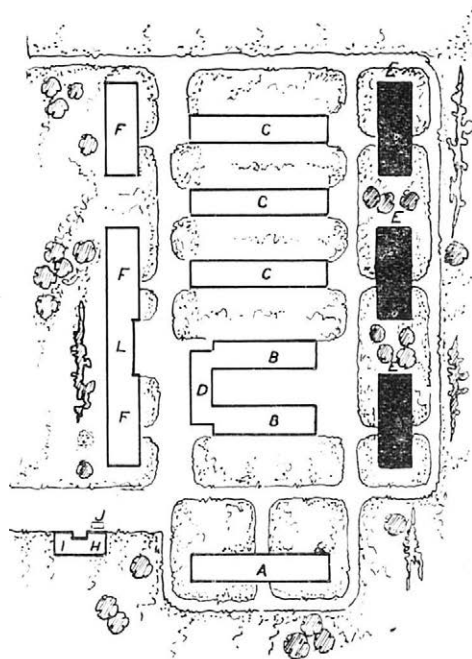
vání telat, 4 - průjezdná chodba a zádveř, 5 - veterinář, 6 - plemenař, 7 - hnojná chodba, 8 - boxy pro telata, 9 - krmná chodba, 10 - strojovna, 11 - jímka

Do příjmového pavilónu přicházejí telata od sedmi dnů stáří a odtud se po jednom měsíci převádějí do pavilónu mléčné výživy. Ve stáří tří měsíců se telata ustájí v pavilónu rostlinné výživy. Ve stáří šesti měsíců se jalovičky předávají do odchovu mladého skotu v horských a podhorských oblastech.

Velkokapacitní teletník v Pelhřimově (obr. 4-5) byl vybudován jako specializovaná farma pro cca 1400 telat. Je řešen pavilónovou zástavbou dvouřadých průjezdných stájí. Příjímací pavilón má ve skupinových a individuálních kotcích pevnou podlahu; kotce byly dobudovány dodatečně v rozsahu asi poloviny kapacity příjmového pavilónu. V pavilónech rostlinné výživy se využívá hluboké podestýlky. Telata jsou napájena a krmena statkovými hnojivami z průjezdné krmné

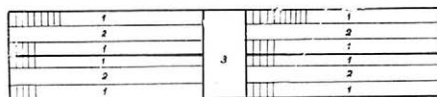
chodby. Krmivo je zakládáno do pevných kameninových žlabů, do kterých lze vkládat i laminátové napájecí miskové žlaby pro napájení mlékem. V první etapě byl uveden do provozu teletník o kapacitě 700 telat. Ve druhé etapě se počítá s uplatněním bezstelivového provozu jak na mléčné, tak i rostlinné lince. Bude vybaven i senážními věžemi, aby mohlo být vypuštěno krmení senem.

Celkové náklady činí 4 160 220 Kčs, tedy 5909 Kčs na kus, přičemž v této částce jsou již zahrnuty náklady na inženýrské sítě pro výstavbu druhé etapy objektu.

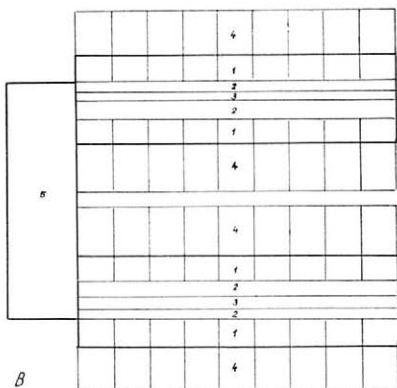


6. Situace farmy v Hrušovanech nad Jevišovkou pro 980 telat

A – přijímací oddělení pro 240 telat; B – oddělení mléčné výživy pro 432 telata; C – oddělení rostlinné výživy pro 224 telata; D – úprava mléka; E – sklad steliva; F – sklad píce; H – administrativní a sociální budova; I – bytová jednotka; J – mostní váha; L – sklad okopanin



A



B

7. Vnitřní uspořádání teletníku v Hrušovanech

A – přízemí přijímacího pavilónu; 1 – kotce pro telata, 2 – provozní chodba, 3 – přípravná B – přízemí mléčné výživy; 1 – lehárna, 2 – stání, 3 – chodba, 4 – tvrdé výběhy, 5 – úprava mléka

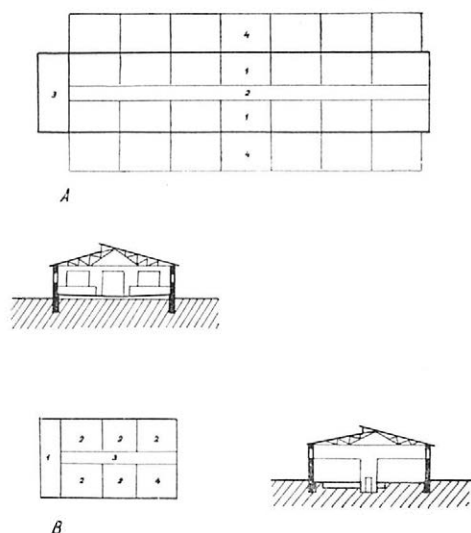
Velkokapacitní teletník ve Velkém Karlově na státním statku Hrušovany nad Jevišovkou (obr. 6–8) má kapacitu 980 telat do stáří šesti měsíců. Pavilóny jsou dvouřadé průjezdné, příjmový pavilón má individuální kotce. Technologie provozu využívá mobilní mechanizaci ke krmení i odklizení hnoje.

Náklady na farmu činily 4 133 255 Kčs, tj. na kus 4218 Kčs. Teletník byl uveden do provozu v květnu 1964.

Druhý systém experimentálních teletníků byl uplatněn při výstavbě objektu pro telata v Trutnově (obr. 9–11). Zde se počítá s tím, že telata ustájená na hluboké podestýlce ve společných kotech budou k napájení mlékem přeháněna ze svých kotců střední chodbou do čekárny a z ní po skupinách do krmírny. Stáj

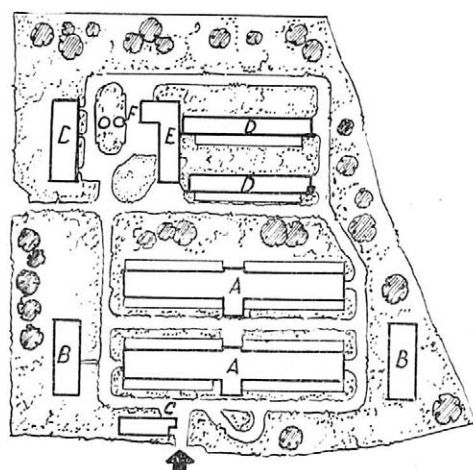
je řešena ve tvaru H sestavou dvou pavilónů. Ve střední části objektu je prostor pro centrální napájení mlékem, úprava mléka a sociální zařízení.

Vyhodnocením zkušeností z těchto teletníků jsou vytvořeny podklady pro vypracování skladebné řady typizovaných teletníků k uplatnění v široké zemědělské praxi. U nás se počítá s výstavbou těchto teletníků ve skladebné řadě pro 250, 500, 750 a 1500 kusů. Řešeny jsou tak, že jednotlivé pavilóny je možno při postupující výstavbě během provozu upravit jednoduchou přestavbou pro linky rostlinné nebo mléčné výživy.



8. Vnitřní uspořádání přízemí rostlinné linky teletniku v Hrušovanech

A – přízemí rostlinné linky; 1 – kotce pro telata, 2 – provozní chodba, 3 – přípravná, 4 – tvrdý výběh
B – přízemí skladu okopanin; 1 – strojovna, 2 – skladovací box, 3 – chodba, 4 – přípravná



9. Situace teletniku v Trutnově pro 1250 telat

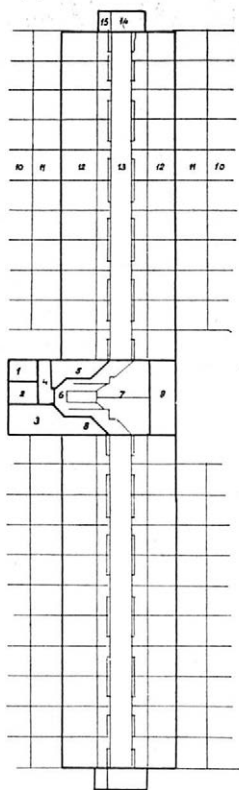
A – mléčná výživa;
B – sklad píce;
C – váha;
D – rostlinná linka;
E – přípravná s krmírnou;
F – silážní věže

Velkokapacitní teletníky byly zhodnoceny z hlediska veterinární a zootechnické situace, z hlediska ekonomického, jakož i z hlediska úrovně a vývoje vlastních nákladů na odchov telat a rentability jejich chovu v teletnicích o vysoké koncentraci.

Z hlediska stavebního řešení teletníků se v provozu ukázaly určité nedostatky. Nebyly dodrženy požadované mikroklimatické hodnoty. Příčinou bylo nedostatečné zateplení střešního pláště, jednoduchá okna a v některých případech i nevyhovující řešení obvodového zdiva. Nosné ocelové konstrukce s jednou nebo dvěma řadami podpor způsobují velkou pracnost stavby vzhledem ke složitým stavebním detailům. Ukazuje se, že je třeba přejít od těžkých tradičních staveb k lehkým montovaným dobře utěsněným stavbám s plným využitím sedvičových panelů.

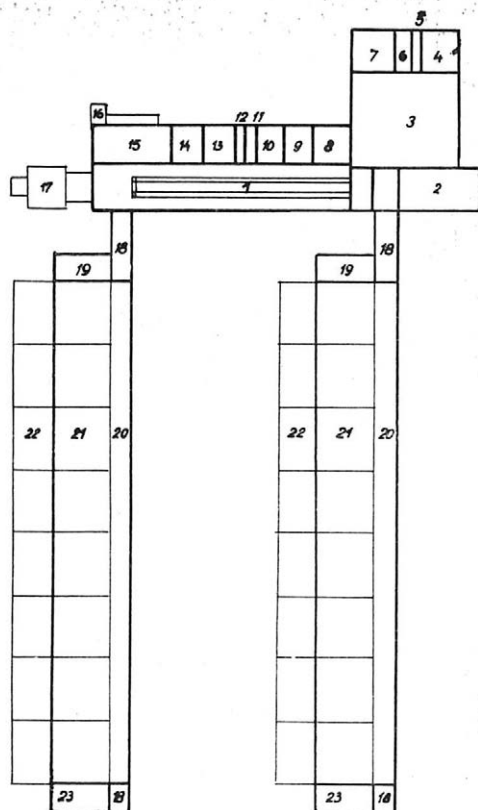
Tyto nedostatky byly odstraněny při řešení nové typové stavby teletníků.

Technicko-hospodářské ukazatele jasně prokazují rentabilitu těchto zařízení. Náklady na jedno tele se z původních 100 % v normálních teletnicích snížily



10. Schéma vnitřního uspořádání přízemí teletníku v Trutnově

1 – šatna, 2 – veterinář, 3 – přípravná mléka, 4 – chodba, 5 – příjem telat, 6 – krmíště, 7 – čekárna, 8 – sklad, 9 – přípravná rostlinná výroba, 10 – měkký výběh, 11 – tvrdý výběh, 12 – kotce pro telata, 13 – manipulační chodba, 14 – zádveří, 15 – strojovna



11. Vnitřní uspořádání rostlinné linky teletníku v Trutnově

1 – krmírna, 2 – plnění a čištění žlabů, 3 – přípravná, 4 – rozvodna, 5 – schodiště, 6 – chodba, 7 – sklad nářadí, 8 – kotelná, 9 – uhejna, 10 – denní místnost, 11 – umývárna,

12 – chodba, 13 – kancelář, 14 – ošetřovna, 15 – shromažďovací kotec, 16 – nakládací rampa, 17 – hnojště, 18 – zádveří, 19 – strojovna, 20 – provozní chodba, 21 – lehárna, 22 – výběhy, 23 – uzávěr kalové jímky

na 37 %. Náklady na 1 kg přírůstku se pohybují v rozmezí 12,22–14,29 Kčs. Jelikož náklady na produkci 1 kg přírůstku činí 3 Kčs, znamená to, že ve velkokapacitních teletnících lze návratnost investic očekávat již po pěti až osmi letech.

SPECIALIZOVANÉ ZÁVODY PRO ODCHOV MLADÉHO SKOTU

Specializované závody pro odchov mladého skotu jsou v současné době vypracovány podle zásad specializace pouze v investičních úkolech a s jejich výstavbou se počítá v letech 1968–1970. Jde vesměs o farmy s průměrnou kapá-

citou 1000 až 3000 kusů a jsou situovány převážně v horských a podhorských oblastech.

Na farmách se v plné míře využívá bezstelivových systémů ustájení. Mladý skot je rozdělen do tří kategorií podle stáří. Zvířata ve stáří od šesti měsíců do jednoho roku jsou volně ustájena na roštových podlahách a krmistiště je řešeno tak, aby každé zvíře mělo vlastní místo u žlabu. Mladý skot ve stáří od 12—18 měsíců (druhá kategorie) je opět volně ustájen, uplatňují se však krmírny, kde se zvířata při krmení střídají. Tímto řešením se dosahuje podstatných úspor investic. Třetí kategorie mladého skotu ve stáří od 18 do 24 měsíců je ustájena ve volných boxových stájích, v nichž se buď podestýlá slamou, nebo jsou bez steliva, vybaveny matracemi gumovými nebo z umělé hmoty. Střední chodby těchto stájí jsou převážně roštové.

Vodítkem pro uplatnění různých technologií ustájení pro tři kategorie mladého skotu byla zásada, aby zvířata během pobytu v odchovném závodě prošla pozvolně od volného ustájení až k technologii uplatňované pro dospělý skot.

Situování závodu v terénu je řešeno tak, aby první a třetí věková kategorie mladého skotu byla umístěna v místech s dobrou polní výrobou píce a při hlavních komunikacích, protože v průběhu roku jsou stále přivážena telata z velkokapacitních teletníků a odváženy jalovičky do kravínů s kontrolou užitkovosti.

Druhá věková kategorie mladého skotu se umísťuje tak, aby objekty navazovaly přímo na plochy určené k vypásání a k letnímu ustájení na pastvinách. Touto strukturou specializovaných závodů se dosáhlo dobrého využití oblastí, kde nelze ekonomicky uplatňovat jinou výrobu.

Podle těchto zásad se budují závody pro odchov mladého skotu v Hoštce Státního statku Tachov, v Zadubu-Vlkovicích Státního statku Mariánské Lázně a na statku v Petrovicích. Tyto odchovné závody s průměrnými kapacitami 1500 až 2000 kusů navazují na centrální teletníky. Dále je ve výstavbě řada objektů s menšími kapacitami, které jsou první etapou výstavby specializovaných závodů. Další etapa výstavby bude prováděna až po ověření zkušeností získaných z prvních komplexních velkokapacitních závodů pro odchov mladého skotu.

Ekonomičnost této odchovné metody lze posoudit ze souhrnu technicko-ekonomických parametrů odchovného závodu Zadub-Vlkovice.

Všeobecné údaje:

kapacita	1015 kusů
plánovaná užitkovost (% přírůstek ž. v.)	0,512 kg
hodnota roční výroby	2 805 430 Kčs
počet stálých zaměstnanců	17

Základní ukazatele:

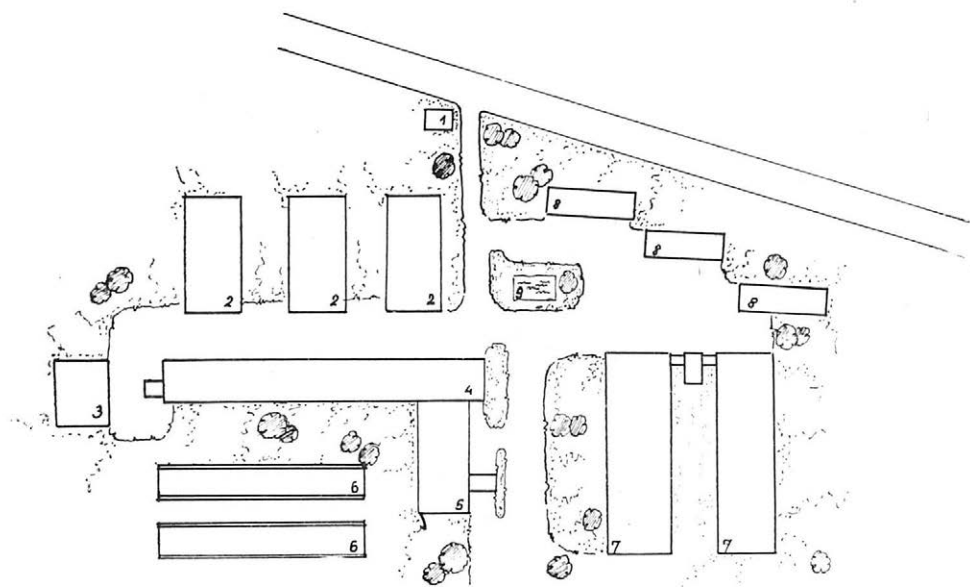
investiční náklad na 1 kus	7896 Kčs
celková spotřeba času ošetřovatelů za rok	21 600 h
na 1 ustájený kus ročně	21,3 h
počet kusů mladého skotu na 1 ošetřovatele ročně	113
roční přírůstek ž. v. na 1 ošetřovatele ročně	21 039 kg
spotřeba času na 1 kg přírůstku	68,4 min

Rozbor ekonomické efektivity:

náklady na mzdy	753 480 Kčs
vlastní náklady na krmiva a steliva	1 589 810 Kčs
roční náklady celkem	4 196 550 Kčs
realizační hodnota vlastních nákladů za rok	4 437 900 Kčs
roční čistý zisk	241 350 Kčs
návratnost investic $4\,196\,550 : 241\,350$	17,4 roku
rentabilita výstavby $241\,350 : 4\,196\,550$	5,8 %
náklady na 1 kg přírůstku	14,60 Kčs

SPECIALIZOVANÉ ZÁVODY PRO CHOV DOJNIC

Hlavní zřetel při výstavbě specializovaných závodů byl zaměřen na objekty pro chov dojníc. Farmy jsou řešeny pro dvě různé technologie: vazné ustájení dojníc a volné boxové ustájení dojníc. Volba vhodných technologií pro dojnice bude určována zaměřením produkce buď na výrobu mléka v příměstských oblastech, či půjde-li o objekty pro dojnice v chovné oblasti.



12. Situace farmy pro dojnice v Chotětově

1 – administrace, 2 – sklady píce, 3 – sklad steliva, 4 – velkokapacitní porodna, 5 – profylaktorium, 6 – silážní žlaby, 7 – produkční stáj pro dojnice, 8 – kůlny a dílny, 9 – po-
žární nádrž

Reprezentantem ověřovacích závodů pro vazné ustájení dojníc je farma Chotětov Státního statku Bezno (obr. 12). Zde byl zvolen systém ustájení, se kterým se počítá při výstavbě objektů v příměstských oblastech. Všechny technologicke pochody jsou zaměřeny na nejefektivnější získávání mléka.

Kapacita závodu je 650 dojníc. Závod je rozdělen na dvě základní části, a to:

- pro dojnice v době laktace,
- pro dojnice v době stání na sucho, porody a rozdojování.

Produkční stáje jsou řešeny jako vazné s krátkým stáním, které zajišťuje malou spotřebu steliva. Technologie vázání umožňuje hromadné uvazování a odvazování dojníc. Dojení je navrženo v karuselové dojárně. Uvažuje se o dovozu těchto dojíren z SSSR, Itálie nebo NDR. Zakládání krmiva se řeší mobilní mechanizací, využívá se samozakládacího vozu. Objekty pro dojnice před porodem, při a po porodu jsou řešeny s dlouhým a středním stáním. Doprava krmiva je zajištěna žlabovými dopravníky.

Technicko-hospodářské ukazatele tohoto objektu pro chov dojníc v příměstské oblasti dávají předpoklad pro jeho výstavbu v celostátním měřítku.

Všeobecné údaje:

předpokládaná užítkovost	3200 l
roční hodnota hrubé výroby	4 417 280 Kčs
průměrná potřeba stájových pracovníků	27
rozpočtová cena objektu	13 986 089 Kčs
předpokládaná potřeba pracovního času na kus a rok	121 h
počet ustájených zvířat na 1 ošetřovatele	18
v porodně	19
vlastní náklady na 100 l mléka	158,60 Kčs
předpokládaný čistý důchod	478 720 Kčs
investiční náklady na ustájení 1 dojnice v kravíně	5 383 Kčs
v porodně včetně výběhů	8 323 Kčs

Investiční náklady na 1 m³ prostoru:

sklad sena	65,45 Kčs
silážní věže	150,— Kčs
silážní žlaby	75,88 Kčs
garáže, dílny, sklad dílů apod.	162,74 Kčs
podíl inženýrských sítí z celkových nákladů	3 720 280 Kčs
což činí	26 ‰

Jelikož tato farma je již v plné výstavbě, byly rozpočty zpracovány podle investičních ukazatelů pro rok 1966. Začátkem roku 1967 byly veškeré investice ve stavebnictví zvýšeny o koeficienty, které se pohybují mezi 1,4 až 1,6. Na základě toho budou upraveny ekonomické parametry při vyhodnocení celého areálu v době ověřovacích zkoušek.

Telata z této farmy dojníc v Chotětově budou odvážena do velkokapacitního teletníku, který se buduje také na státním statku v Bezně na farmě Zdětín a má být dán do provozu v roce 1969.

Všeobecné ekonomické údaje této farmy pro odchov telat:

kapacita stavby	1140 telat
předpokládaná užítkovost	0,71 kg denního přírůstu
předpokládaný počet stálých pracovníků	11 osob
životnost stavby	45 let
celkový investiční náklad	8984 Kčs

Základní ukazatele:

investiční náklad na 1 tele	7880 Kčs
pohybová plocha ve stáji —	
a) pro telata do 1 měsíce	1,7 m ²
b) pro telata od 1 měsíce	2 m ²
c) ve výbězích	2,5 m ²

Ukazatele produktivity práce:

a) pro 1 tele za rok	17,9 h
b) pro 1 tele za den	2,94 min
c) spotřeba času na 1 kg přírůstku	4,15 min
d) počet telat na 1 ošetřovatele	114
e) počet ošetřovatelů na 1 směnu	4
f) roční produkce telecího masa na 1 stálého pracovníka	295 314 kg : 11
g) celková spotřeba času ošetřovatelů za rok	26 846 kg
předpokládaná roční kalkulace vlastních nákladů	20 440 h
úplné roční náklady celkem	2 702 500 Kčs
náklady na 1 kg přírůstku	2 893 466 Kčs
tržní produkce za rok	13,18 Kčs
zisk	5 799 580 Kčs
jednorázový investiční náklad	499 844 Kčs
předpokládaná doba úhrady	8 984 000 Kčs
	18,1 roku

Mimo farmy pro vazně ustájené dojnice v příměstských oblastech se budují farmy pro dojnice s boxovým ustájením, kde se nevyužívá podestýlky.

Jeden z prvních objektů pro dojnice s boxovým ustájením byl realizován v areálu celostátní zemědělské výstavby v Nitre. Stavby pro farmu byly objednány u firmy Manesmann a jsou určeny pro ustájení 400 dojnic.

Krmení v objektech je řešeno v prostoru boxových leháren pod zastřešením stájí. Krmivo je od baterie věží Harvester dopravováno pásovými žlabovými dopravníky, které ústí do šnekových dopravníků montovaných do žlabů krmišť. Pomocí tohoto systému a kombinací dopravníků lze krmivo zakládat do žlabů stejnoměrně. Počítá se s celoročním krmením senáží.

Objekty farmy jsou řazeny lineárně vedle sebe a v proluce mezi stáji je situována dvouproudová rybinová dojírna. Do dojírny jsou dojnice přeháněny přes výběhy. Stáje jsou budovány z trubkové konstrukce a zastřešeny pozinkovaným vlnitým plechem, takže objekt tvoří pouze ochranu zvířat před nepohodou, protože není tepelně izolován.

Jiným závodem podobného typu je farma pro ustájení dojnic na statku Vysoké školy zemědělské v Rudě. Tato farma je rovněž komplexní dodávkou firmy Manesmann. Objekty jsou situovány do vějířové dispozice. Boxové lehárny jsou umístěny po obvodu výběhů. Ve výběžích jsou žlaby se šnekovými dopravníky, které další soustavou pásových dopravníků navazují na lineárně postavenou baterii senážních věží typu Harvester. Ve středu baterie je umístěn dispečerský stůl, ze kterého je ovládáno veškeré vybírací a dopravní zařízení pro dopravu senáže. Kontrola dopravníků na dispečerském stole je zajištěna světelnými signály. Aby bylo možno dopravovat píci do vějířovitě rozmístěných žlabových dopravníků, je ve středu umístěn posuvný šnekový otočný dopravník, který je možno elektromotorem zavést ke každému šnekovému dopravníku. Ovládání tohoto otočného dopravníku je rovněž automatizováno od dispečerského stolu.

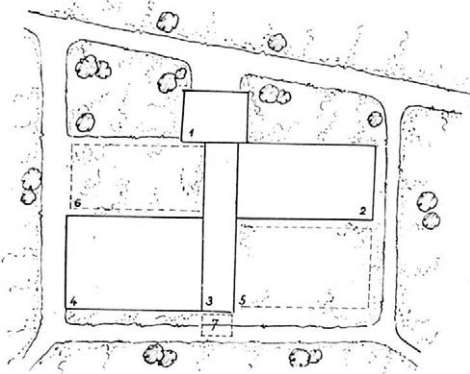
Farma je příkladem řešení plně automatizované dopravy senáže do žlabů. Žlaby ve výběžích jsou chráněny před deštěm lehkými ocelovými stříškami. Lehárny jsou z lehkého pozinkovaného plechu a nejsou izolovány. Řešení počítá s tím, že v lehárnách poklesne teplota pod bod mrazu.

K areálu náleží rybinová dojírna s automatickým dávkovačem jádra, které je granulované.

Jiným typem boxové stáje pro dojnice je objekt na farmě Hrušov Státního statku Bezno. Objekt je řešen odlišně od uváděných boxových stájí a je příkla-

13. Schéma situace farmy v Hrušově pro 512 dojnic

1 – karuselová dojírna, 2 – produkční stáj,
3 – naháněcí kryté chodby a shromaždiště před
karuselovou dojírnou, 4 – velkokapacitní po-
rodna s rozdojovacími stánými, 5, 6 – místo pro
umístění senážních a silážních věží



dem řešení stáje s boxy, kde jsou za-
chovány stejné mikroklimatické pod-
mínky jako ve stájích vazných.

Areál se skládá ze dvou halových
stájí, každé pro 256 dojnic. První hala
je určena pro dojnice v době plné
laktace, druhá je upravena pro ustájení
dojnic v době stání na sucho, porod
a dobu rozdojení.

V objektu se počítá s celoročním krmením senáží a siláží. Senáž se skla-
duje v 19 věžích typu Moravia a siláž ve třech železobetonových věžích o prů-
měru 9 m.

Lehárny jsou zateplené a jsou propojeny krytou naháněcí chodbou s do-
járnou. Rovněž krmení je zajištěno v zateplených prostorách. Senáž a siláž ze
senážních a silážních věží se dopravuje pásovými dopravníky do žlabů. Žlaby
jsou rovněž vybaveny pásovými dopravníky. Dojení je navrženo v karuselové
dojárně typu NDR o 16 místech.

Objekt bude předán do provozu tak, aby po ročním provozu bylo v roce
1970 možno zhodnotit výsledky ověřování a využít jich pro další výstavbu.

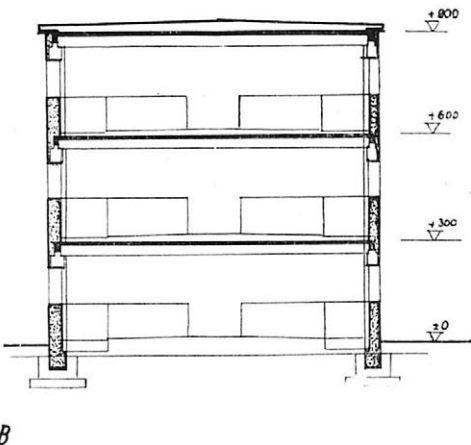
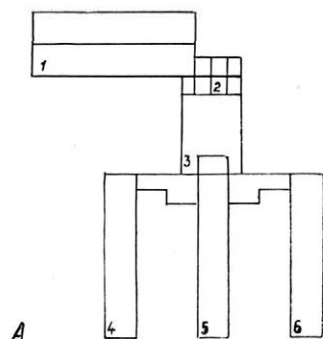
Technicko-ekonomické ukazatele provozu:

kapacita stáje	512 kusů
předpokládaná užítkovost	5000 Kčs
hodnota roční výroby	5 798 000 Kčs
počet stálých pracovníků	13
životnost	45 let
investiční náklad	15 544 000 Kčs
investiční náklad na dojnici (předpočítávací koeficient r. 1967)	30 359 Kčs
počet pracovních hodin na 1 dojnici	50
počet pracovních hodin na 100 l mléka	1
počet dojnic na 1 ošetřovatele	40
roční výroba mléka na 1 ošetřovatele	186 000 l
roční důchod	2 114 031 Kčs
předpokládaná doba úhrady	7,35 roků

ZÁVODY PRO CHOV PRASAT

V naší experimentální výstavbě je v současné době v realizaci výstavba spe-
cializovaného závodu bez půdy pro chov a výkrm prasat. Tento závod je reali-
zován na farmě Hájek Státního statku Bezno a skládá se ze tří třípodlažních
pavilónů pro prasnice se selaty a z halové výkrmny pro prasata ve výkrmu.

Zásadní změna v tomto objektu proti staré praxi je ta, že farma Hájek je
řešena jako závod bez půdy pro časný odstav selat na celkovou plánovanou vý-
robu vepřového masa pro celý statek Bezno. Nejdůležitějším efektem této koncepce
je stabilita prostředí, úspora na dopravě různých kategorií prasat, dále selata
vlastní provenience a možnost přípravy jednotlivých kategorií prasat na přechody



14. Schéma specializované farmy v Hájku pro prasata

A – situace

1 – výkrmna prasat, 2 – sila, 3 – přípravná, 4 – třípodlažní pavilón pro odchov selat, nízkobřeží prasnice, 5 – třípodlažní pavilón pro rodící a kojící prasnice, v přízemí jsou ustájení kanců, 6 – třípodlažní pavilón pro kojící a rodící prasnice, nízkobřeží prasnice

B – řez vícepodlažním pavilónem pro prasnice

v krmení. Prasata jsou v tomto závodě krmena jen granulovanými směsmi, které jsou průmyslově centrálně vyráběny podle přesných receptů jak pro prasnice, tak i pro selata a výkrm. Závod Hájek má za úkol kontinuálně vyprodukovat ročně 8274 běhounů o průměrné váze 30 kg a předávat je do výkrmu ve skupinách po 30–40 kusech.

Veškerá doprava krmení v těchto patrových objektech je mechanizována pomocí zařízení od fy Big Dutchman, které dovoluje využívat jak pro vertikální, tak i horizontální linky stejného dopravníku, dopravujícího granulovanou směs do zásobníků nad krmnými žlaby. Tyto zásobníky jsou nad žlabu otevírány elektrickými spínači, takže krmivo padá do žlabů podle přesně

stanoveného krmného plánu a v přesných časových limitech bez lidské práce. Takto mechanizovaným zakládáním krmiva spolu s plnou mechanizací odstraňování výkalů bylo v projektu dosaženo maximální efektivity výroby.

Ekonomické ukazatele farmy Hájek:

Kapacita:

500 prasníc,
20 kanců,
200 prasníček,
1000 prasat v časném
odstavu (váha 8–30
kg)
2690 prasat v dokrmně

Předpokládaná užitkovost:

počet selat odchovaných od 1 prasnice za rok	18,31
průměrný přírůstek v odchovu za den	0,50 kg/ks
průměrný přírůstek ve výkrmu za den	0,60 kg/ks
průměrný přírůstek ve výkrmu a v předvýkrmu za den	0,503 kg/ks

Hodnota roční výroby:

8140 výkrmových prasat à 100 kg	8 954 000 Kčs
předpokládaný počet stálých pracovníků při odchovu selat (včetně střídání)	14 osob
okruh výkrmu prasat	4 osoby
ostatní	8 osob

Rozpočtové náklady stavby:

celkový investiční náklad	11 168 080 Kčs
z rozpočtových nákladů připadá na 1 prasnici (účelovou jednotku)	10 634 Kčs
z toho: objekty vlastních stájí	5 134 Kčs
na 1 výkrmové prase celkem	1 019 Kčs

Předpokládaná potřeba pracovníků:

na 1 prasnici (účelovou jednotku)	43,90 h
na 1 q přírůstku živé váhy u výkrmu	1,45 h

Počet zvířat připadajících na 1 pracovníka

prasnic	50 kusů
prasata ve výkrmu	900 kusů

Předpokládaná rentabilita závodu:

- a) celkové vlastní náklady za rok:
 - produkce odchovaných selat (9279 ks à 220 Kčs) 2 041 380 Kčs
 - přírůstek ve výkrmu: 746 000 kg à 7,11 5 304 060 Kčs
 - náklady celkem 7 345 440 Kčs
- b) oceněná tržní produkce 9 291 330 Kčs
- c) předpokládaný roční důchod závodu 1 945 890 Kčs
- d) předpokládaná doba úhrady vynaložené investice 5,7 roků

EXPERIMENTÁLNÍ VÝSTAVBA SILÁŽNÍCH A SENÁŽNÍCH VĚŽÍ

Aby bylo možno zhodnotit ještě před výstavbou v celostátním měřítku různé systémy senážování a nové formy silážování, byly postaveny baterie věží různých systémů na těchto farmách: Prčice, Všeruby, Jistebník, Mečedlo a byly zapojeny do současných výrobních procesů.

Na farmě Prčice Státního statku Sedlec byla vybudována baterie osmi věží Maryson (otevřených) na výrobu siláže pro 470 dojnic, ustájených ve dvou typových kravínech 174-3 a v jednom dvouřadém kravíně K 96. Věže postavil Výzkumný ústav zemědělské techniky v Řepích. Byly naplněny bílkovitou pící o 35–55 % sušiny s přidavkem 2,5 až 5 % krátce řezané slámy. Délka řezanky ve věžích se pohybuje v rozmezí 3–6 cm. Jde tedy o prověření siláže s vysokým procentem sušiny. Komplexní technologické linky v kovových věžích budou vyhodnoceny v roce 1967.

Na farmě Všeruby Státního statku Domažlice byla postavena baterie senážních hermeticky uzavřených věží typu Kemper. Stavbu provedla italská firma SCIA. Baterie věží je napojena na stávající objekty pro 200 dojnic, které jsou mechanizovány žlabovými dopravníky. Senáž z věží je dopravována do cyklonového zásobníku, odkud padá na dopravníky. 1 q senáže při odpisech propočítaných na 30 let činí 8 Kčs. Věže byly naplněny zavadlou pící se 42,5 % sušiny. Ověření baterie bude dokončeno v r. 1967.

Na farmě Jistebník Státního statku Bílovec byla realizována baterie tří hermetických senážních věží typu Moravia, výrobek Vítkovických železáren, který je v podstatě modifikací senážních věží Harvester. Věže byly napojeny na stáje pro 175 dojnic. Doprava senáže byla zmechanizována. Věže byly plněny zavadlou pící s 50,03 % sušiny. Ověření těchto věží bude dokončeno v r. 1967.

Na farmě Mečedlo Státního statku Spišská Nová Ves bylo postaveno hermetické hliníkové silo Alkosil rakouské výroby. Věž byla naplněna v průběhu

10 dní bílkovitou pící o sušině 45—50 %. Její provoz bude vyhodnocen v r. 1967.

Souhrnné vyhodnocení těchto různých systémů silážních a senážních věží ukáže, který systém bude nejvhodnější pro další rozšíření v praxi.

SPECIALIZOVANÁ MECHANIZAČNÍ STŘEDISKA

Stejně jako v živočišné výrobě je experimentálně ověřována i otázka specializace v mechanizaci rostlinné výroby. Specializovaná mechanizační střediska budou tvořit v komplexu perspektivních specializovaných farem samostatný výrobní celek. Výstavba je podřízena těmto třem kritériím:

1. Závody jsou v současné době vybavovány stále větším počtem traktorů a mechanizačních prostředků, a je proto nutno, aby traktory byly dokonale ekonomicky vytíženy a jejich využití bylo řešeno komplexně s ucelenými sklizňovými linkami.

2. Je nutno zajistit dokonalou údržbu a opravy strojů.

3. Je nutno zajistit vhodné uskladnění v mimosezónních obdobích.

Příkladem řešení experimentálního střediska pro specializovanou rostlinnou výrobu je mechanizační středisko na farmě Chotětov na Státním statku v Bezně. Toto experimentální středisko je vybaveno pro komplexní sklizeň obilnin, cukrovky, polocukrovky a vojtěšky. Spolu s ověřováním specializovaných komplexů sklizňových linek je v tomto středisku ověřováno i využívání současného fondu budov, které nebylo možno z hlediska živočišné velkovýroby začlenit do nových výrobních cyklů. Jsou to zejména objekty menších stájí, stodoly, kůlny a obytné budovy.

Vyhodnocení uvedeného experimentálního mechanizačního střediska, jehož řešení respektuje všechna uvedená kritéria, dá podklady pro výstavbu mechanizačních areálů pro specializaci v rostlinné výrobě při další výstavbě specializovaných farem.

Technicko-hospodářské ukazatele ekonomického rozboru tohoto střediska, provedené při vypracování investičního úkolu, však ukázaly, že po reálném ověření navrhovaných investic bude nutno ještě dále se zabývat touto otázkou, poněvadž problematika využití současného fondu budov je složitá a podstatně ovlivňuje efektivnost výstavby těchto specializovaných mechanizačních středisek.

Došlo dne 21. 2. 1967

Экспериментальное строительство и механизация специализированных сельскохозяйственных объектов

Современное экспериментальное строительство в СССР решает объекты для специализированной производственной формы как в предприятиях с землей в связи со всей системой ведения хозяйства на специализированных фермах, так и в предприятиях без земли, которые используют центрально минерально производимые корма.

При горизонтальных и диспозиционных проектах объектов экспериментального строительства все чаще встречаются элементы, до сих пор применяемые только в промышленном строительстве. Это прежде всего проектирование многоэтажных объектов, промышленное изготовление сборных железобетонных и стальных строительных частей как для вертикальной, так и для горизонтальной конструкции или для теплоизоляционных панелей. Появляется и новый взгляд на микроклимат, который опирается на преимущества регулируемого микроклимата при использовании тепловых агрегатов и кондиционирующих элементов.

В результате объединения сельскохозяйственных предприятий в крупные единицы были созданы условия для внедрения промышленного животноводства на основе открытого оборота

стада и тем самым ввести крупнопроизводственную форму специализации с высокой концентрацией животных с учетом производственных и экономических условий. В экспериментальном строительстве проверяются крупногабаритные телятники для 1700 телят, коровники с привязным содержанием крупного рогатого скота для 600 дойных коров в пригородной области, коровники с беспривязным боксовым содержанием для 1000 дойных коров, коровники с беспривязным боксовым содержанием для 600—800 телок в предгорных и горных областях, далее объекты для 1000 свиноматок и 10 000—12 000 откормочных свиней.

Техническое и технологическое описание этих ферм дополнено и экономическими показателями производства.

Experimental Construction and Mechanization of Specialized Farm Buildings

The present scheme of the experimental farm buildings construction in Czechoslovakia is aimed at the designs for specialized branches of production, both for the enterprises owning the land and linked in the whole farming system with specialized farms, and for the enterprises without the land, i. e. those, which make use of the industrially manufactured feedstuffs, delivered from a central source.

The buildings and layouts in the experimental scheme comprise some elements, which have been used up to now in the industrial construction only. These are notably the multiple-story constructions, the industrial prefabrication of the ferro-concrete parts or parts made of steel, both of vertical or horizontal design, or the thermo-insulating panels. New aspects of microclimate are applied, utilizing the advantages of the controlled microclimate; heating and air-conditioning equipments are used for the purpose.

The fusion of agricultural enterprises into big units introduced the conditions enabling to apply large-scale production methods based on the replenishing of the stock from off-farm sources. Thus large-scale specialization with a high concentration of the animals was made possible, while respecting all conditions of the production and economy. The experimental construction scheme includes large-capacity calf-houses for 1700 animals, tie-up stalls for 600 dairy cows, located in the neighbourhood of the towns, loose cubicle-type cowhouses with 1000 dairy cows capacity, loose cubicle-type cowhouses to house 600—800 heifers in hilly and mountainous districts, pig-houses for 1000 animals and pig fattening houses for 10 000—12 000 animals.

The technical and technological description of the farms includes the economical characteristics of the production.

Der experimentelle Aufbau und die Mechanisierung bei spezialisierten landwirtschaftlichen Objekten

Der gegenwärtige experimentelle Aufbau in der Tschechoslowakei löst die Objekte für spezialisierten Produktionsformen, sowohl in Landbetrieben mit Boden in Anschluß an das ganze Wirtschaftssystem auf den spezialisierten Farmen, als auch in landwirtschaftlichen Betrieben, die über keinen Boden verfügen und die die zentral industriemäßig erzeugten Futtermitteln ausnützen.

Bei den baulichen und Dispositionslösungen von Objekten des experimentellen Aufbaues erscheinen nur die Elemente, die bisher nur im industriellen Aufbau Anwendung gefunden haben. Es geht vor allem um die Lösung der mehrbödigen Objekte, der industriellen Vorfertigungen aus Eisenbeton- und Stahlbauteilen, ob es sich schon um horizontale oder vertikale Konstruktionen oder auch um Wärmeisolierpaneele handelt. Es macht sich geltend auch die neue Meinung über das Mikroklima, welche an den Vorteilen des geregelten Mikroklimas bei der Ausnützung von Wärmeaggregaten und Klimatisierungselementen beruht.

Durch die Vereinigung landwirtschaftlicher Betriebe in große Einheiten wurden günstige Verhältnisse geschaffen für die Einführung der Großproduktion auf Grund des offenen Umsatzes des Herde und dadurch die Großproduktionsform der Spezialisierung mit hoher Konzentration der Tiere, mit Rücksicht auf die ökonomischen und Produktionsverhältnissen. Im experimentellen Aufbau sind Großkapazitätskälberställe für 1700 Kälber, Anbindeställe für 600 Milchkühe (die den Charak-

ter der in der Nähe großer Städte gebauten Ställe tragen), freie Boxenställe für 1000 Milchkühe, freie Boxenställe für 600—800 Färsen in Vorgebirgs- und Gebirgs-lagen, weiter Objekte für 1000 Schweine und 10 000 bis 12 000 Mastschweine, unter-sucht worden.

Zu den technischen und technologischen Beschreibungen dieser Farmen sind auch ökonomische Kennzahlen des Betriebes beigefügt.

Adresa autorů:

Ing. Vladimír Píša, arch. Jan Čermák, Ústav pro vědeckou soustavu hospo-daření MZV, Praha 1, Těšnov 65

Naučný slovník zemědělský — díl I.

Vydal Ústav vědeckotechnických informací MZLVH ve Státním zemědělském nakladatelství v r. 1966.

Obsahuje 1102 str., cca 5000 hesel písmen a — d, 64 barevných příloh.

Zahrnuje nejen hesla základních zemědělských oborů, tj. rostlinné výroby, živočišné výroby, zemědělské techniky, zemědělské ekonomiky, ale i hesla z oboru meliorací a vodního hospodářství, veterinárního lékařství, lesnictví, dřevařství a myslivosti. Kromě hesel těchto oborů najde čtenář ve slovníku i vysvětlení různých pojmů z oboru společenských věd, některé základní pojmy fyzikální, matematické, biofyzikální, botanické a zoologické, agrochemické, mikrobiologické, geologické, i z jiných oborů základních věd. Touto širokou koncepcí se Naučný slovník zemědělský stává skutečně všestranným pomocníkem všem zemědělským pracovníkům i všem občanům našeho venkova, kteří se zajímají o vědecký a společenský rozvoj naší společnosti.

Pokud se tyto pracovníci chtějí podrobněji seznámit s některými speciálními otázkami, najdou ve slovníku i odkazy na příslušnou literaturu. Pro lepší orientaci v cizojazyčné literatuře jsou u většiny hesel uvedeny též ruské, německé a anglické ekvivalenty.

Hš

Električeskije izmerenija, avtomatičeskij kontrol' i regulovanije vlažnosti

(Elektrické měření a automatická regulace vlhkosti)

M. A. Berliner

Vydalo nakladatelství Energia v Moskvě a Leningradu v r. 1965, 488 stran, obrázky, 264 ref.

Druhé přepracované a doplněné vydání technické monografie, která se zabývá

převážně elektrickým měřením vlhkosti tuhých látek kapalin a plynů.

Publikace je rozdělena na čtyři části:

- I. Měření vlhkosti tuhých látek a kapalin.
- II. Měření vlhkosti plynů (hygrometrie).
- III. Obecné metody stanovení vlhkosti, cejchování a zkoušení vlhkoměrů a hygrometrů.
- IV. Použití vlhkoměrů a hygrometrů v automatických systémech.

Kniha čerpá z pramenů sovětských i západních a obsahuje popisy a schémata zajímavých moderních přístrojů.

Z obsahu:

Vlhkost pevných látek a její stanovení; vlhkostní čidla; konduktometrická metoda; dielektrická metoda; stanovení vlhkosti ostatními fyzikálními (neelektrickými) metodami; vlhkost plynů a metody měření; psychrometry; hygrometry na bázi změny fyzikálních vlastností plynů; elektrické hygrometry; obecné metody užívané pro stanovení obsahu vlhkosti látek; kalibrace a zkoušení vlhkoměrů; technické prostředky automatické regulace vlhkosti; regulační systémy založené na informaci o vlhkosti.

Racionaľnoje ispol'zovanije mašin v sel'skom chozjajsťve

(Hospodárné využití strojů v zemědělství)

H. R. Hine

Vydalo nakladatelství Kolos v Moskvě v r. 1966, 272 str.

Ruský překlad anglické publikace „Machines on the Farm. Time- and Labour Saving Methods of Operation“, vydané nakladatelstvím Oldhams Press Ltd v r. 1959 v Londýně. Kniha se zabývá

využitím strojů v zemědělství na úrovni středně technických kádřů.

Z obsahu:

Pluhy; nářadí na předseťové zpracování půdy; sečí a sázecí stroje; stroje na hnojení; kultivační nářadí; postřikovače a poprašovače; stroje na sklizeň píce; stroje na sklizeň obilovin; sušárny obilí; stroje na sklizeň cukrovky a brambor; stroje na přípravu krmiv; energetická zařízení; doprava v zemědělství; rekultivace pozemků.

Cryogenic systems

(Kryogenní zařízení)

R. F. Barron

Vydalo nakladatelství MacGraw-Hill v Londýně a New Yorku v r. 1966, 678 str.

Rozsáhlá publikace o novém technickém oboru kryogenní (kryogenní technika = aplikace velmi nízkých teplot na látky) soustřeďuje řadu témat a údajů rozptýlených v mnoha oborech. Obsahuje podrobnou analýzu aplikace kryogenní techniky a dává tak pevné základy tomuto oboru. Je psána spíše jako vysokoškolská učebnice a vychází ve svém výkladu z principů. Příloha obsahuje tabulky s údaji a termodynamické grafy.

Z obsahu:

Úvod — kryogenní systém; vlastnosti technických materiálů při nízkých teplotách; soustavy s plynou a kapalnou fází; separace a čištění plynů; kryogenní chladicí soustava; měřicí soustava pro nižší teploty; skladování a přeprava kryogenních kapalin; vakuová technologie; systémy používající nízkých teplot; přílohy.

Marketing of Agricultural Products

(Marketink zemědělských výrobků)

R. L. Kohls

Vydalo nakladatelství Collier-Macmillan Ltd v New Yorku a Londýně v roce 1967, 448 str.

Pojem „marketing“ už zdomácněl v našem slovníku. Třetí vydání této výtečné americké učebnice ukazuje současné změny v americkém tržním mechanismu sféry, která uspokojuje americkou potřebu potravinami.

Kniha je rozdělena na tři části.

První část rozebírá strukturu tržního mechanismu a charakteristiku celé sféry od primární výroby přes skladování a

zpracování zemědělských výrobků, velkoobchod a maloobchod až ke spotřebiteli.

V druhé části jsou rozebrány funkční vztahy a problémy uvnitř sféry: směna a oceňování výrobků, tvorba zemědělských cen, zásahy státu do tržního mechanismu, vývoj poptávky, organizace tržního systému, dopravy, skladování apod.

Konečně třetí část se zabývá strukturou jednotlivých oborů v tržním mechanismu: marketinkem dobytka, mlékařstvím, výrobou a distribucí drůbeže a vajec, obilí, bavlny a tabáku.

Uborka zernových kultur s obnovremenným izmelčením solomy

(Sklizeň obilovin se současným řezáním slámy)

G. P. Grigorenko, J. N. Popov

Vydalo nakladatelství Rosselchozizdat v Moskvě v r. 1966, 64 str.

Popis různých soustav sklizně obilovin pomocí sklízecích mlátiček se současnou sklizní slámy pomocí řezačky vestavěné do sklízecí mlátičky (u nás většinou uváděné pod nevhodným pojmem „dva-
apůlfázová“ sklizeň).

Ukrajinský komplex (cepová řezačka v SK-4 a přívěsy s automatickým zpřáhlem); komplex VNIIMESCh (mnohonozová řezačka s metačem a vůz jedoucí vedle sklízecí mlátičky SK-4); komplex ROSTSELMAŠ (sklízecí mlátička RSM-8 v agregátu s traktorem K-700 a návěsem TPU-70); komplex VISChOM (SK-4 a v další operaci pneumaticko-mechanický sběrač slámy s přívěsem KS-70); taganrožský komplex (SK-4 s neseným kopkovačem na řezanku); na posledním místě je uveden komplex pro tzv. „třífázovou sklizeň“ (VIM).

Lubrication and Lubricant

(Mazadla a mazání)

E. R. Braithwaite

Vydalo nakladatelství Elsevier Publ. Co v Amsterdamu, Londýně a New Yorku v r. 1967.

Studie o tření a opotřebení se staly dnes velmi složitými a budoucí pokrok v mazací technice závisí dnes více na podnětném přístupu k řešení problémů novým způsobem. Autor se o to pokusil a v jeho pojetí je tření definováno jako studium materiálů a systémů, které redukuje opotřebení mezi třoucími se povrchy.

Z obsahu:

Úvodní přehled o mazání a opotřebení; pevná mazadla; chemické aditivy; syntetická mazadla; mazací tuky; mazání při řezání kovů; ložiska z plastických hmot; samomazací systémy; mazání v kovoprůmyslu; index.

Poultry Products Technology

(Technologie drůbežnictví)

G. J. Mouthney

Vydalo nakladatelství AVI Publ. Co. ve Westportu v USA v r. 1966, 215 str.

Příručka s utříděnými elementárními informacemi o zpracování, manipulaci, marketinku drůbeže a výrobě produktů a vedlejších výrobků z drůbežního masa.

Z obsahu:

Drůbežářský průmysl; stanovení kvality; udržení kvality; chemické a nutriční vlastnosti; měření výtěžnosti; charakteristika drůbežního masa; mikrobiologie drůbežního masa; dodávka vody, uspořádání výroby, sanitární opatření; zpracování drůbeže; balení; uskladnění chlazeného drůbežního masa; výroba drůbežích konzerv a polévek; dehydratace drůbežního masa; další způsoby zpracování drůbežního masa; rožnění; vaření drůbeže; jedlé vedlejší produkty; index.

Tropical and Subtropical Agriculture

(Tropické a subtropické zemědělství)

Ochse, Soule, Dijkman, Weblburg

Vydalo nakladatelství Collier-Macmillan Ltd v New Yorku a Londýně v roce 1967 ve dvou dílech, 1472 str., ilustrováno.

Důležitá příručka, která se zabývá detailně všemi hlavními tropickými a sub-

tropickými plodinami. U každé plodiny je vedle latinského názvu uvedeno pojmenování v lokálním jazyce a v hlavních evropských jazycích (vyjma ruštiny). Kapitoly popisující jednotlivé plodiny obsahují údaje o světové produkci, botanický popis, způsoby šlechtění, požadavky na klima, půdu, technika pěstování a sklizně apod.

Z obsahu:

Díl první — Klima fyziografie; utváření půdy; chemické a fyzikální vlastnosti půdy a půdní organické hmoty; úrodnost půdy; hospodaření s půdou; kulturní praxe; výběr rostlin; ekonomické úvahy; nutriční hodnota tropických produktů.

Díl druhý — Kořeninové rostliny: pepř, vanilka, muškát, zázvor, hřebíček, káva, kakao, čaj, chinovník, gumovník. Olejiny: kokosové ořechy, palma olejová, sója, podzemnice olejná, olivovník, sezam, tung a příbuzné. Pšadné rostliny: bavlna, kapok, ramie, kenaf a příbuzné, juta, konopí, abaka, agave a příbuzné. Cukrová třtina a jiné plodiny.

Schweinehälle

(Vepřiny)

H. Craggerud

Z norštiny přeložil J. Hertrampf
Druhé vydání v r. 1965, 84 str., 161 obr.

Rindviehställe

(Stáje pro skot)

J. Jebautzke, H. Pohlmann

Vyšlo v r. 1966, 123 str., 165 obr., 23 tab.

Obě publikace zabývající se zemědělskými stavbami vydalo nakladatelství Paul Parey v Berlíně a Hamburku.

K. Koskuba

Podepsáno k tisku 1. 6. 1967.



OBSAH

Vávra A.: Gasterstädtův součinitel při pneumatické dopravě	233
Fiala J.: Tok granulovaných průmyslových hnojiv při vyprazdňování zásobníků	251
Lanča I., Konopásek J., Beran J.: Zhodnocení výsledků funkčních zkoušek a práce přihrnovacího dopravníku podávající stébelnin	265
Píša V., Čermák J.: Experimentální výstavba a mechanizace specializovaných zemědělských závodů	275
Nové knihy	293

СОДЕРЖАНИЕ

Вавра А.: Коэффициент Гастерштадта при пневматическом транспортировании (250). — Фиала Й.: Поток гранулированных удобрений при опорожнении бункеров (262). — Ланча И., Конопасек Й., Беран О.: Оценка результатов функциональных испытаний и работы питающего транспортера подающего плеча для стеблевых культур (274). — Пиша В., Чермак Я.: Экспериментальное строительство и механизация специализированных сельскохозяйственных объектов (290). — Новые книги (293).

CONTENT

Vávra A.: The Gasterstädt's Coefficient in the Pneumatic Conveyance (250). — Fiala J.: The Flow of Granular Fertilizers in the Emptying of Hoppers (263). — Lanča I., Konopásek J., Beran O.: Evaluation of the Results obtained in Functional Tests and in the Operation of a Sweep-Type Conveyer for the Handling of the Culm Crops (274). — Píša V., Čermák J.: Experimental Construction and Mechanization of Specialized Farm Buildings (291). — New books (293).

INHALT

Vávra A.: Gasterstädt's Koeffizient bei pneumatischer Förderung (res. E/250). — Fiala J.: Der Fluß granulierter Düngemittel bei der Bunkerentleerung (264). — Lanča I., Konopásek J., Beran O.: Bewertung der Ergebnisse der Funktionsprüfungen und der Arbeit des Zustreicher-Förderers eines Halmfrucht-Zubringers (274). — Píša V., Čermák J.: Der experimentelle Aufbau und die Mechanisierung bei spezialisierten landwirtschaftlichen Objekten (291). — Neue Bücher (293).

TABLE DES MATIÈRES

Vávra J.: Coefficient de Gasterstädt dans le transport pneumatique (res. An/250). — Fiala J.: Courant des engrais industriels granulés au cours de l'évaluation des réservoirs (res. An/263, Al/264). — Lanča I., Konopásek J., Beran O.: Evaluation des résultats des essais fonctionnels et du travail du transporteur d'alimentation du chargeur des plantes à tiges (res. An, Al/274). — Píša V., Čermák J.: Construction expérimentale et mécanisation des entreprises agricoles spécialisées (res. An, Al/291). — Livres nouveaux (293).

otiskuje tyto práce:

B. Vérosta, Z. Štefl: *Zhodnocení výroby vojtěškové moučky v horkovzdušné sušárně*

Práce hodnotí základní technické parametry sušárny LKB-FA. Při dodržení správné technologie sušení bylo dosaženo příznivých výsledků. Ztráty na N-látkách se pohybovaly kolem 15 %, což odpovídá kvalitě I. jakostní třídy.

Ekonomicky je sušení vojtěšky příznivé, neboť náklad na výrobu 1 q moučky I. jakostní třídy činí 141,— Kčs. Ekonomicky nevýhodné je sušení extrahovaných řepných řízků a řízků krmné cukrovky. U těchto plodin je výhodnější sušení na sušárnách v cukrovarech.

A. Vávra: *Fázový diagram pneumatické dopravy*

Práce dokazuje, že kinematika pohybu dopravovaného materiálu je klíčem i k energetice pneumatické dopravy.

Pro praxi je fázový diagram objektivním návodem k výpočtu optimální rychlosti dopravního vzduchu pro danou dopravní úlohu. Ukazuje, že je třeba respektovat rovněž hmotnostní průtok dopravovaného materiálu. Dosud se rychlost dopravního vzduchu volila subjektivně podle zkušeností projektanta.

Fázový diagram názorně ukazuje energetickou výhodnost fluidliftového režimu pneumatické dopravy.

A. Andert: *Účelnost přechodu na velkoobjemové hnací pneumatiky získané dalším rozšířením ráfku*

Práce hodnotí vhodnost použití hnacích traktorových pneumatik na rozšířených ráfcích, a to jak z hlediska funkčního, tak i z hlediska životnosti pneumatik. Uvádí originální výsledky laboratorních pokusů a provozních zkoušek uskutečněných v různých oblastech našeho státu. Tyto zkoušky prokázaly výhodnost přechodu v celostátním měřítku na zvýšený objem hnacích pneumatik s rozšířeným ráfkem. Bude tím dosaženo jak úspor v provozních nákladech, tak i úspor na pneumatikách. Bude také snížen i nepříznivý vliv prokluzu, k němuž dochází mezi styčnou plochou pneumatiky a půdou.

V. Černý: *Elektrická soustrojí se spalovacím motorem jako náhradní zdroje elektrické energie v zemědělských provozech*

Článek seznamuje s různými druhy elektrických soustrojí se spalovacími motory, které slouží jako náhradní zdroje elektrické energie.

K. Koskuba: *Výuka v oboru mechanizace zemědělství ve Velké Británii*

Článek otištěný v rubrice Zemědělská technika v zahraničí seznamuje čtenáře s organizační strukturou vysokého školství v oboru zemědělské techniky ve Velké Británii.