

VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 15 (XLII)
PRAHA,
SRPEN 1969
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Miloslav Adam, ing. Karel Bernhard, ing. Jiří Fiala, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, ing. Karel Joza, doc. Karel Koskuba, CSc., ing. Ján Kuchár, ing. Alfonz Marko, CSc., ing. Vladimír Píša, ing. Vladimír Suchý, prof. ing. Zdeněk Štefl, doc. ing. Miroslav Thér, CSc., prof. ing. Ján Tomovčík, CSc., ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktor Čeněk Rendl

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1969

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

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

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

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

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

■ Předkládaná práce obsahuje výsledky nového, dosud nepoužitého způsobu řešení tlakových poměrů dojicího automatu na analogovém počítací MEDA 40 TA. Řešení navazuje na dřívější aplikaci počítací (Souček 1967), při které se řešil pulsátor dojicího stroje (tj. vzduchové cesty dojící soupravy). Náplní této práce je řešení mléčných cest dojící soupravy.

Úkol je mimořádně důležitý, neboť u dosavadních provedení dojicích automatů dochází k nedovoleným poklesům podtlaku v dojící soupravě účinkem dopravy mléka, ovlivněné řadou parametrů, jejichž optimalizace je pokusným způsobem těžko řešitelná. Použití nově uváděné metody má tedy značný ekonomický význam.

1. TECHNICKÁ SPECIFIKACE ŘEŠENÍ

U tak zvaných dojicích automatů se mléko z dojící soupravy odsává do potrubí instalovaného v kravíně, kterým se dopravuje do mléčnice. Vlivem tlakových ztrát způsobených statickou výškou sloupců mléka a hydraulickým odporem dochází ke značnému poklesu základního podtlaku, který vyvolává vývěva a nastavuje regulační a přísávací ventil. Proto je v podstrukové komoře při dojení dojicím automatem nižší úroveň podtlaku než při dojení do konví.

Měřením na dojicích strojích se zjistilo, že pokles podtlaku může způsobit i spadávání strojů (Souček 1967). Výše podtlaku ovlivňuje též rychlost dojení. Navíc jsou poklesy podtlaku nepravidelné a mění se s provozními podmínkami, což nepříznivě působí na zdraví dojnic. Největší ztráty podtlaku působí mléčná hadice, která spojuje dojící soupravu s mléčným potrubím. Důvodem k tomu je značný výškový rozdíl mezi dojící soupravou a mléčným potrubím, a také hydraulické ztráty působené hadicí obvykle malého průřezu.

K usnadnění dopravy se do dojící soupravy přísává určité množství vzduchu. Z praktických pozorování na dojicích strojích i z obecně platných zákonitostí (Kostěrin 1949) plyne, že za těchto podmínek (tj. přísává-li se vzduch) se mléko nejčastěji pohybuje v kompaktních sloupcích, které jsou vystřídány vzduchovými mezerami. Se stoupajícím přísávaným množstvím klesá ztráta vyvolaná statickou výškou a stoupá hydraulický odpor. Z hygienických důvodů je vyvíjena snaha přísávat co nejmenší množství vzduchu (vzduch nasávaný v kravíně pod dojnici přichází do přímého styku s mlékem).

Cílem této práce je zjistit vliv konstrukčních parametrů a provozních podmínek na tlakovou ztrátu působenou dojící soupravou. Kromě vlivu mléčné hadice je uvažováno též působení kohoutu, kterým se připojuje hadice dojící soupravy k mléčnému potrubí. Hodnoty průtokových součinitelů hadice a kohoutu byly zjištěny experimentálně.

2. MATEMATICKÁ FORMULACE POPISUJÍCÍ POMĚRY V DOJICÍ SOUPRAVĚ

Střední tlaková ztráta působená hadicí s připojovacím kohoutem (obr. 1) činí

$$p - p_o = \Delta p = \gamma h + k \frac{l}{d} \cdot c^2 + \Delta p_K \quad (1)$$

$$h = \sum h_i = H \frac{i}{i + q_p} \quad (2)$$

$$l = \sum l_i = L \frac{i}{i + q_p} \quad (3)$$

$$\Delta p_K = K c_K^2 \frac{i}{i + q_p} \quad (4)$$

$$c = \frac{i + q_p}{f} = \frac{i + q_p}{\pi d^2} \cdot 4 \quad (5)$$

$$c_K = \frac{i + q_p}{f_K} \quad (6)$$

$$k = \frac{\lambda \cdot \gamma}{2g} \quad (7a)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}} \quad (7b)$$

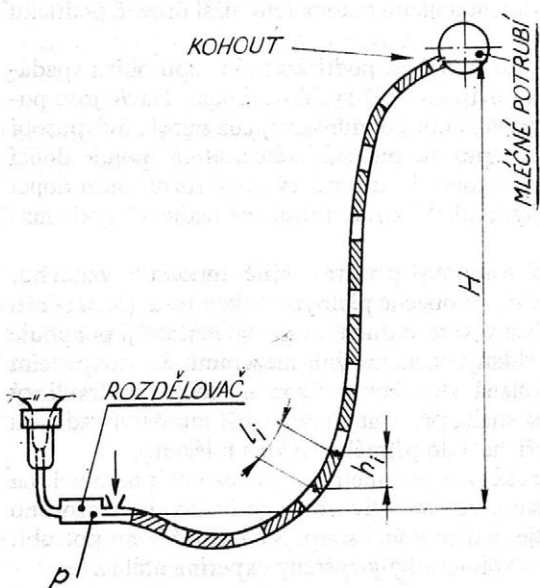
Rovnice (2) (3) (4) vyjadřují vliv objemu vzduchu při dopravě mléka. Je uvažován pouze hydraulický odpor a statická výška elementárních sloupců mléka (jejich součet). Vliv vzduchu (hydraulický odpor) je zanedbán, což je pro poměry mající technický význam dostatečně přesné. Kostěrin (1949) při výpočtu hydraulického odporu dochází

k prakticky stejnému výsledku tím, že za γ v rovnici (7a) uvažuje γ směsi a redukci konstrukční délky L pak již neprovádí (autor řeší hydraulický odpor vodorovného potrubí, kterým proudí směs).

Další rozdíl je v tom, že Kostěrin uvažuje kromě obvyklé závislosti λ na Reynoldsově číslu též závislost na Froudově číslu a též na poměru vzduchu a kapaliny ve směsi

$$Re = \frac{c \cdot d}{\nu} \quad (8)$$

$$Fr = \frac{c^2}{g \cdot d} \quad (9)$$



1. Schéma soupravy dojicího automatu (mléčné cesty)

V předkládané práci se naopak uvažuje λ , resp. k , jako konstantní hodnota. Vychází se z hodnot průtokových součinitelů zjištěných experimentálně (pro podmínky, které mají největší technický význam).

Dosazením výrazů (2), (3), (4), (5), (6) do rovnice (1) dostáváme po úpravě

$$p - p_0 = i \left[\frac{\gamma \cdot H}{i + q_p} + \left(\frac{16 \cdot Lk}{\pi^2 d^5} + \frac{K}{f_K^2} \right) \cdot (i + q_p) \right] \quad (10)$$

Přísávané množství vzduchu závisí na velikosti přísávacího otvoru, tlakovém rozdílu a průtokovém součiniteli. V dřívější práci (Souček, 1967) se pro výpočet obdobného případu použilo vztahu, který byl též experimentálně ověřen:

$$q_a = f_{pr} \cdot k_{pr} \sqrt{p_a - p} \quad (11)$$

$$q_a \cdot p_a = q_p \cdot p \quad (12)$$

$$q_p = f_{pr} \cdot k_{pr} \sqrt{p_a - p} \cdot \frac{p_a}{p} \quad (13)$$

Z technického hlediska má význam závislost tlakové ztráty na přísávaném množství vzduchu, jak je vyjadřuje rovnice (10), resp. (10) a (12). Tato závislost má zřejmě minimum, které odpovídá optimálnímu přísávání.

Významná je též závislost tlakové ztráty na intenzitě dojení, kterou lze získat řešením soustavy nelineárních rovnic (10) a (13) pro neznámé p a q_p .

3. EXPERIMENTÁLNÍ VÝSLEDKY MĚŘENÍ HYDRAULICKÝCH ODPORŮ

Hydraulický odpor hadice je podle rovnice (1) složkou celkového odporu dojící soupravy. Teoretický výpočet vychází z rovnice (po úpravě podle rovnice (10)):

$$\Delta p = \frac{\lambda \cdot \gamma}{2g} \cdot \frac{16L}{\pi^2 d^5} (i + q_p) \cdot i \quad (14)$$

Z rovnice (8) pro $c = 0,76$ m/s plyne (dosazením do rovnice (5) $i = 2,5$ l/min, $q_p = 3,54$ l/min, $d = 13$ mm, které jsou dále zvoleny jako základní hodnoty):

$$Re = \frac{0,76 \cdot 1,3 \cdot 10^6}{10^2 \cdot 1,01} = 0,977 \cdot 10^4$$

Dosazením do rovnice (7b)

$$\lambda = \frac{0,316}{10^4 \sqrt{0,977}} = 0,0318$$

Z rovnice (7a) plyne

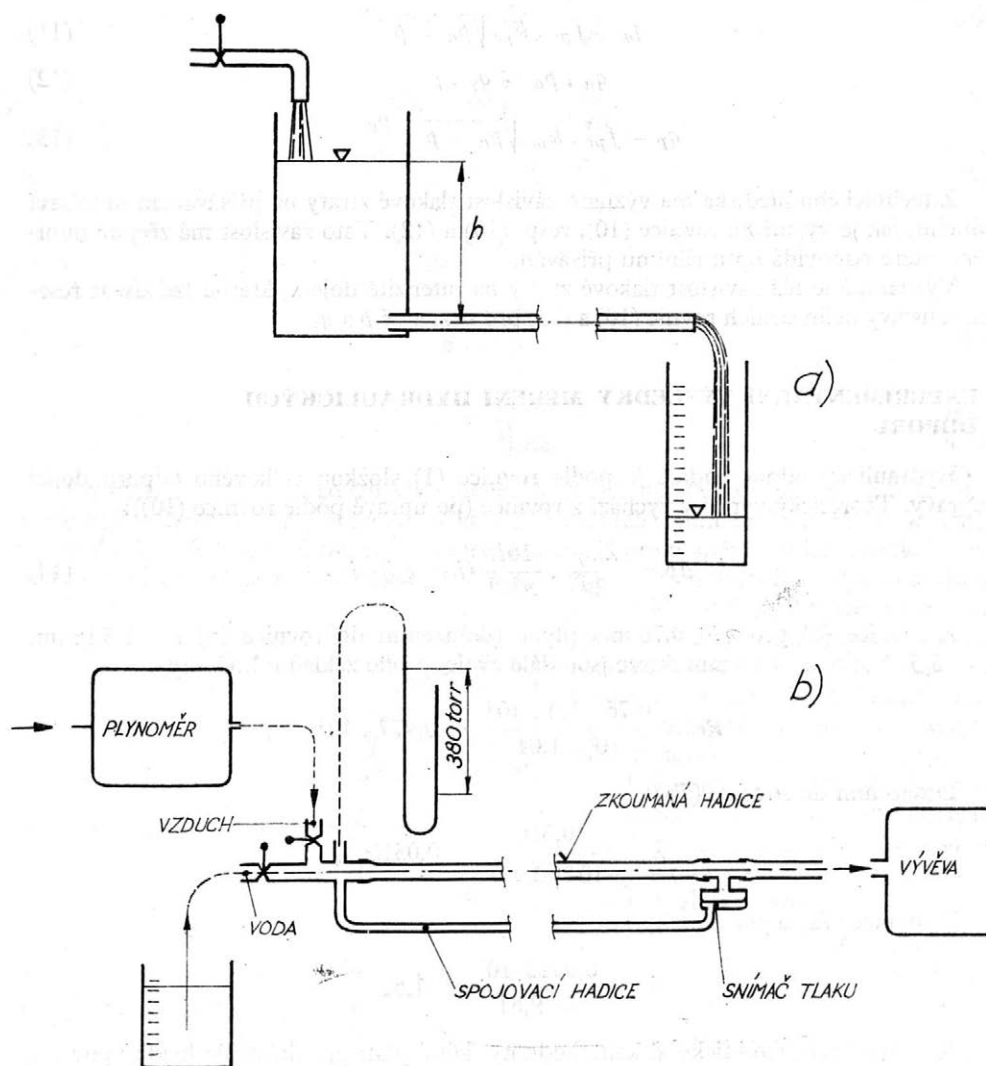
$$k = \frac{0,0318 \cdot 10^3}{2 \cdot 9,81} = 1,62$$

K ověření této teoreticky získané hodnoty, která platí pro dokonale hladký povrch, a k doplnění vlivu povrchů hadic různého typu, připadajících v úvahu, se provedla řada měření. Místo průtoku mléka se při měření používalo vody. Rozdíly nejsou podstatné a navíc jsou takto získané výsledky porovnatelné s výsledky měření na skutečných dojících soupravách, kde se používalo rovněž vody (Souček 1965, 1967; Sinek 1968).

Přehled zkoumaných hadic je uveden v tabulce I. Měření tlakové ztráty hadic (hydraulického odporu) se provádělo dvojím způsobem (obr. 2).

Výsledky, jejichž ukázka je uvedena na obrázcích 3, 4, 5, byly zjištěny ze statické výšky vodního sloupce (podle obr. 2a). Princip metody je patrný z obrázku. Množství protékající vody se měřilo pomocí odměrné nádoby (čas se měřil stopkami). Tlaková ztráta hadice se měřila z výšky sloupce vody v ustáleném stavu (rovnal-li se přítok odtoku). Nová hodnota průtoku se nastavila změnou přítoku vody.

Takto získané výsledky zahrnují kromě čistého hydraulického odporu též vliv vtoku a výtoku hadice. To však není z hlediska praktické využitelnosti výsledků závadou, neboť v sestavě doící soupravy se tento vliv také vyskytuje (jeho zastoupení v celkovém odporu



2. Způsob měření hydraulického odporu mléčných hadic

- ze statické výšky vodního sloupce (h);
- pomocí snímače tlaku

I. Zkoumané hadice

Popis	Vnitřní*) průměr mm	Délka <i>L</i> m	Označení
Hadice DZ 100 z hladké gumy ze dvou kusů spojených hladkou spojkou, snižující ztrátu v přechodech na minimum	12,9	2,38	A
Hadice DA 100 z hrubé gumy s popraskaným povrchem	10,5	2,35	B
Hadice DA 100 z hrubé gumy s popraskaným povrchem	9,5	2,35	C
Hadice Alfa — Laval z PVC (průhledná), hladký povrch	14,0	1,82	D
Hadice z PVC belgické výroby (průhledná), hladký povrch (eliptický průřez)	12,5	2,38	E
Hadice z PVC belgické výroby (průhledná), hladký povrch (eliptický průřez)	9,4	2,32	F

*) zjištěn z objemu hadice

je rovněž odpovídající, neboť hadice použité při měření měly zhruba stejnou délku jaké se používá u dojících souprav).

Popsaným způsobem bylo možno měřit pouze hydraulický odpor při průtoku samotné vody bez vzduchu. Při průtoku směsi vody a vzduchu se měřilo způsobem uvedeným na obrázku 2b. Tlaková ztráta se měřila pomocí snímače tlaku, konstruovaného na principu elektrických odporových tenzometrů (Souček 1965). Tenzometrická tělíska snímače byla připojena k zesilovači TDA 3. Střední hodnota tlakové ztráty se odčítala na miliampérmetru. Spojovací hadice snímače byla trvale naplněna vodou. Před hadicí se udržoval tlak 380 torr (regulací podtlaku u vývěvy), který se kontroloval rtuťovým U manometrem.

Nasávané množství vody se zjišťovalo pomocí odměrné nádoby (čas se měřil stopkami). Přísávané množství vzduchu se měřilo plynoměrem. Výsledky měření zjištěné touto druhou metodou jsou uvedeny na obrázku 6.

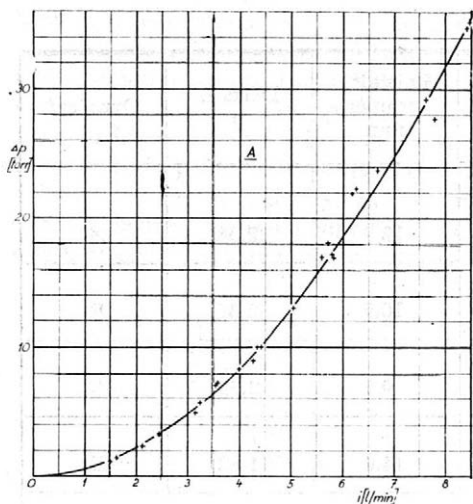
Ze zjištěných závislostí plyne, že závislosti $\Delta p = f(i)$ mají parabolický charakter. Předpokládáme-li platnost vztahu

$$\Delta p = konst \cdot i^n \quad (15)$$

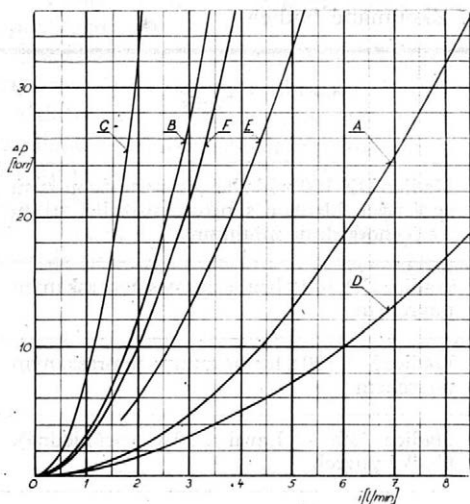
pak exponent n se ve většině případů blíží hodnotě 2 (viz tab. II). Je tedy předpoklad použitý při matematické formulaci dostatečně přesný.

Porovnání výsledků měření na jednotlivých hadicích vyplývá z obrázku 4. Náзорnější je na obrázku 5, kde jsou uvedeny hodnoty přepočtené na 1 m délky. Z tohoto porovnání je zřejmé, že rozdíly mezi jednotlivými druhy hadic jsou značné (uplatňuje se zde vliv povrchu hadic a vliv průměru).

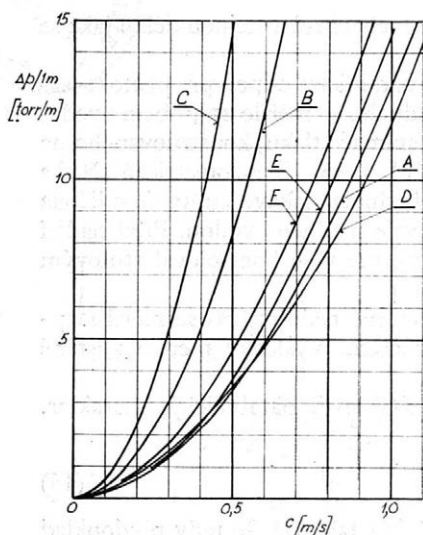
Při praktickém použití jsou však rozdíly ještě významnější, neboť při použití hadice menšího průměru dostáváme vyšší hodnotu rychlosti. Tak např. porovnejme hadici typu C a A pro stejné průtočné množství, stejnou délku hadice a stejnou tekutinu:



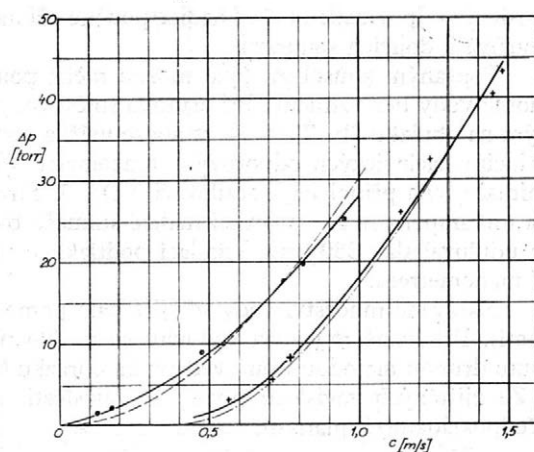
3. Tlaková ztráta hadice A (viz tab. I) v závislosti na průtočném množství vody (bez vzduchu), zjištěná měřením



4. Porovnání tlakových ztrát hadic různého druhu (podle tab. I) v závislosti na průtočném množství vody (bez vzduchu), zjištěné měřením



5. Závislosti tlakové ztráty hadic různého druhu (podle tab. I) na rychlosti vody (bez vzduchu), vztažené na 1 m délky hadice (zjištěné měřením)



6. Tlaková ztráta hadice A v závislosti na rychlosti vody, zjištěná metodou podle obr. 2b (plně)

Kroužky odpovídají hodnotám bez přísávání vzduchu ($q = 0$) a křížky konstantnímu přísávanému množství $q_p = 3,74$ l/min. Čárkovane je pro porovnání vyznačena křivka, zjištěná (pro hadici A) metodou podle obr. 2a, ze které se zjistila čerchovaná křivka (odpovídá přísávanému množství $q_p = 3,74$ l/min) za předpokladu, že platí zjednodušení zavedené v části 2, tj. $k = \text{konst.}$ nezávislá na přísávaném množství; rov. (3), (6), (16)

Druh hadice	Označení (v tab. I)	k $\text{kp s}^2/\text{m}^4$	λ	n
DZ 100 z hladké gumy Ø 12,9	A	2,32	0,046	1,92
DA 100 z hrubé popraskané gumy Ø 10,5	B	4,66	0,091	2,00
DA 100 z hrubé popraskané gumy Ø 9,5	C	7,62	0,149	2,04
Alfa Laval z PVC Ø 14,0	D	2,47	0,047	1,76
PVC – belgická Ø 12,5	E	2,56	0,052	1,98
PVC – belgická Ø 9,4	F	2,16	0,043	1,92

$$\Delta p = k \cdot \frac{l}{d} \cdot c^2 \quad (16)$$

$$\frac{\Delta p_C}{\Delta p_A} = \frac{k_C \cdot c_C^2 \cdot d_A}{k_A \cdot c_A^2 \cdot d_C} = \frac{k_C \cdot d_A^5}{d_C^5 \cdot k_A} = \frac{7,62 \cdot 12,9^5}{9,5^5 \cdot 2,32} \doteq 15$$

Tedy ztráty tlaku hydraulickým odporem mohou být u hadice používané u soupravy DA 100 až 15krát vyšší než u hadice DZ 100. To je velmi značný rozdíl, i když hydraulický odpor tvoří pouze menší část z celkového odporu dojíací soupravy. Objektivním měřítkem k zhodnocení vlivu kvality povrchu hadic různého typu je součinitel k uvedený v tabulce II. Je zřejmé, že rozdíly jsou velmi značné. Hadice s nejkvalitnějším povrchem mají součinitel k o 30 až 40 % vyšší než vychází z teoretického výpočtu pro dokonale hladký povrch.

Podle výsledků výzkumů uvedených Kostěrinem (1949) činí zvýšení odporu směsi vody a vzduchu (přibližně hodnoty λ) obvykle nejvíce 20 až 40 % a výjimečně až 75 %. Měření, která jsou podkladem této práce, ukazují, že případy, které jsou při řešení dojíací soupravy technicky významné, nevykazují buď vůbec žádné, nebo jen malé zvýšení odporu průtoku směsi. Toto plyne z obrázku 6, kde je uvedena závislost $\Delta p = f(c)$, zjištěná způsobem podle obrázků 2a a 2b při průtoku vody bez vzduchu (výsledky jsou přibližně stejné, což dokazuje, že obě metody jsou porovnatelné).

Jsou zde též uvedeny výsledky pro případ, že se vždy přisává množství vzduchu $q_p = 3,71 \text{ l/min}$ (přibližně odpovídá dále uvažovanému základnímu uspořádání). Rychlost se zde tedy měnila změnou průtoku vody. Pro porovnání je uvedena též křivka pro směs ($q_p = 3,74 \text{ l/min}$), která vznikla z křivky zjištěné pro samotnou vodu (tj. z čarokované křivky) přepočtem pomocí výše uvedených teoretických vztahů (tj. Δp je zvětšeno v poměru $(i + q_p)/i$ a c je zvětšeno o q_p/f).

Je zřejmé, že tento předpoklad je zcela oprávněn. Dochází k velmi dobré shodě. Se stoupající rychlostí, tj. procentním růstem podílu vody ve směsi, se čerchaná křivka

blíží plně zakreslené. Pro porovnání je výrazněji vynesena bod zhruba odpovídající dále uvažovanému základnímu uspořádání.

Z těchto výsledků plyne, že pro dále uvažovaný základní případ je vhodné pro hadici A uvažovat při průtoku směsi $k = 2,5$ místo $2,32$ zjištěné pro samotnou vodu. To odpovídá zvýšení k o $7,8\%$.

Z dříve uvedených výsledků plyne, že připojovací kohout má u soupravy DZ 100 pro $i = 2,5$ l/min a $q_p = 3,54$ l/min tlakovou ztrátu $\Delta p = 6$ torr. Vycházíme-li z rovnice (4) a (6), resp. (10), pak pro ztrátu kohoutu platí:

$$\Delta p = i(i + q_p) \frac{K}{f_K^2}$$

$$\frac{K}{f_K^2} = \frac{\Delta p}{i(i + q_p)} \quad (17a)$$

Dosazením do rovnice (17a) dostaneme $K/f_K^2 = 1,93 \cdot 10^{10}$.

Dříve vykonaná měření ukazují, že u DZ 100 se přes samouzávěr přisává při podtlaku ve sběrné komoře rozdělovače množství vzduchu $q_a = 2,38$ l/min.

Z rovnice (11) plyne

$$f_{pr} k_{pr} = \frac{q_a}{\sqrt{p_a - p}} \quad (17b)$$

Dosazením do rovnice (17b) dostáváme $f_{pr} k_{pr} = 6,95 \cdot 10^{-7}$.

4. VLASTNÍ ŘEŠENÍ NA POČÍTAČI, ZÍSKANÉ VÝSLEDKY A ZÁVĚRY PRO KONSTRUKCI DOJICÍCH AUTOMATŮ

4.1 ÚPRAVA MATEMATICKÉ FORMULACE A SESTAVENÍ PROGRAMU PRO ŘEŠENÍ

Matematický model dojení soupravy vyjadřují rovnice (10) a (13). Přímým modelováním těchto dvou nelineárních algebraických rovnic vznikají algebraické smyčky, které znemožňují realizaci řešení. Byly proto modelovány diferenciální rovnice, které jsou z hlediska výsledku řešení rovnocenné původní soustavě (pochoptitelně v ustáleném stavu).

$$i \left[\frac{\gamma \cdot H}{i + q_p} + \left(\frac{16Lk}{\pi^2 d^5} + \frac{K}{f_K^2} \right) \cdot (i + q_p) \right] - (p - p_0) = \frac{d(p - p_0)}{dt} \quad (18)$$

$$f_{pr} k_{pr} \sqrt{p_a - p} \cdot \frac{p_a}{p} - q_p = \frac{d q_p}{dt} \quad (19)$$

Obecné programové schéma této soustavy je na obrázku 7. K amplitudové transformaci se používalo metody normalizace (Valenta, 1966, Valenta a kol., 1966). Místo původních proměnných se zavedou normalizované proměnné

$$y_n = \frac{y}{N_y} \quad (20)$$

Norma $N_y \geq \max |y|$.

Pro jednotlivé proměnné se zvolily v závislosti na jejich maximálních hodnotách vyhovující normy.

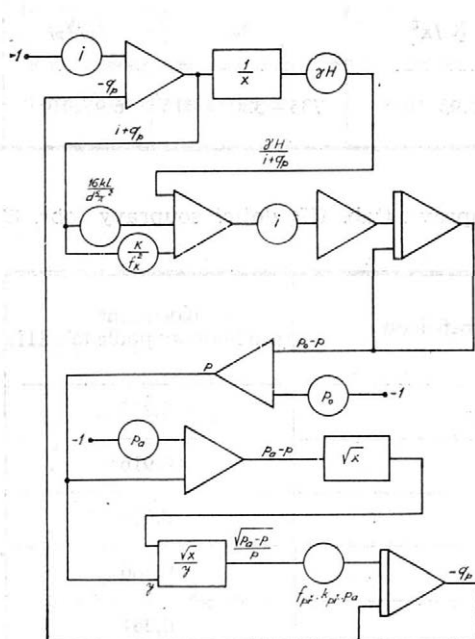
$$\left. \begin{aligned} i_{\max} &= 8,01/\text{min} & \dots\dots N_i &= 20 \\ q_{\max} &= 12\text{ l/min} & \dots\dots N_q &= 20 \\ \Delta p_{\max} &= 150\text{ torr} & \dots\dots N_{\Delta p} &= 200 \\ p_{\max} &= 735\text{ torr} & \dots\dots N_p &= 735 \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Dosazením do rovnic (18) (19) a po úpravě dostáváme (pro $p_a = 735$ torr)

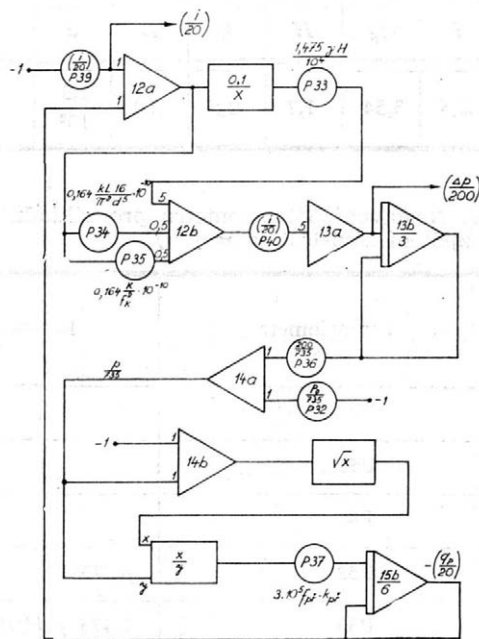
$$2,5 \left(\frac{i}{20} \right) \left[\left(\frac{\gamma \cdot H}{(i + q_p)} \right) \cdot \frac{1,475}{10^4} + \left(\frac{16 L k}{\pi^2 d^5} + \frac{K}{f_K^2} \right) \cdot \left(\frac{i + q_p}{20} \right) \cdot \frac{0,164}{10^{10}} \right] -$$

$$- \left(\frac{p - p_0}{200} \right) = \frac{d \left(\frac{p - p_0}{200} \right)}{dt} \quad (24)$$

$$3 \cdot 10^5 \cdot f_p k_p \sqrt{1 - \left(\frac{p}{735} \right) \frac{735}{p} - \left(\frac{q_p}{20} \right)} = \frac{d \left(\frac{q_p}{20} \right)}{dt} \quad (25)$$



7. Obecné programové schéma k řešení dojíci soupravy podle obr. 1 k zjištění závislosti $\Delta p = f(i)$



8. Programové schéma k řešení dojíci soupravy podle obr. 1 pro zjištění závislosti $\Delta p = f(i)$

Podrobné programové schéma pro řešení rovnic (24) a (25) je zřejmé z obrázku 8.

Výchozí (základní) konstrukční úprava vycházela z konstrukčních parametrů soupravy DZ 100, které jsou uvedeny v tabulce III. Nastavení hodnot potenciometrů pro základní úpravu je v tabulce IV.

Důležité je též řešení závislosti $\Delta p = f(q_a)$, jak je vyjadřují rovnice (10) a (12), které po dosazení normalizovaných proměnných a po úpravě mají tvar:

$$\left(\frac{\Delta p}{200}\right) = 2,5 \left(\frac{i}{20}\right) \left[\frac{\gamma \cdot H}{\left(\frac{i+q_p}{20}\right)} \cdot \frac{1,475}{10^4} + \left(\frac{16 L k}{\pi^2 d^5} + \frac{K}{f_K^2}\right) \cdot \left(\frac{i+q_p}{20}\right) \cdot \frac{0,164}{10^{10}} \right] \quad (26)$$

$$\left(\frac{q_a}{20}\right) = \left(\frac{q_p}{20}\right) \cdot \left[1 - \frac{\bar{p}_o}{735} + \left(\frac{\Delta p}{200}\right) \frac{200}{735} \right] \quad (27)$$

Programové schéma k řešení rovnic (26) a (27) je na obrázku 9. Výhodou tohoto programu je podobnost s programem podle obrázku 8, což umožňuje snadnou představitelnost. Nastavení hodnot potenciometrů pro základní úpravu je uvedeno v tabulce V.

Vlastní řešení se uskutečnilo na počítači MEDA 40 TA. Zápis proměnných veličin se prováděl zapisovačem BAK II (výrobky n. p. Aritma). Použitá programová schémata byla zcela stabilní a řešení probíhala bez nejmenších obtíží. Plynulá změna (ručním otáčením potenciometrů) parametrů i (potenciometrem P39 + 40 na obr. 8), q_p (potenciometrem

III. Číselné konstrukční údaje použité pro výchozí (základní) úpravu dojíací soupravy

i	q_p	H	k	L	d	K/f_K^2	p_o	$f_{př} k_{př}$
2,5	3,54	1,7	2,5	2,4	$\frac{1,3}{10^2}$	$1,93 \cdot 10^{10}$	$735 - 320 = 415$	$6,95 \cdot 10^{-7}$

IV. Nastavení potenciometrů pro základní úpravu (tab. III) dojíací soupravy (obr. 8) k zjištění závislosti $p = f(i)$

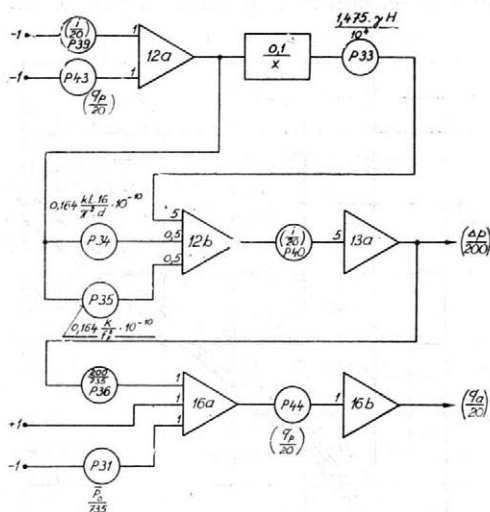
Potenciometr	Rovnice koeficientu	Koeficient (pro hodnoty podle tab. III)
P2	—	0,275
P5	—	0,916
P8	—	0,916
P32	$p_o/735$	0,566
P33	$1,475 \cdot \gamma \cdot H/10^4$	0,251
P34	$0,164 \cdot 16 \cdot L k / (\pi^2 d^5 10^{10})$	0,429
P35	$0,164 K / (f_K^2 \cdot 10^{10})$	0,317
P36	$200/735$	0,272
P37	$3 \cdot 10^5 \cdot f_{př} \cdot k_{př}$	0,208
P39 + P40*	$i/20$	0,125

* Spřažené potenciometry

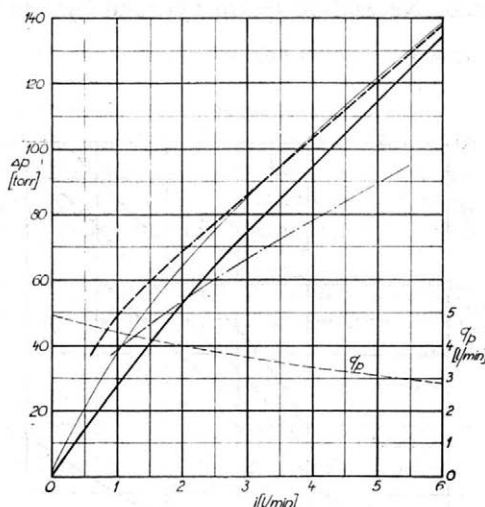
V. Nastavení hodnot potenciometrů pro základní úpravu (tab. III) dojíací soupravy (obr. 9) k zjištění závislosti $\Delta p = f(q_a)$

Potenciometr	Rovnice koeficientu	Koeficient (pro hodnoty podle tab. III)
P2	—	0,275
P31	$\bar{p}_0/735$	0,435
P33	$1,475 \cdot \gamma \cdot H/10^4$	0,251
P34	$0,164 \cdot L \cdot k \cdot 16/(\pi^2 d^5 \cdot 10^{10})$	0,429
P35	$0,164 K/(f_K^2 \cdot 10^{10})$	0,317
P36	$200/735$	0,272
P39 + 40*	$i/20$	0,125
P43 + 44*	$q_p/20$	0,177

* Spřažené potenciometry



9. Programové schéma k řešení dojíací soupravy podle obr. 1 pro zjištění závislosti $\Delta p = f(q_a)$



10. Závislost tlakové ztráty dojíací soupravy na intenzitě dojení (silně plně) pro základní úpravu dojíací soupravy (pro parametry podle tab. III).

Slabě plně je zakreslena křivka pro přísávací otvor o jednu třetinu menší než u základní úpravy. Pro porovnání jsou uvedeny též výsledky měření, zjištěné na reálném modelu s přibližně stejnými parametry (silně čárkovaně). Čerchovaně jsou provedeny výsledky získané měřením na samotné hadici (tedy bez připojovacího kohoutu). Křivka označená q_p ukazuje závislost přísávacího množství vzduchu na intenzitě

P43 + P44 na obr. 9) se ukázala velmi vhodná. Změnu parametru i bylo nutno provádět pomalu, neboť správné hodnoty odpovídající řešení postupně nabíhají s probíhající integrací. Kritériem k posouzení, že získaná závislost není zkreslena, byla kontrola, zda křivka je dostatečně plynulá (mezi otáčením potenciometru byly pravidelné přestávky, které odpovídaly dokonale ustáleným bodům). Při náležitě pečlivosti se dosáhlo dostatečně vyhovujících výsledků.

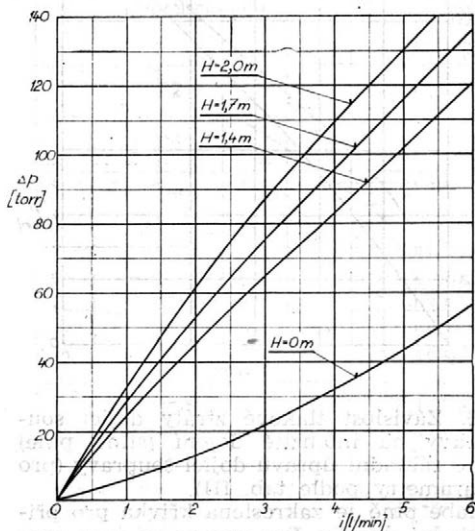
4.2 - VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

Na obrázku 10 je závislost $\Delta p = f(i)$ pro výchozí (základní) úpravu dojící soupravy, jejíž parametry uvádí tabulka III. Je to souprava s hadicí A (viz stať 3). Parametry této modelované soupravy v základní úpravě zhruba souhlasí s parametry soupravy DZ 100. Z porovnání výsledků získaných na reálném a matematickém modelu je zřejmé, že charakter obou závislostí je obdobný.

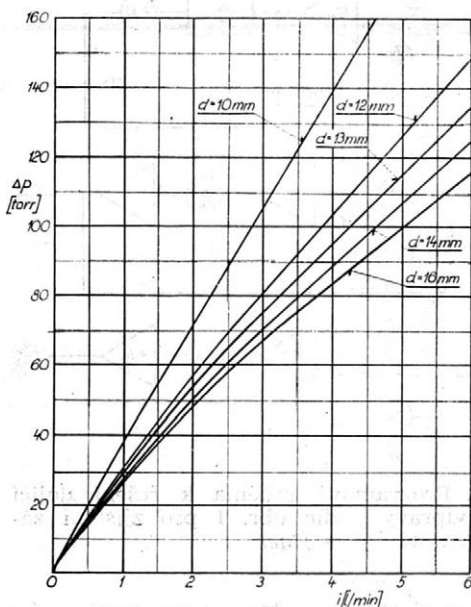
Jak plyne ze slabě zakreslené křivky a z obrázku 16, odpovídá experimentálně získaná křivka o něco nižšímu přísávání. Tuto odchylku je třeba připustit, neboť experimentální zjištění skutečné hodnoty přísávání je značně nepřesné. Větší odchylky při nízké intenzitě mají menší váhu. Souvisí jednak s nižší přesností měření v této oblasti (hodnoty zde vykazují až 40% rozptyl) a také s nižší přesností výpočtu. Při malé intenzitě je podíl vzduchu ve směsi velký, což způsobuje odchylky od zavedeného předpokladu, že $k = \text{konst.}$ Rovněž zanedbaný odpor vzduchu se zde více projeví.

Z tohoto porovnání plyne, že výsledky získané na počítači zásadně neodporují hodnotám získaným experimentálně. Je tedy možno metodu matematického modelování používat nejen ke kvalitativnímu řešení, ale též k hrubším kvantitativním rozborům.

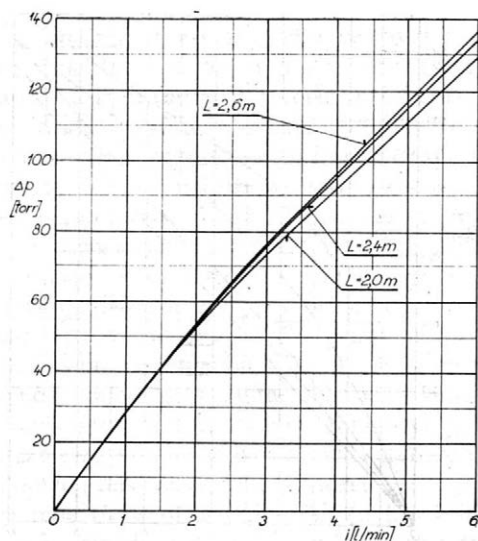
Při dalším řešení se postupně měnily jednotlivé parametry soupravy v širokém rozmezí. Na základě těchto výsledků bylo možno vliv jednotlivých parametrů posuzovat



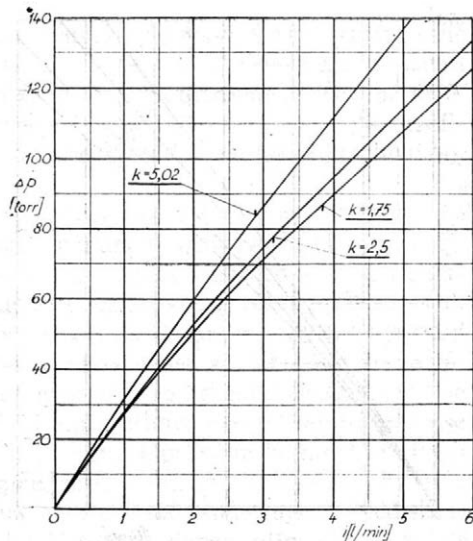
11. Závislost tlakové ztráty dojící soupravy na intenzitě dojení pro různé výšky potrubí ($H = 1,7$ m odpovídá základní úpravě)



12. Závislost tlakové ztráty dojící soupravy na intenzitě dojení pro různý průměr mléčné hadice ($d = 13$ mm odpovídá základní úpravě)



13. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na intenzitě dojení pro různé délky mléčné hadice ($L = 2,4$ m odpovídá základní úpravě)



14. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na intenzitě dojení pro různý povrch mléčné hadice ($k = 2,5$ odpovídá základní úpravě, tj. hladké gumové hadici, $k = 1,75$ dokonale hladkému ideálnímu povrchu, a $k = 5,02$ hrubé hadici s popraskaným povrchem, jaká se používá dnes u dojíacích strojů)

(změnil se vždy pouze jeden parametr a ostatní zůstaly konstantní, odpovídající základní úpravě).

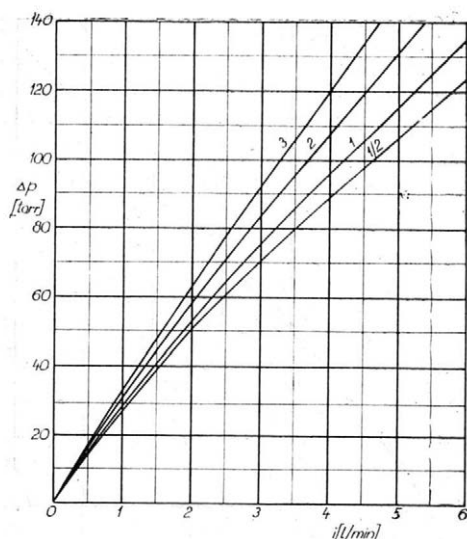
Z obrázku 11 lze posoudit vliv výšky mléčného potrubí na tlakovou ztrátu vznikající v dojíací soupravě. Je zřejmé, že tento vliv je značný. Z porovnání křivky $H = 0$ a $H = 1,7$ m plyne, že vliv hydraulického odporu na tlakovou ztrátu je zde menší než vliv statické výšky. Z tohoto závěru vyplývá, že při konstrukci dojíacích automatů je třeba umísťovat mléčné potrubí co nejnižší, popř. principiální změnou konstrukce vliv výšky potrubí na ztráty zcela vyloučit.

Obrázek 12 ukazuje, jak se mění tlaková ztráta s průměrem mléčné hadice. Je zřejmé, že v oblasti malých intenzit menší zvětšení průměru sníží tlakové ztráty poměrně málo. Při větších změnách průměru a při větší intenzitě je vliv již výrazný. Je-li větší průměr kombinován s nevhodným (hrubým) povrchem mléčné hadice a nesprávným přísáváním, může být tento vliv již rozhodující. Tento poznatek se plně potvrdil při měření, která souvisela s vývojem dojíacího automatu DZ 100 (dojíací souprava DZ 100 s průměrem 13 mm vykazuje podstatně nižší tlakové ztráty než souprava DA 100, u které je průměr 10 mm).

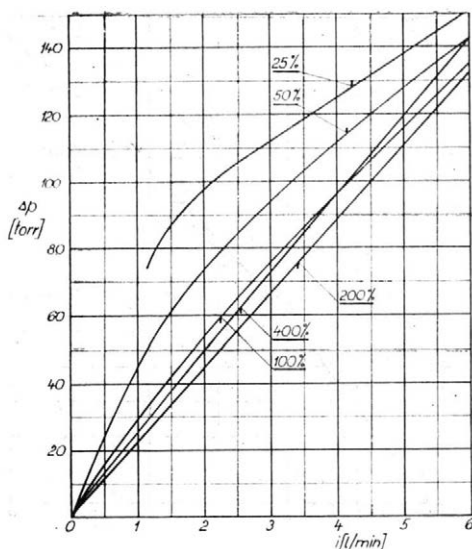
Z obrázku 13 plyne, že vliv délky hadice je poměrně malý. Zkrácením hadice, které by bylo z provozních hledisek ještě přijatelné, nelze dosáhnout výrazného zlepšení.

Obrázek 14 pak ukazuje, že vliv drsnosti povrchu se v celkové hodnotě tlakové ztráty projeví poměrně málo. Výrazně se však může uplatnit při malých průměrech hadice.

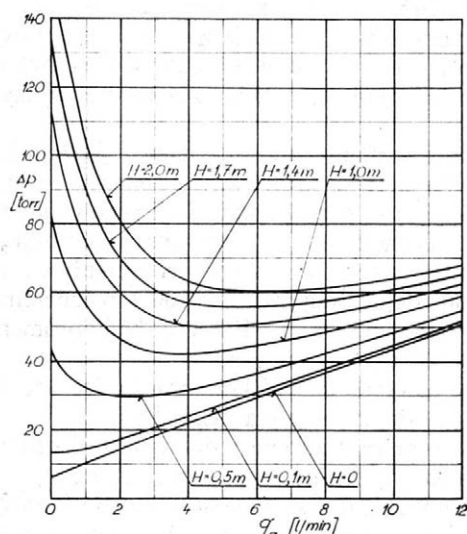
Z obrázku 15 je zřejmý vliv velikosti odporu připojovacího kohoutu. Tento názorný příklad dokazuje, že další odpory, které jsou spojeny s mléčnou hadicí v sérii, mohou mít při nevhodné konstrukci velmi značný vliv. Je to způsobeno tím, že se neuplatní pouze jejich vlastní ztráta, ale že ovlivňují též rychlost průtoku ostatními prvky, a tím i ztrátu působenou statickou výškou i množstvím přísávaného vzduchu.



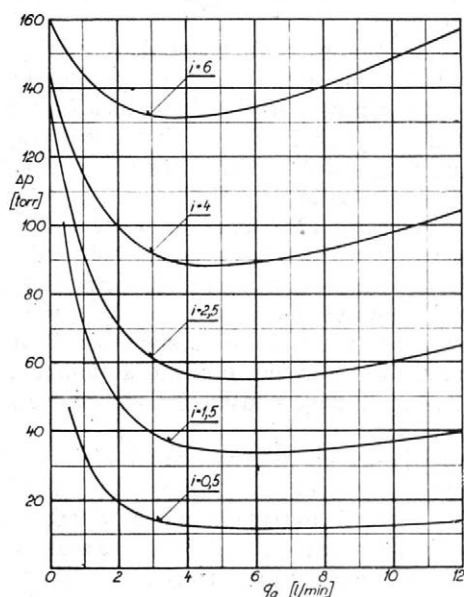
15. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na intenzitě dojení pro různý odpor připojovacího kohoutu (1 odpovídá základnímu případu, 2, 3, $\frac{1}{2}$ odpovídá dvojnásobnému, trojnásobnému a polovičnímu odporu kohoutu)



16. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na intenzitě dojení pro různou plochu přísávacího otvoru (100% odpovídá základní úpravě, 50%, 25%, 200%, 400% odpovídá poloviční, čtvrtinové, dvojnásobné a čtyřnásobné ploše přísávacího otvoru)



17. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různou výšku mléčného potrubí ($H = 1,7$ m odpovídá základní úpravě)



18. Závislost tlakové ztráty dojení soupravy na přísávaném množství vzduchu při různé intenzitě dojení ($i = 2,5$ l/min odpovídá základní úpravě)

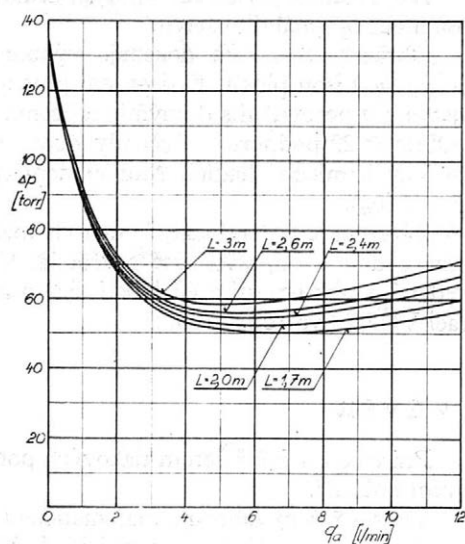
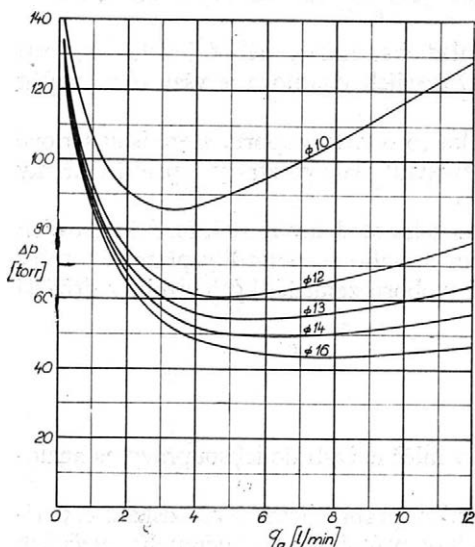
Obrázek 16 vyjadřuje vliv velikosti přísávacího otvoru. Je zřejmé, že přísávání silně ovlivňuje tlakovou ztrátu dojíací soupravy. Tvar závislosti $\Delta p = f(i)$ rovněž značně závisí na velikosti přísávacího otvoru. Se zmenšujícím se přísávacím otvorem dostáváme křivky vypuklé vzhůru (v oblasti techniky významné). Tím je též možno vysvětlit rozdílný tvar křivek, k nimž se dochází při experimentálním ověřování souprav různého typu, které se liší velikostí přísávacího otvoru.

Na obrázcích 17 až 22 jsou znázorněny závislosti tlakové ztráty dojíací soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různé konstrukční parametry nebo pracovní podmínky. Tyto závislosti umožňují posoudit z jiného hlediska závažnost vlivu jednotlivých parametrů na tlakovou ztrátu. V principu potvrzují dříve zjištěné závěry. Navíc však dovolují posoudit velikost optimálního přísávání pro různé konstrukční úpravy. Nejlépe vyhovují křivky s poměrně malou křivostí v širokém rozmezí, což zaručuje, že tlaková ztráta se výrazně nezmění provozními nebo konstrukčními změnami. Pro základní úpravu vznikne nejnižší ztráta při přísávaném množství $q_a \approx 5,5$ l/min, zatímco pro základní úpravu se uvažuje $q_a = 2,4$ l/min (odpovídá tlakové ztrátě 65 torrů). Optimální hodnotě přísávání odpovídá tlaková ztráta o 10 torrů nižší. Je zřejmé, že u skutečných konstrukcí by bylo většinou třeba přísávání zvýšit (u DA 100, Impulsa i DZ 100) (omezuje-li hlediskem jsou hygienické a další důvody). I když zlepšení o 10 torrů v daném případě není zvlášť rozhodující, je důležité to, že pracovní bod se dostává do oblasti křivky s malou strmostí. U výrobku firmy Alfa-Laval se zjistilo vysoké přísávání.

Z obrázku 17 se znovu potvrzuje, že výška potrubí má rozhodující vliv. Výrazně se mění hodnota optimálního přísávání. Při malé výšce potrubí stačí přísávat méně než při velké. To je další důvod, proč je třeba umisťovat potrubí co nejnižší.

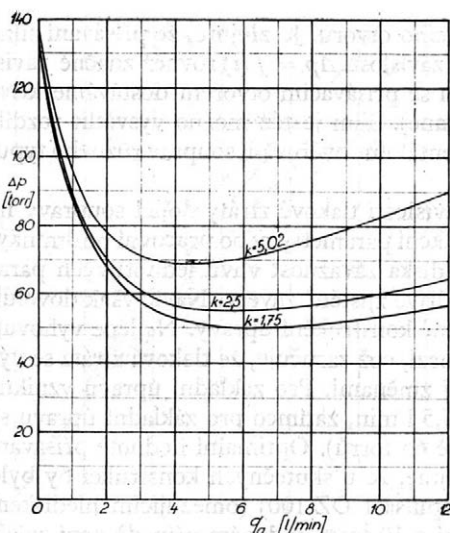
Obrázek 18 názorně ukazuje výrazný vliv intenzity na tlakové ztráty a strmost křivek $\Delta p = f(q_a)$. Se stoupající intenzitou se optimální hodnota přísávání o něco snižuje.

Obrázek 19 ukazuje, že kromě značného vlivu průměru mléčné hadice na tlakovou ztrátu je třeba uvažovat též tvar křivek. S rostoucím průměrem se křivky stávají ploššími,

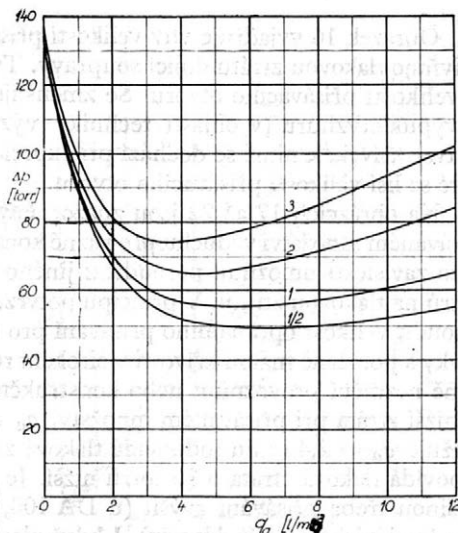


19. Závislost tlakové ztráty dojíací soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různý průměr mléčné hadice (průměr 13 mm odpovídá základní úpravě)

20. Závislost tlakové ztráty dojíací soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různou délku mléčné hadice ($L = 2,4$ m odpovídá základní úpravě)



21. Závislost tlakové ztráty dojíací soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různý povrch mléčné hadice ($k = 2,5$ odpovídá základní úpravě, tj. hladké gumové hadici, $k = 1,75$ dokonale hladkému ideálnímu povrchu a $k = 5,02$ hrubé hadici s popraskaným povrchem)



22. Závislost tlakové ztráty dojíací soupravy na přísávaném množství vzduchu pro různý odpor připojovacího kohoutu (1 odpovídá základnímu případu 2, 3, $1/2$ odpovídá dvojnásobnému, trojnásobnému a polovičnímu odporu kohoutu)

i když k dosažení optimálního stavu je třeba přísávat více. Takto se teoreticky potvrzuje závěr, ke kterému se došlo z experimentálních výsledků (Souček, 1967), že nejnižší přijatelný průměr mléčné hadice je 13 mm.

Z obrázku 20 plyne, že s klesající délkou hadice je třeba přísávání zvyšovat, chceme-li dosáhnout optimálního stavu.

Obrázek 21 znovu dokazuje výhodnost hladkých hadic, neboť jejich závislosti $\Delta p = f(q_a)$ jsou plošší. K dosažení plného využití jejich vlastností je však třeba zvýšit přísávání v porovnání s drsnými hadicemi.

Obrázek 22 podporuje závěr plynoucí z obrázku 15 o vlivu odporů, které jsou sériově zapojeny k mléčné hadici. Mohou nepříznivě ovlivnit tlakové ztráty i průběh křivky $\Delta p = f(q_a)$.

Závěrem je třeba dodat, že metoda matematického modelování se k řešení tlakových poměrů dojíací soupravy plně osvědčila. V celém rozsahu se potvrdily příznivé závěry uvedené o efektivnosti a účelnosti těchto metod v oboru zemědělských strojů v dřívější práci VÚZS (Souček, 1967).

5. ZÁVĚR

Práce se zabývá řešením tlakových poměrů v mléčné části dojíací soupravy na analogovém počítači.

Vlastní řešení zahrnuje matematickou formulaci probíhajících jevů, získání experimentálních podkladů k stanovení číselných hodnot průtokových součinitelů mléčných hadic, sestavení programu, vlastní řešení na počítači a rozbor získaných výsledků. Matematický model dojíací soupravy umožňuje výzkum vlivu všech základních konstrukčních parametrů.

Je zkoumán vliv průměru, délky a druhu mléčné hadice, výšky mléčného potrubí, odporu připojovacího kohoutu, intenzity dojení a přísávaného množství vzduchu na střední hodnotu podtlaku v podstrukové komoře. Nejvíce se projevuje vliv výšky potrubí. Rovněž vliv průměru mléčné hadice při větší intenzitě dojení, je-li současně kombinován s nevhodným povrchem hadice, je značný. Vliv délky hadice je poměrně malý. Vliv drsnosti hadice se výrazně uplatní jen při malých průměrech hadice. Připojovací kohout soupravy může mít při nevhodné konstrukci velmi značný vliv. Zcela základní je vliv přísávaného množství vzduchu. Závislost tlakové ztráty na přísávaném množství vzduchu má minimum, které odpovídá optimální hodnotě přísávání.

Z porovnání některých výsledků získaných na reálném a matematickém modelu je zřejmé, že charakter závislostí získaných těmito různými metodami je zcela obdobný. Řešení na matematickém modelu je však mnohem snadnější. Použití této nové metody má tedy značný ekonomický význam. Metodu matematického modelování lze používat nejen ke kvalitativnímu řešení, ale též k hrubším kvantitativním rozborům.

Použitá označení

Δp^+	— ztráta tlaku	torr
p	— střední tlak v mléčné hadici u rozdělovače, přibližně též v podstrukové komoře	torr
p_o	— tlak v mléčném potrubí v místě připojení mléčné hadice	torr
p_a	— atmosférický tlak	torr
i	— intenzita dojení, tj. střední hodnota průtočného množství mléka	l/min
q_p	— přísávané množství (objem) vzduchu při tlaku p	l/min
g	— tíhové zrychlení	m/s ²
γ	— měrná tíha kp/m ³ , uvažováno $\gamma = 1000 \text{ kp/m}^3$	
h_i	— výška elementárního sloupce mléka v mléčné hadici	m
H	— dopravní výška, tj. výškový rozdíl mezi mléčným potrubím a sběrnou komorou rozdělovače	m
l_i	— délka elementárního sloupce mléka v mléčné hadici	m
L	— celková délka hadice	m
d	— vnitřní průměr mléčné hadice	m
f	— plocha vnitřního otvoru mléčné hadice, odpovídající průměru d	m ²
λ	— součinitel odporu	
$k = \frac{\lambda \cdot \gamma}{2g}$	— průtokový součinitel hadice	kp s ² /m ⁴
f_K	— plocha nejmenšího průřezu mléčného otvoru připojovacího kohoutu	m ²
K	— průtokový součinitel mléčného otvoru připojovacího kohoutu	kp s ² /m ⁴
Δp_K	— ztráta tlaku způsobená připojovacím kohoutem	torr
f_{pf}	— plocha přísávacího otvoru	m ²
k_{pf}	— součinitel průtoku přísávacího otvoru	m ² /s kp ^{1/2}
p_o	— podtlak v mléčném potrubí v místě připojení mléčné hadice	torr
q_a	— přísávané množství (objem) vzduchu při atmosférickém tlaku	l/min
P	— označení potenciometru	
c	— skutečná rychlost mléka v hadici	m/s
c_K	— skutečná rychlost mléka v kohoutu (v průřezu f_K)	m/s
Re	— Reynoldsovo číslo	
Fr	— Frouddovo číslo	
ν	— kinematická viskozita směsi (uvažováno $\nu = 1,01 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)	
N_y	— norma proměnné y	

Došlo dne 5. 3. 1969

*) U Δp , p , p_a , p_o , Δp_K , i , q_p jsou při obecné matematické formulaci (část 2) uvažovány rozměry kp, m s. Při konkrétních výpočtech na počítači (část 4) a praktických aplikacích jsou uvažovány rozměry uvedené v tomto přehledu. Použitý způsob je vždy zřejmý ze souvislosti.

Literatura

- KOSTĚRIN S. J., 1949, Issledovanie vlijaniya diametra i raspoloženija truby na gidravličeskije soprotivlenija i struktury tčeniya gazožidkostnoj směsi. Izvěstija Akademii nauk SSSR č. 12.
- SINEK F., 1968, Výzkum dojícího automatu. Zpráva VÚZS.
- SOUČEK Z., 1967, Řešení pulsátoru dojícího stroje na analogovém počítači. Zpráva VÚZS.
- SOUČEK Z., 1965, Výzkum dopravy mléka. Zpráva VÚZS.
- SOUČEK Z., 1967, Výzkum tlakových poměrů a dopravního účinku dojícího automatu. Zpráva VÚZS.
- SOUČEK Z., 1965, Snímače tlaku pro výzkum dojících strojů. Zpráva VÚZS.
- VALENTA J., 1966, Základy programování analogových počítačů. Praha.
- VALENTA J., ŠKVOR V., KOTVA M., 1966, Programování a řešení úloh na transistorových analogových počítačích MEDA-T. Bratislava.

Решение изменения давлений в агрегате доильной установки при помощи аналоговой вычислительной машины

Работа занимается решением изменения давлений в молочной части доильной установки при помощи аналоговой вычислительной машины.

Собственно решение включает математическую формулировку протекающих процессов, получение экспериментальных данных для определения числовых значений коэффициентов сопротивления молочных шлангов, составление программы, собственно решение на вычислительной машине и анализ полученных результатов. Математическая модель доильной установки дает возможность исследовать влияние всех основных параметров ее конструкции. Изучается влияние диаметра, длины и вида молочного шланга, высоты расположения молокопровода, сопротивления подключающего крана, интенсивности доения и количества подсосываемого воздуха на среднее значение вакуума в подсосковой камере. Наибольшее влияние оказывает высота установки молокопровода. Также влияние диаметра молочного шланга при большей интенсивности доения и одновременном сочетании с непригодной поверхностью стенки шланга, оказывается большим. Влияние длины шланга сравнительно мало. Влияние шероховатости шланга становится более заметным лишь при малых диаметрах шланга. Подключающий кран доильной установки может иметь очень большое влияние при неподходящей конструкции. Совершенно принципиальное влияние оказывает количество подсосываемого воздуха. Зависимость потери давления от количества подсосываемого воздуха имеет минимум, который соответствует оптимальному значению подсосывания.

Сравнение некоторых результатов, полученных на действительном устройстве и математической модели, показывает, что характер зависимостей в обоих случаях совершенно аналогичен. Однако, решение на математической модели оказывается намного удобнее. Следовательно, применение этого нового метода имеет большое экономическое значение. Метод математического моделирования можно использовать не только для решения по качеству, но также и для более грубых количественных анализов.

Determination of Pressure Relations in an In-Pipe Milking System on an Analogue Computer

The paper deals with the determination of pressure relations in a milk section of a milking unit by means of an analogue computer.

The solution proper comprises a mathematical formulation of the phenomena appearing, the acquisition of mathematical data needed to determine numerical values of flow coefficients of the milk pipelines, a setting of the programme, the determination proper on the computer and the analyses of the results obtained. The mathematical model of the milking system enables to investigate the influence of all principal design parameters. Investigated are notably: the influence of the diameter, length and kind of the milk pipe, of the height of the milk pipeline, of the resistance of the attachment cock, intensity of milking and sucked-in quantity of air to the average value of vacuum in the under-teat chamber. The height of the pipeline had major effects. Considerable influence is effected also by the diameter of the milk pipe with a higher intensity of milking, if further connected with an

unsuitable surface of the pipe. The length of the pipe has relatively small influence. Rough surface of the pipe is effected with small diameters of the pipe only. The attachment cock can be of a considerable influence, if of an inadequate design. The influence of the sucked-in quantity of air is a principal one. The dependence of the pressure loss on the sucked-in air has a minimum, corresponding to the optimal value of sucking-in.

Comparisons of some of the results obtained on an actual and a mathematical model indicate, that the nature of dependencies gained by these different methods is quite similar. The determination on a mathematical model is, however, much easier. The application of this new method is thus of a considerable economic significance. The method of mathematical modelling can be used not only for the qualitative solution, but also for rougher quantitative analysis.

Lösung der Druckverhältnisse in der Rohrmelkanlage mittels eines Analogrechners

Die Abhandlung befaßt sich mit der Lösung der Druckverhältnisse im Milchteil der Melkanlage auf einem Analogrechner.

Die eigentliche Lösung umfaßt die mathematische Formulierung der verlaufenden Vorgänge, Gewinnung von Experimentalunterlagen zur Ermittlung der Zahlenwerte von Milchschauchkoeffizienten, Aufstellung des Programms, eigentliche Lösung auf dem Rechner sowie die Analyse von erzielten Ergebnissen. Das mathematische Modell der Melkanlage gestattet die Untersuchung über die Auswirkung aller grundlegenden Konstruktionsparameter. Es wird der Einfluß des Durchmessers, der Länge und der Art des Milchschauchs, der Milchleitungshöhe, des Anschlußhahnwiderstandes, der Melkintensität sowie der angesaugten Luftmenge auf den mittleren Vakuumwert im Melkbecherinnenraum geprüft. Am meisten macht sich die Auswirkung der Rohrleitungshöhe bemerkbar. Wesentlich ist auch der Einfluß des Milchschauchdurchmessers bei größerer Melkintensität, wenn er gleichzeitig mit einer ungeeigneten Schlauchoberfläche kombiniert wird. Die Auswirkung der Schlauchlänge ist ziemlich klein. Der Einfluß der Schlauchrauigkeit macht sich ausgeprägt nur bei geringen Schlauchdurchmessern geltend. Der Anschlußhahn der Melkanlage kann nur bei ungeeigneter Konstruktion einen sehr beträchtlichen Einfluß haben. Ganz grundlegend ist der Einfluß der angesaugten Luftmenge. Die Abhängigkeit des Druckverlustes von der angesaugten Luftmenge weist einen Mindestwert auf, der dem optimalen Ansaugwert entspricht.

Der Vergleich einiger auf dem reellen und mathematischen Modell erzielten Ergebnisse läßt deutlich erkennen, daß das Charakter der durch diese verschiedenen Methoden erzielten Abhängigkeiten ganz sinngemäß ist. Die Lösung auf dem mathematischen Modell ist allerdings viel leichter. Die Anwendung dieser neuen Methode hat daher eine beträchtliche ökonomische Bedeutung. Die Methode der mathematischen Modellierung kann nicht nur zur wertmäßigen Lösung, sondern auch zu größeren mengenmäßigen Analysen angewandt werden.

Solution apportée aux conditions de pression dans un automate de traite au moyen d'un calculateur à analogues

Le travail s'occupe de la solution des conditions de pression dans la partie lactaire de la machine à traire, au moyen d'un calculateur à analogues.

La solution propre comprend la formulation mathématique des phénomènes qui se déroulent, l'acquisition des bases expérimentales pour établir des valeurs numériques des coefficients de débit des tuyaux lactaires, l'établissement du programme, la solution propre au calculateur et l'analyse des résultats obtenus. Le modèle mathématique de l'appareil de traite rend possible la recherche de l'influence de tous les paramètres élémentaires nécessaires à la construction. On examine l'influence du diamètre de la longueur et de la sorte des tuyaux lactaires, de la hauteur de la conduite à lait, de la résistance du robinet directeur, de l'intensité de la traite et de la quantité aspirée de l'air pour obtenir la valeur moyenne de dépression dans le petit bassin au-dessous des pis. C'est l'influence de la hauteur de la conduite qui se manifeste le plus. La même l'influence du diamètre du tuyau lactaire, surtout quand la traite est intense et si la surface du tuyau n'est pas en même temps appropriée,

est considérable. L'influence de la longueur du tuyau est relativement peu importante. L'influence de la rugosité du tuyau ne se fait valoir d'une façon marquée que dans le cas de faibles diamètres du tuyau. Le robinet directeur de l'agrégat peut exercer, lorsque la construction est inopportune, une influence très importante. L'influence de la quantité d'air aspiré est d'une importance de premier ordre. L'interdépendance entre la perte de pression et le volume d'air aspiré accuse un minimum qui correspond à la valeur optimale d'aspiration.

Il ressort clairement de la comparaison de certains résultats obtenus aux modèles réel, et mathématique, que le caractère des dépendances obtenues en appliquant ces différentes méthodes est tout à fait analogue. La solution au moyen de modèle mathématique est toutefois beaucoup plus facile. L'application de cette méthode nouvelle a par conséquent importance économique considérable. La méthode de modèle mathématique peut être appliquée non seulement à la solution qualitative, mais aussi aux analyses quantitatives approximatives.

Adresa autora:

Ing. Zbyněk Souček, CSc., Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha 4 - Chodov

631.243.244 631.363.1 631.364.7:621.867.8

■ Progresivní technologie velkovýroby bílkovinných krmiv, tj. výroba bílkovinné senáže ve věžových skladovacích prostorech, přechází v ČSSR v poslední době z období výzkumu a ověřování do období širší praktické realizace. Posuzujeme-li dosažené výsledky a vhodnost této nové velkovýrobní technologie pro podmínky československého zemědělství, můžeme předpokládat, že použití této metody výroby krmiv se v nejbližší době v praxi podstatně rozšíří.

V souvislosti s tímto předpokladem je nutno zabývat se jednou z hlavních dílčích problematik této technologie, tj. dopravou řezaného materiálu (píce); jde o vyřešení nejvhodnějších způsobů vertikální dopravy píce do senážních věží.

V závěrečných hodnoceních předcházejících výzkumných etap bylo prokázáno, že dosavadní způsoby dopravy, tj. zařazení vzduchového dopravníku (metače píce) současné technické úrovně, při klasickém dopravním uspořádání vně senážní věže: metač — plnicí potrubí — plnicí oblouk, nelze považovat za konečné a jediné řešení problematiky dopravy materiálu do senážních věží. Bylo konstatováno, že tento způsob je v současné době jediným vhodným řešením, že však je nutno současně se zabývat ověřováním možnosti zařazení mechanických dopravníků do dopravní linky. Dále bylo doporučeno zabývat se řešením jiných technologických postupů plnění senážních věží, popř. řešením jiných pohonů vzduchových dopravníků.

Předkládaná práce se proto zabývá jednak problematikou vertikální dopravy řezaných objemových materiálů obecně, a dále výsledky a závěry ověřování nového technologického postupu při dopravě materiálu do senážní věže.

DOPRAVA ŘEZANÝCH PÍCNIN PNEUMATICKÝMI DOPRAVNÍKY (KLASICKÉ USPOŘÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY)

Pro tzv. pneumatickou dopravu zemědělských substrátů existuje celá řada nejrůznějších strojů a zařízení. Tato zařízení lze dělit jednak podle jejich pracovního určení (zrnočet, senomet, výfuková řezačka atd.), dále podle způsobu urychlení dopravovaného materiálu (metač, vzduchový dopravník). S ohledem na toto dělení a vlastnosti dopravovaného materiálu (řezaná objemová píce) lze do dopravní linky těchto materiálů zařadit vzduchové dopravníky — metače.

V současné době se velmi diskutuje o tom, zda je výhodnější používat jako dopravního zařízení metače, nebo pneumatického dopravníku.

Zatím nelze jednoznačně odpovědět, přesto, že otázce bylo věnováno několik teoretických rozborů a úvah (K a m p f, S e g l e r, V á v r a aj.). Většinou se

konstatuje, že pro dopravu materiálů o vyšší objemové hmotnosti a vyšší vlhkosti (řezaná zelená píce) se lépe hodí metače a pro materiály o nižší objemové hmotnosti a nižší vlhkosti jsou vhodnější pneumatické dopravníky.

Oba uvedené stroje nejsou zatím jednoznačně definovány. V praxi je rozšířen názor, vycházející výlučně z konstrukčního uspořádání stroje, že u metače musí materiál procházet lopatkovým kolem, a je jím tedy urychlován. Ostatní stroje jsou podle tohoto názoru vzduchovými dopravníky. Podle různých autorů (K a m p f) může však materiál procházet lopatkovým kolem i u vzduchových dopravníků. Z hlediska funkce je však u pneumatických dopravníků materiál dopravován spíše proudem vzduchu.

Funkci metače charakterizuje S e g l e r takto: materiál přichází do středu skříně, je uchopen lopatkami a opouští je u výstupního otvoru rychlostí přibližně rovnou rychlosti lopatek. Kromě materiálu dopravuje metač určitou rychlostí i vzduch. V prvním úseku potrubí je rychlost materiálu vyšší než rychlost vzduchu a vzduch tedy materiál brzdí, v protikladu k pneumatické dopravě.

Názory na užitečnost vzdušného proudu při dopravě metačem nejsou zcela jednotné. Všichni autoři se shodují v tom, že rychlost vzduchu je užitečná z hlediska kinematiky dopravovaného materiálu (zvyšuje dostupnou výšku, podporuje dopravu materiálu). Někteří však vzdušný proud pokládají za nežádoucí z hlediska energetiky. Své tvrzení zdůrazňují teoreticky odvozenými vztahy:

$$P \sim n^3 - \text{u pneumatické dopravy} \\ P \sim n^2 - \text{u čistého metače}$$

kde: P — příkon (W)

n — frekvence otáčení (rad s^{-1})

Při stanovení rychlosti vzduchu vzhledem k obvodové rychlosti lopatkového kola musí být současně uvažovány jak požadavky kinematiky a energetiky, tak i požadavky na poškození dopraveného materiálu.

Dopravu řezaného velkoobjemového materiálu vzduchovým dopravníkem nebo metačem při klasickém uspořádání technologické linky pro vertikální dopravu do věžového skladovacího prostoru lze rozdělit na tři relativně samostatné fáze:

- urychlení materiálu použitým zdrojem (metač, vzduchový dopravník);
- pohyb materiálu ve svislém, přímém úseku dopravního potrubí;
- pohyb materiálu plnicím obloukem do skladovacího prostoru.

Teoretickým rozбором jednotlivých fází z hlediska kinematiky i z hlediska energetiky se zabýval V á v r a; výzkumem technologické a provozní vhodnosti pneumatické dopravy jako celku pak F i š e r.

Podrobné výsledky těchto prací jsou uvedeny v těchto výzkumných zprávách: Z-632, Z-641, Z-682, Z-691 a Z-741.

V závěrech těchto výzkumných zpráv je konstatováno:

- Hodnoty středního elektrického příkonu a střední měrné spotřeby elektrické energie při dopravě senážního materiálu vzduchovým dopravníkem jsou příliš vysoké.
- Výkonnost zařízení při klasickém uspořádání dopravního potrubí lze zvyšovat pouze za předpokladu neúměrného zvýšení potřebného příkonu.
- Převažujícím zdrojem provozních potíží je ucpávání plnicího potrubí, hlavně v oblasti plnicího oblouku (při vyšší výkonnosti nebo při nerovnoměrném dávkování).

- Zvýšení dostupné výšky dopravy lze dosáhnout zvýšením rychlosti dopravního vzduchu do jisté meze.
- Konečná rychlost materiálu ve výstupním průřezu potrubí musí zaručit spolehlivý průchod materiálu připojeným obloukem, tj. musí být alespoň rovna minimální potřebné rychlosti materiálu při vstupu do oblouku.
- Zlepšení hospodárnosti dopravy lze dosáhnout zvýšením počáteční rychlosti odhozu materiálu do jisté meze.

Z uvedených zjištění lze vyvodit závěr:

Vzhledem k těmto nedostatkům při zařazení vzduchových dopravníků do technologické linky plnění senážních věží je nutno zabývat se řešením jiných způsobů plnění skladovacích prostorů (např. mechanická doprava), dále řešit vhodnější uspořádání dopravní sestavy při zařazení vzduchové dopravy, popř. řešit jiné zdroje pohonu vzduchových dopravníků.

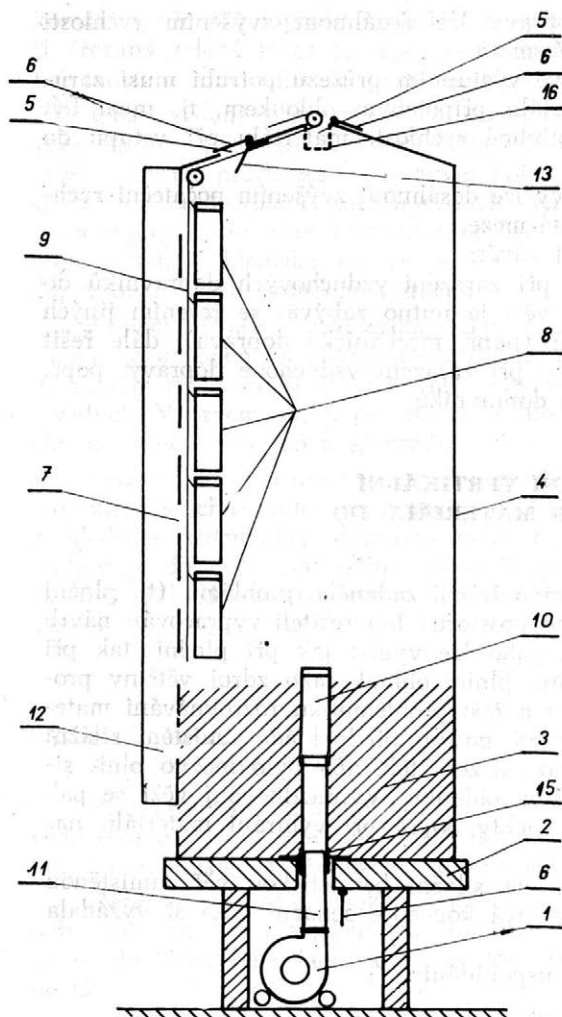
NOVÉ TECHNOLOGICKÉ USPOŘÁDÁNÍ VERTIKÁLNÍ DOPRAVY ŘEZANÝCH OBJEMOVÝCH MATERIÁLŮ DO SILÁŽNÍ VĚŽE

Vzhledem k požadavku komplexního řešení zadaného problému (tj. plnění i vyprazdňování věžového skladovacího prostoru) byl řešiteli vypracován návrh na nové technologické uspořádání, kterého lze využít jak při plnění, tak při vyprazdňování silážní věže. Odstraňuje plnicí oblouk jako zdroj většiny provozních potíží, snižuje dopravní výšku a řeší problematiku rozrovnávání materiálu v silážní věži. Tento technologický postup předpokládá umístění silážní věže na podestě a uspořádání plnicího zařízení tak, aby bylo možno plnit silážní věž zdola v ose věže, bez plnicího oblouku. Vyprazdňování věží se pak děje vrchním vybíračem do středové šachty, která při vybírání materiálu nastupuje funkci šachty shozové.

Navržené řešení bylo aplikováno na silážní hermetickou věž, umístěnou na podestě. Původní uspořádání a celková koncepce senážní věže si vyžádala určité konstrukční úpravy.

Hlavní změny proti původnímu uspořádání:

- Senážní věž je na podestě.
- Ve středu podesty je vkladací a vybírací otvor $\varnothing$ 700 mm.
- Na podlaze podesty (v ose věže) je zabudováno zařízení pro uchycení plnicího (vyprazdňovacího) pevného potrubí.
- Plnicí potrubí je $\varnothing$ 500 mm, jednotlivé díly jsou dlouhé 2000 mm, síla plechu 0,75 — 1 mm, na jedné straně dílu ve vzdálenosti 150 mm od okraje je prolis (hloubka 5 mm, šířka 15 mm), na téže straně jsou vyvrtány dva otvory na protilehlých stranách k uchycení háčků pro vytažení potrubí.
- Prvý díl plnicího potrubí pro spojení dopravního stroje (SMPU 80) s vlastní částí potrubí uvnitř věže je mírně kuželový; to umožňuje zasunout tento díl při poruše, event. demontáži metače, do potrubí tvořícího plnicí a shozovou šachtu.
- Věž má okna pro vstup obsluhy při plnění (postupné sestavování plnicího potrubí) a vybírání (vrchní vybírač).
- Řetěz (lanko) s kladkou pro zavěšení jednotlivých dílů potrubí.
- Otvor ve středu střechy ($\varnothing$ 600 — 700 mm), opatřený síťovým košem, pro výfuk vzduchu a zemezení úletu částic materiálu.



1. Schéma konstrukčních úprav a technologického uspořádání u silážní věže umístěné na podestě, plněné zdola v ose věže. Vybírání vrchní, střední shozovou šachtou

— Normální výfukové otvory jsou opatřeny plechovými štíty k zamezení úletu.

— Uzavírací víka na otvor v podestě a výfukový otvor ve střeše.

Schematické znázornění konstrukčních úprav a uvažovaného technologického postupu plnění skladového prostoru je na obrázku 1.

K přepravě na úseku pole — stacionární pracoviště mohou být použity přívěsy sklápěcí (v lince s dávkovacím stolem DoDS 7) i přívěsy se zařízením pro plynulou vykládku a s příčným dopravníkem (přímé plnění vzduchového dopravníku). K vlastní dopravě materiálu do skladovacího prostoru byl použit vzduchový dopravník s výtlačným potrubím o $\varnothing$ 500 mm (SMPU 80).

Příprava plnění

Do věže se na zavěšovací řetěz (9) zavěšují jednotlivé díly potrubí (8). Řetěz (lanko) se současně navíjí na naviják, a tím se zavěšené díly potrubí dostanou

do potřebné výšky. Jednotlivé díly potrubí se do věže zasunou otvorem v podestě ($\varnothing$ 700 mm) před montováním zařízení (objímka) na uchycení plnicího potrubí (15). Po namontování tohoto zařízení se do objímky zasune a upevní první díl plnicího potrubí tak, že prolis a vyvrtané otvory jsou v horní části dílu. Dále se zasune vnější kuželový díl plnicího potrubí (11) do objímky (15), instaluje se vzduchový dopravník (1), vysune a napojí se sponou kuželový díl potrubí (11) k metači (1). Po uzavření vstupních oken (7), otevření uzávěrů (6) výfukových otvorů (5), event. po opatření těchto otvorů clonou (13) nebo sítěným košem (14) je skladovací prostor připraven k plnění.

Postup při vytváření středového potrubí

Dosáhne-li materiál ve věži (3) téměř horní hrany potrubí, vstoupí obsluhující plnicí linky do věže oknem (7) a nasune další díl plnicího potrubí (10), který sejmul ze zavěšovacího lanka. Uvolněnou část lanka navine na váleček.

Tento úkon je schopen provést pracovník ve velmi krátkém intervalu (5-7 min), pokud není potrubí deformováno předcházející nevhodnou manipulací. Tento postup se opakuje až do naplnění věže. Během plnění (nasouvání dalšího potrubí) je nutno dvakrát až třikrát zkontrolovat polohu vytvářeného potrubí — nesmí se podstatně odchýlit od osy věže. Kontroluje se kalibrem — dřevěnou tyčí příslušné délky. Po naplnění skladového prostoru se uzavřou uzávěry (6) výfukových otvorů (5), odpojí se kuželový díl potrubí (11) od metače (1), metač se odsune k jiné věži, kuželové potrubí (11) se vysune a plnicí otvor se pečlivě uzavře uzávěrem (6).

Další popis k obrázku 1

Podesta senážní věže (2), svařovaný plášť věže (4), vstupní šachta (12).

Úpravy byly aplikovány při realizaci senážní věže typu Moravia ve letech 1966 — 1967 a uvedený technologický postup plnění (a vybírání) pak v období 1967 a 1968 na pracovišti účelového hospodářství VÚZT Řepy.

VLASTNÍ OVĚŘOVÁNÍ

Podmínky zkoušek

Dopravený materiál: kukuřice (1967); vojtěška, jetel (1968);

Struktura materiálu: řezaný.

Průměrná délka materiálu: 3,02 — 4,42 cm.

Sušina materiálu: kukuřice — 20,9 až 27,3 %; jetel, vojtěška — 38 až 69 %.

Výška věže: 17 000 mm.

Celkové množství zpracovaného materiálu: kukuřice — 97 t; vojtěška, jetel 135 t.

Dopravní sestava linky: 3 přívěsy se zařízením pro plynulou vykládku a s příčným dopravníkem, pásový dopravník DoP 8 a metač píce SMPU 80.

Vlastní ověřování navrženého technologického postupu plnění bylo uskutečněno v provozních podmínkách. Veškeré nutné údaje k stanovení jednotlivých ukazatelů byly zaznamenávány do časových snímků, dále zpracovány podle známých vztahů a graficky nebo tabelárně vyhodnoceny.

Výkonnost zařízení v závislosti na sušině dopraveného materiálu W_{abs} a $W_{suš}$ je graficky znázorněna na obrázku 2; střední měrná spotřeba elektrické energie L_s v závislosti na výkonnosti W zařízení pak na obrázku 3.

Výkonnost zařízení W v závislosti na sušině dopravovaného materiálu — porovnání při plnění v ose věže, při klasickém uspořádání plnicího potrubí a při použití mechanického dopravníku — je graficky zachycena na obrázku 4.

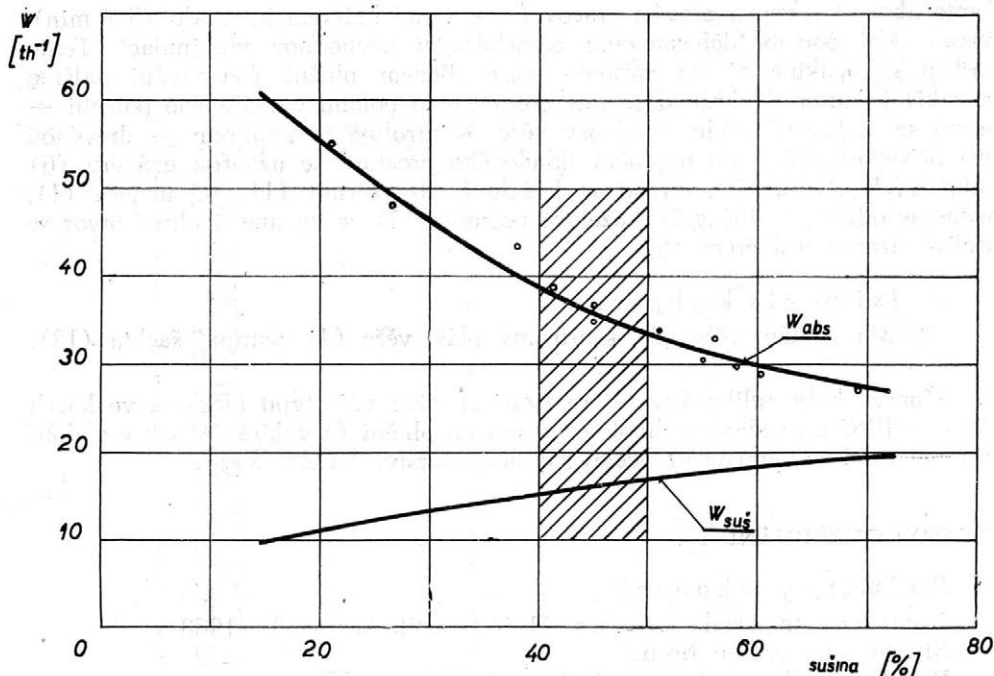
Na obrázku 5 je graficky porovnán průběh střední měrné spotřeby elektrické energie L_s v závislosti na výkonnosti zařízení W (při klasickém uspořádání plnicího potrubí, při plnění v ose věže, a mechanickým dopravníkem).

Hlavní číselné parametry jsou tabelárně zpracovány v tabulkách I a II.

Z hodnocení zjištěných průběhů jednotlivých závislostí, graficky vyjádřených na obrázcích 2 — 5, lze konstatovat:

Obrázek 2

— Výkonnost zařízení W_{abs} v závislosti na sušině dopravovaného materiálu má se stoupající sušinou klesající průběh.



2. Výkonnost absolutní W_{abs} a přepočtená na dopravenou sušinu W_{sus} vzduchového dopravníku (SMPU 80) v závislosti na sušině dopravovaného materiálu. Plněno zdola v ose věže. Dopravovaný materiál: kukuřice, vojtěška, jetel; délka řezanky 30,2–44,2 mm. Vyšrafovaná oblast optimální sušiny materiálu pro senážování

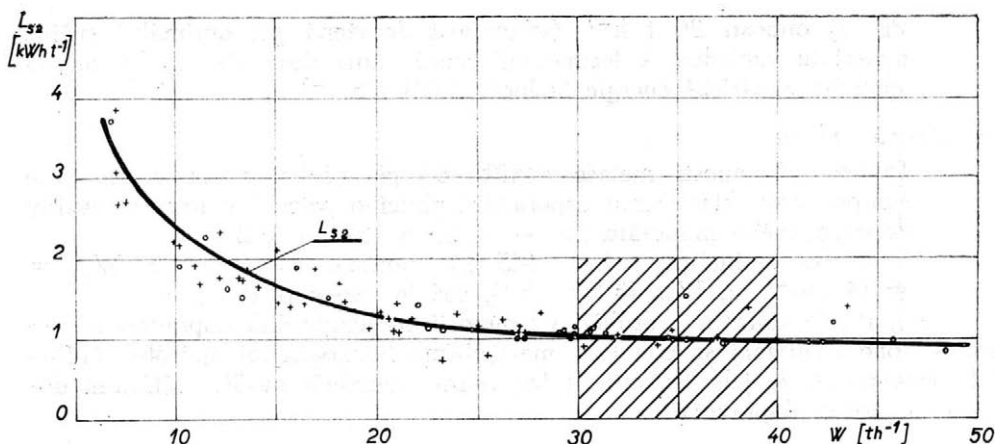
- Výkonnost zařízení W_{sus} (přepočtená na dopravenou sušinu) má naopak stoupající charakter.
- Maximální výkonosti bylo dosaženo při sušině 21 %, $W_{abs} = 55 \text{ t h}^{-1}$.
- V oblasti optimální sušiny pro senážování (45 %) bylo dosaženo výkonosti $W_{abs} = 36 \text{ t h}^{-1}$.
- Výkonost absolutní se pohybuje v rozmezí $55 - 27,5 \text{ t h}^{-1}$ v oblasti dopravované sušiny (21 – 70 %).

K celkovému hodnocení závislosti na obrázku 2 nutno dodat:

Křivka průběhu výkonosti W_{abs} necharakterizuje průběh střední výkonosti vzhledem k celému průběhu plnění věže. Omezuje pouze oblast, resp. určuje hodnoty maximální výkonosti dosažené v podmínkách ověřování. Vzhledem k tomu, že ověřování bylo uskutečněno v provozních podmínkách, lze předpokládat, že po zapracování obsluhy a dodržení všech optimálních provozních podmínek budou dosahované hodnoty průměrné výkonosti souhlasné. Průměrné provozní hodnoty jsou uvedeny v tabulce II.

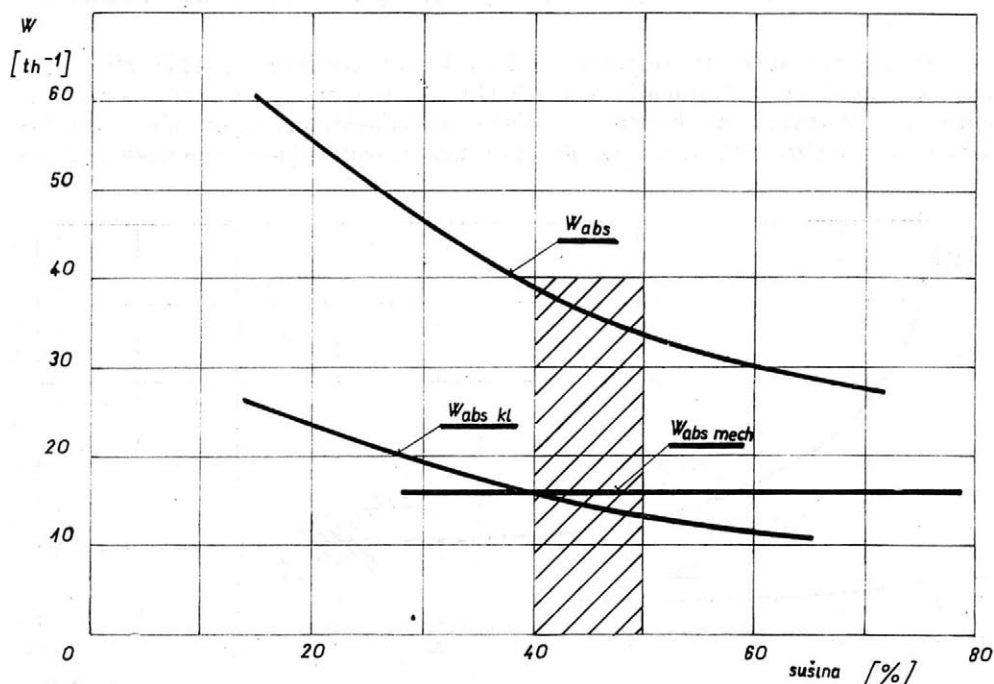
Obrázek 3

- Střední měrná spotřeba elektrické energie klesá se vzrůstající výkoností.
- V měřené oblasti výkonosti ($W_{abs} = 7-50 \text{ t h}^{-1}$) se pohybuje střední měrná spotřeba elektrické energie v rozmezí $3,8 - 0,9 \text{ kWh t}^{-1}$.



3. Střední měrná spotřeba elektrické energie L_{s2} vzduchového dopravníku (SMPU 80) v závislosti na výkonnosti W .

Plněno zdola v ose věže. Vyšrafovaná oblast výkonnosti při optimální sušině dopravovaného materiálu pro senážování (jetel a vojtěška = +; kukuřice = 0)



4. Výkonnost dopravního zařízení W (SMPU 80, mechanický dopravník) v závislosti na sušině dopravovaného materiálu.

Porovnání metače SMPU 80 při klasickém uspořádání plnicího potrubí a s plnicím obloukem ($W_{abs kl}$) a při plnění zdola v ose věže (W_{abs}). Doplněno o mechanický dopravník ($W_{abs mech}$). Vyšrafovaná oblast optimální sušiny dopravovaného materiálu pro senážování

- Při výkonnosti 36 t h^{-1} (výkonnost dosažená při optimální sušině materiálu vzhledem k technologii senážování) dosahuje střední měrná spotřeba elektrické energie hodnoty $1,0 \text{ kWh t}^{-1}$.

Obrázek 4

- Průběh výkonnosti metače SMPU 80 při plnění zdola v ose věže stoupne proti klasickému uspořádání plnicího potrubí v rozmezí sušiny dopravovaného materiálu 20 – 70 % o 132 – 162 %.
- V oblasti optimální sušiny (45 %) stoupne výkonnost z $W_{abs} = 14 \text{ t h}^{-1}$ na $W_{abs} = 36 \text{ t h}^{-1}$, což je vzrůst o 156 %.

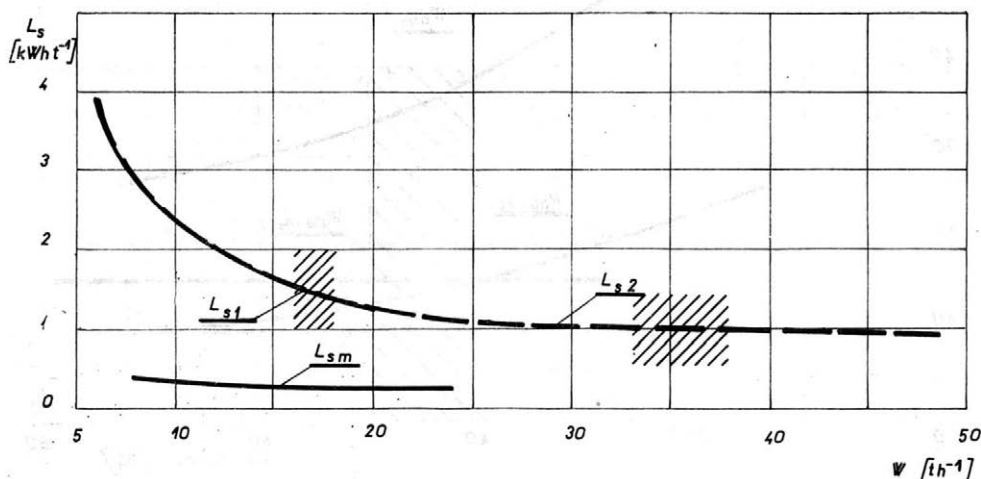
Do grafu je zahrnut i průběh výkonnosti mechanického dopravníku. Výkonnost tohoto zařízení se pohybuje mezi oběma hodnocenými způsoby. Nutno však podotknout, že jeho výkonnost lze velmi jednoduše zvýšit zvětšením dopravního profilu dopravníku.

Obrázek 5

- Lze konstatovat, že průběh střední měrné spotřeby elektrické energie obou způsobů plnění je souhlasný.
- Střední měrná spotřeba elektrické energie při výkonnosti v optimální oblasti sušiny dopravovaného materiálu poklesne z hodnoty $1,72 \text{ kWh t}^{-1}$ na $1,0 \text{ kWh t}^{-1}$, což je pokles o 42 %.

Pro porovnání je opět zařazena střední měrná spotřeba elektrické energie u mechanického dopravníku. Jak patrné, je tento průběh nepoměrně příznivější.

Hlavní ukazatele při dopravě senážní hmoty metačem SMPU 80 v ose věže jsou uvedeny v tabulkách I a II. Do těchto tabulek jsou pro porovnání zahrnuty i porovnatelné hodnoty, získané při klasickém uspořádání plnicího potrubí, a průměrné pracovní hodnoty. Všechny ukazatele jsou stanoveny v hlav-



5. Střední měrná spotřeba elektrické energie L_s vzduchového dopravníku (SMPU 80) v závislosti na výkonnosti w . Plněno zdola v ose věže. Porovnání při klasickém uspořádání plnicího potrubí (L_{s1}) a při plnění zdola v ose věže (L_{s2}). Doplněno o mechanický dopravník (L_{sm}). Vyšrafovány oblasti výkonnosti při optimální sušině pro senážování při jednotlivých uspořádáních plnicího potrubí

I. Hlavní ukazatele při dopravě senážní hmoty vzduchovým dopravníkem SMPU 80

		Jednotky	Plnění v ose věže	Klasické uspořádání plnicího potrubí	Druh materiálu	Délka řezanky mm
Mezní výkonost při sušině 20,9—68, %	absolutní	$t\ h^{-1}$	55 — 27,5	25—11	kukuřice	30—44,2
	v sušině	$t\ h^{-1}$	11,6—19,2	3,74—7,1	jetel vojtěška	(20—40)**
Mezní výkonost při dopravě materiálu v optimální sušině (45 %)*	absolutní	$t\ h^{-1}$	36	14	jetel	30,2—44,2
	v sušině	$t\ h^{-1}$	16,2	6,3	vojtěška	(20—40) **
Střední měrná spotřeba elektrické energie při výkonosti	7 $t\ h^{-1}$	$kWh\ t^{-1}$	3,8	3,6	kukuřice	30—44,2
	14 $t\ h^{-1}$		1,72	1,72*	jetel	
	36 $t\ h^{-1}$		1,0*	—		
	50 $t\ h^{-1}$		0,9	—	vojtěška	(20—40)**
Střední elektrický příkon při výkonosti	7 $t\ h^{-1}$	kW	26,6	26,6	kukuřice	30—44,2
	14 $t\ h^{-1}$		24,1	24,1	jetel	
	36 $t\ h^{-1}$		36,0*	—		
	50 $t\ h^{-1}$		45,0	—	vojtěška	(20—40)**
Příkon naprázdno	—	kW	15	15	—	—

Výkonost zařízení stanovena ve všech případech v hlavním čase

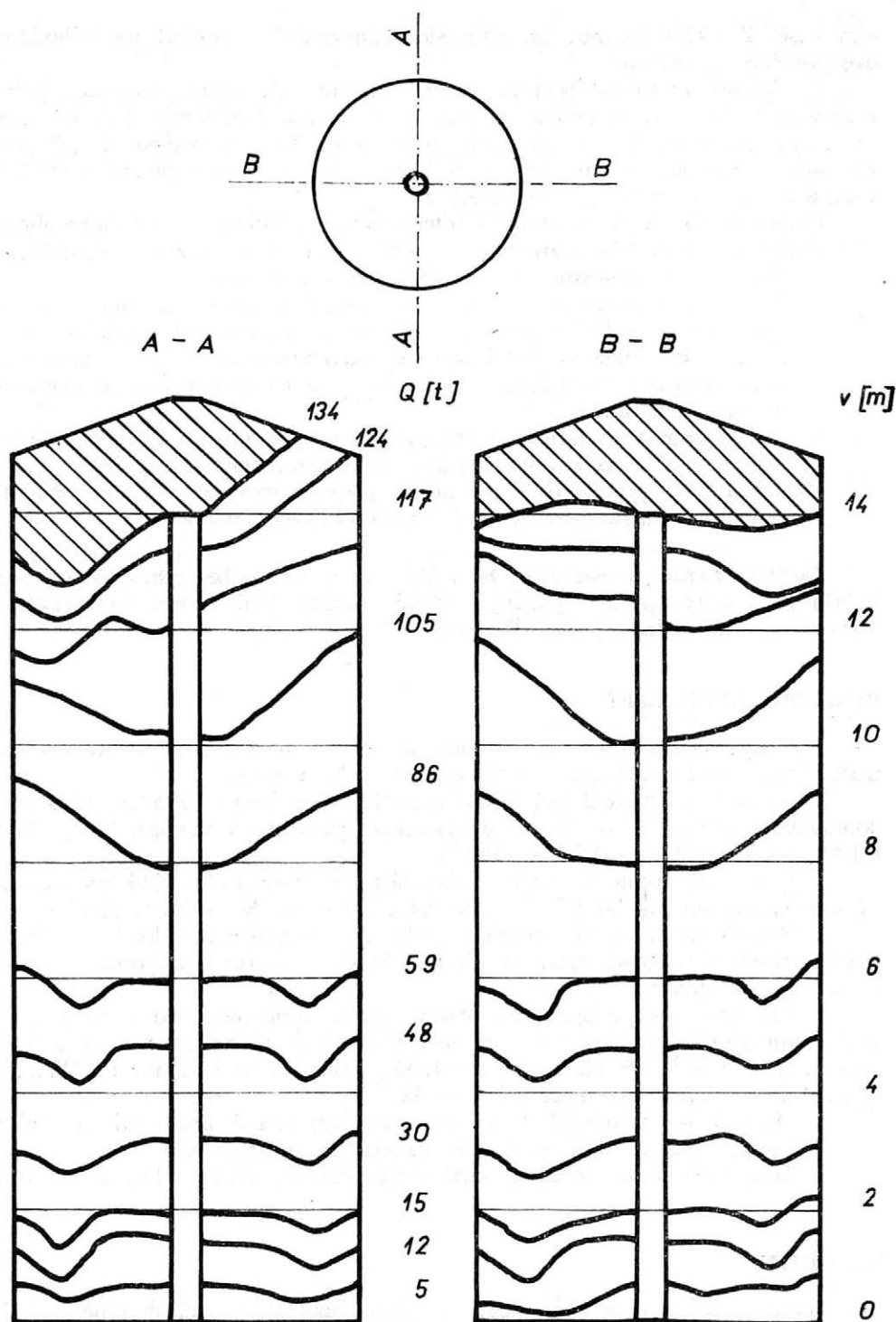
* Hodnoty v oblasti optimální sušiny dopravovaného materiálu pro senážování

** Údaj vztažen ke klasickému uspořádání plnicího potrubí

II. Průměrné provozní hodnoty

Materiál	Sušina %	Délka řezanky mm	Výkonnost* t h ⁻¹		Střední měrná spotřeba elektrické energie kWh t ⁻¹		Střední elektrický příkon kW	
			plnění v ose věže	klasické uspořádání plnicího potrubí	plnění v ose věže	klasické uspořádání plnicího potrubí	plnění v ose věže	klasické uspořádání plnicího potrubí
Kukuřice	20,9—27,3	30 — 41	37,5—32,0	—	1 — 1,05	—	37,5—33,6	—
	15 — 20	20 — 40	—	18—16	—	1,4 — 1,55	—	25,2—24,8
Vojtěška	38 — 69	30,2—44,2	28,0—19	—	1,07—1,32	—	30,0—25,1	—
Jetel	32 — 68	20 — 40	—	13— 8	—	1,85—2,9	—	24 — 23,2

* Výkonnost zařízení stanovena ve všech případech v hlavním čase



6. Průběh samovolného rozrovnávání materiálu při plnění silážní věže zdola v ose věže. Vyšrafován nezaplňný prostor věže

ním čase. Z těchto hodnot lze naprosto jednoznačně usuzovat na výhodnost ověřovaného uspořádání.

Při hodnocení tohoto postupu plnění senážní věže nelze opominout jednu z nejvýraznějších výhod této technologie, a to samovolné, téměř dokonalé rozrovnávání materiálu. Z skutečného prověření lze konstatovat, že při použití tohoto způsobu plnění senážních věží je otázka rozrovnávání materiálu v senážní věži o průměru 6 m vyřešena.

Průběh rozrovnávání v určitých intervalech je graficky znázorněn na obr. 6. Hodnotíme-li průběh rozrovnávání podle obrázku 6, můžeme konstatovat:

- Materiál se samovolně téměř dokonale rozrovnává.
- Určitá nerovnoměrnost ve vrchních vrstvách materiálu (řez A-A) je způsobena prouděním přebytku vzduchu bočními odvětvovacími otvory. Lze předpokládat, že při jediném odvětvovacím otvoru dostatečně dimenzovaném, umístěném v ose věže, budou tyto nepodstatné nerovnoměrnosti odstraněny.
- Jak je patrné z grafického zpracování, je v okamžiku ukončení plnění přibližně 7 % celkového objemu věže nezaplněno materiálem. Tento ukazatel je příznivější (v krajním případě rovnocenný) než hodnoty známé z dosavadních ověřování i teoretických hodnocení.

Závěrem možno konstatovat, že z hlediska problematiky rozrovnávání materiálu je použitý způsob výhodný, otázku rozrovnávání (popř. dorovnávání) zcela odstraňuje, a lze jej plně doporučit.

VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ

1. Charakteristický průběh výkonnosti zařízení je u sušiny dopravovaného materiálu zachován, výkonnost se stoupající sušinou klesá.

2. Výkonnost zařízení při tomto uspořádání podstatně vzroste. V oblasti dopravované sušiny 21 — 70 % se výkonnost pohybuje v rozmezí 55 — 27,5 t h⁻¹, což je zvýšení o 132 — 161 %.

3. V oblasti optimální sušiny materiálu pro senážování (45 %) vzroste výkonnost zařízení na 36 t h⁻¹ (proti 14 t h⁻¹), což je vzrůst o 156 %.

4. Průběh střední měrné spotřeby elektrické energie v závislosti na výkonnosti zařízení je u obou způsobů plnění (klasické uspořádání potrubí, plnění v ose věže) souhlasný.

5. Při výkonnosti v optimální oblasti sušiny dopravovaného materiálu pro senážování (45 %) poklesne střední měrná spotřeba elektrické energie z hodnoty 1,72 kWh t⁻¹ (při klasickém uspořádání potrubí) na hodnotu 1,0 kWh t⁻¹ (plnění v ose věže), což značí pokles o 42 %.

6. Materiál se samovolně, téměř dokonale rozrovnává, bez zásahů obsluhy.

7. Způsob plnění zvyšuje využití užitečného prostoru věže.

8. Toto uspořádání prakticky odstraňuje problém ucpání plnicího potrubí.

ZÁVĚRY

Podle výsledků ověřování lze navržený technologický způsob plnění silážních věží, tj. plnění zdola v ose věže, zcela doporučit. Zjištěné parametry jsou ve všech případech příznivější než u klasického uspořádání plnicího potrubí, tj. plnicí potrubí na boku věže a plnicí oblouk. Výkonnost dosavadních zaří-

zení stoupne v oblasti optimální sušiny materiálu, vhodné pro senážování (45 %), asi o 150 %, střední měrná spotřeba poklesne asi o 40 %.

Zvláštní pozornost zasluhuje u tohoto způsobu plnění otázka rozrovnávání materiálu, využití užitečného prostoru silážní věže a provozní spolehlivost (ucpávání dopravního potrubí).

Otázka rozrovnávání materiálu je tímto uspořádáním zcela vyřešena. Materiál se samovolně, téměř dokonale rozrovnává. Využití užitečného prostoru je na nejvyšší úrovni známých ukazatelů. Ucpávání dopravního potrubí je téměř odstraněno.

Došlo dne 2. 4. 1969

Literatura

- FIALA J., 1968, Výzkum fyzikálně mechanických vlastností objemových krmiv. Zpráva VÚZT — Z 636.
—, 1968, Objemová hmotnost siláže a senáže a využití prostoru ve věžových silech. Zpráva VÚZT — Z 1968.
FIŠER Z., 1966, Výzkum přepravních systémů při sklizni a konzervaci pícnin silážováním. Zpráva VÚZT — Z 632.
—, 1969, Výzkum dopravních systémů pro plnění věžových skladovacích prostorů a rozrovnávání materiálu. Zpráva VÚZT — Z 741.
KAMPF G., 1957, Untersuchungen an Wurfgebläsen. Landtechnische Forschung, 1.
—, 1956, Beitrag zur Theorie des Wurfgebläsen. Landtechnische Forschung, 5.
PREININGER M., 1965, 1967, Výzkum komplexní mechanizace a automatizace linek pro chov skotu. Zprávy VÚZT — Z 594, Z 682.
VÁVRA A., 1967, Svislá doprava řezané píce potrubím. Zpráva VÚZT — Z 691.

Закладка силоса в башни снизу по оси башни

Работа занимается одним из основных частных вопросов технологического процесса при закладке силоса в башни, а именно вопросом вертикального транспортирования измельченного объемного материала. Был разработан технологический прием по вертикальной транспортировке корма в силосную башню. Этот технологический прием предполагает установку силосной башни на возвышенной площадке, причем загрузочное устройство (швыряльный транспортер, материалопровод без отвода) будет расположено так, чтобы транспортировка осуществлялась снизу по оси башни (см. рис. 1).

Согласно результатам проверки предложенный технологический прием закладки материала в силосные башни снизу по оси башни можно полностью рекомендовать. Установленные параметры оказываются во всех случаях более благоприятными, чем у классического расположения материалопровода сбоку силосной башни и с отводом на конце. Производительность существующих устройств повышается в области оптимальной влажности материала, пригодной для закладки сенажа (45 %), приблизительно на 150 %, средний удельный расход энергии сокращается приблизительно на 40 %.

У этого способа закладки материала особо интересна проблематика разравнивания материала, использование полезной емкости силосной башни и эксплуатационная надежность (завал материалопровода).

Вопрос разравнивания материала при таком устройстве полностью разрешен. Материал разравнивается почти совершенно сам. Использование полезного объема достигает наибольших значений известных показателей. Завалы материалопровода почти устранены.

Filling of Tower Silos from the Bottom in the Central Chute of the Tower

The paper deals with one of the main problems connected with the technological procedure of filling the tower silos, i. e. the vertical feeding of chopped forage crops. A technological procedure has been drafted for the vertical filling of tower silos. The system is designed for tower silos built up on a platform and with a filling system (silage blower, filling pipe without an arch) designed for filling from the bottom in the central axial chute of the tower (see Fig. 1).

The results of the tests indicate, that the technological procedure drafted for the filling of tower silos from the bottom in the central chute can be fully recommended. The parameters achieved are in any case more favourable than with the conventional designs of the filling chute, i. e. with the filling chute at the flank of the tower, and with a filling arch. The performance of the present equipments will rise in the range of the optimum dry matter content of the material suitable for haylage (45 %) by about 150 %, the average specific consumption will decrease by about 40 %.

With this method of filling, notable characteristics are the even spreading of the crop, the utilization of the useful space of the tower silo and the reliability in operation (with regard to possible clogging of the chute).

The problem of even spreading of the crop in the silo is solved to full satisfaction with the above design. Crops are spread automatically and very uniformly. The utilization of the space is optimal, as compared with other designs. The clogging of the feeding chute has not, so far, occurred.

Untenbeschickung der Silotürme in der Turmachse

Die Abhandlung befaßt sich mit einer der hauptsächlichen Teilproblemaufgaben des technologischen Vorganges bei der Siloturmbeschickung, nämlich mit der Problematik der Vertikalbeförderung des volumigen Häckselgutes. Es wurde ein technologischer Vorgang für die vertikale Futterbeförderung in den Siloturm. Dieser technologischer Vorgang setzt voraus, daß der Siloturm auf einer Unterplatte angeordnet wird und daß die Beschickungsanlage (Wurfgebläse, Füllrohrleitung ohne Krümmer) so angeordnet wird, daß die Beschickung von unten aus in der Turmachse erfolgen wird (s. Abb. 1).

Anhand der Ergebnisse der Überprüfung kann der entworfene technologische Vorgang der Untenbeschickung der Turmsilos in deren Achse völlig empfohlen werden. Die ermittelten Parameter sind in allen Fällen günstiger als bei den herkömmlichen Anordnungen der Füllleitung, d. h. bei der seitlich des Turmes und am Füllkrümmer angeordneten Füllleitung. Die Leistung der bisherigen Anlage steigt im Bereiche der für die Gärheubereitung geeigneten optimalen Trockenmasse (45 %) um etwa 150 %, der mittlere Meßverbrauch sinkt um etwa 40 %.

Bei diesem Beschickungsverfahren ist besonders die Problematik der gleichmäßigen Materialverteilung, Auslastung des Nutzraumes im Siloturm und Betriebssicherheit (Verstopfen der Förderleitung) besonders bemerkenswert.

Die Frage der Silogutverteilung wird durch diese Anordnung völlig gelöst. Das Silogut wird spontan, fast vollkommen gleichmäßig verteilt. Die Auslastung des Nutzraumes steht auf dem Höchststand von bekannten Kennziffern, die Verstopfung der Förderleitung ist so gut wie völlig beseitigt.

Adresa autora:

Ing. Zbyněk Fišer, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha 6-Řepy, Gottwaldova 50

■ Progresivní techniku a vhodnou organizaci mechanizovaných procesů nelze úspěšně vyřešit bez správných základních parametrů strojů, agregátů a linek. Nevhodným výběrem základních parametrů se snižuje technologická i ekonomická efektivnost pracovních procesů. Kacygin (1963) uvádí, že způsobilost strojů a nářadí k výkonné práci závisí především na tom, jak parametry strojů odpovídají charakteru technologického procesu, vlastnostem zpracovávaného materiálu a způsobu používání a využívání stroje. Parametry zemědělských strojů musí být zároveň v souladu s parametry traktorů.

Při určování optimálních nebo výhodných parametrů strojů nebyla dosud věnována dostatečná pozornost velikosti zásobních skříní strojů, vyžadujících technologickou obsluhu. Stanovení optimálního obsahu zásobní skříně je podmíněno řadou faktorů ovlivňujících její velikost. Při řešení této otázky je nutno vycházet z požadavků proudovosti práce a vhodnou volbou velikosti i tvaru zásobní skříně vytvořit podmínky k mechanizaci technologické obsluhy.

Velikost zásobní skříně sázečů brambor dosavadní konstrukce neodpovídá požadavkům rozvoje mechanizace, organizace práce a ekonomiky procesu sázení brambor. Přestože se u nás změnily výrobní podmínky, velikost zásobní skříně sázečů brambor se nezměnila. V porovnání se sázeči brambor vyráběnými v zahraničí je možno zařadit u nás vyráběné sázeče brambor do skupiny strojů pro malovýrobní podmínky s obsahem zásobní skříně do 100 kg na jeden řádek. Dosavadní konstrukce sázečích strojů a zásobních skříní neumožňuje vhodnou mechanizaci technologické obsluhy, organizaci a proudovost práce. Dále nezajišťuje maximální nebo maximum se přibližující výkonnost a minimum nákladů. K dosažení maximální výkonnosti a minimálních nákladů je zapotřebí stanovit optimální obsah zásobní skříně. Velikost (obsah) zásobní skříně může být charakterizována různými ukazateli; jedním z výhodných je délka pracovní jízdy l mezi dvěma po sobě následujícími technologickými zastávkami.

Při stanovení optimálního nebo výhodného obsahu zásobních skříní spočívá řada problémů v tom, že se změnou obsahu zásobní skříně se mění hmotnost (tíha) stroje a jeho energetická náročnost, které ovlivňují rychlost pohybu agregátu. Změna obsahu zásobní skříně dále ovlivňuje v závislosti na organizaci práce jednotlivé složky času a součinitele využití času τ . Změna energetické náročnosti, střední pracovní rychlosti a součinitele využití času ovlivňují ekonomiku agregátu, především výkonnost a náklady.

1. ZÁKLADNÍ PODKLADY K ŘEŠENÍ

Sázecí agregát je sestaven z čtyřřádkového sázeče brambor, který může být přívěsný (4-SBK-62,5) nebo polonesený (4-SaBP-62,5), a z kolového traktoru Z 50. Nejvýhodnější pracovní rychlosti ($5,5 \text{ km h}^{-1}$) odpovídá čtvrtý redukováný převodový stupeň. Tahový

pracovní odpor sázeče je 780–980 kp. Tomu odpovídá měrný pracovní tahový odpor agregátu bez náplně zásobní skříně (κ_1) 280–360 kp m⁻¹. Při výpočtu bude použito střední hodnoty $\kappa_1 = 320$ kp m⁻¹.

Kinematické prvky sázecího agregátu jsou příznivé a dosahují těchto hodnot: poloměr otáčení agregátu $R = 3,87$ m; kinematická délka agregátu $e = 3,87$ m. Agregát se pohybuje člunkovým způsobem, který nejlépe vyhovuje organizačním a technologickým požadavkům mechanizovaného sázení brambor. Délka jízdy naprázdno při jedné smyčkové otáčce (l_x) je 31 m. Technologickou obsluhu zajišťuje buď řidič agregátu, nebo pracovníci určení k plnění zásobníků mechanizačními prostředky, popř. prostředky urychlujícími jejich plnění. Při použití těchto prostředků není čas trvání technologické obsluhy závislý na velikosti zásobní skříně. Proto budeme předpokládat, že t_o je konstantní. Čas trvání technologické obsluhy bude v rozmezí 50–300 s.

2. ROZBOR A STANOVENÍ OPTIMÁLNÍ NEBO VÝHODNÉ VELIKOSTI OBSAHU ZÁSOBNÍ SKŘÍNĚ SÁZEČŮ BRAMBOR Z HLEDISKA VÝKONNOSTI

Hodinovou výkonnost agregátu ve funkci délky pracovní jízdy mezi technologickými zastávkami lze vyjádřit vztahem:

$$W_h = f(l) = 0,36 \cdot b \cdot n \cdot v_{s(l)} \cdot \tau(l)^* \quad (\text{ha h}^{-1}) \quad (1)$$

Z rovnice (1) je zřejmé, že při dané sestavě agregátu bude jeho výkonnost ovlivňována střední pracovní rychlostí agregátu v_s a součinitelem využití prováděcího (produktivního) času τ .

2.1 VYJÁDRĚNÍ A ROZBOR STŘEDNÍ PRACOVNÍ RYCHLOSTI AGREGÁTU

Se změnou obsahu zásobní skříně se u daného agregátu (při $f_s, h, b, n = \text{konst.}$) mění podle přímé závislosti délka pracovní jízdy mezi technologickými obsluhami a dochází ke změně tahového odporu agregátu. Změnu odporu agregátu lze charakterizovat změnou středního měrného odporu agregátu (κ_s). Změnu $\kappa_s = f(l)$ lze vyjádřit vztahem:

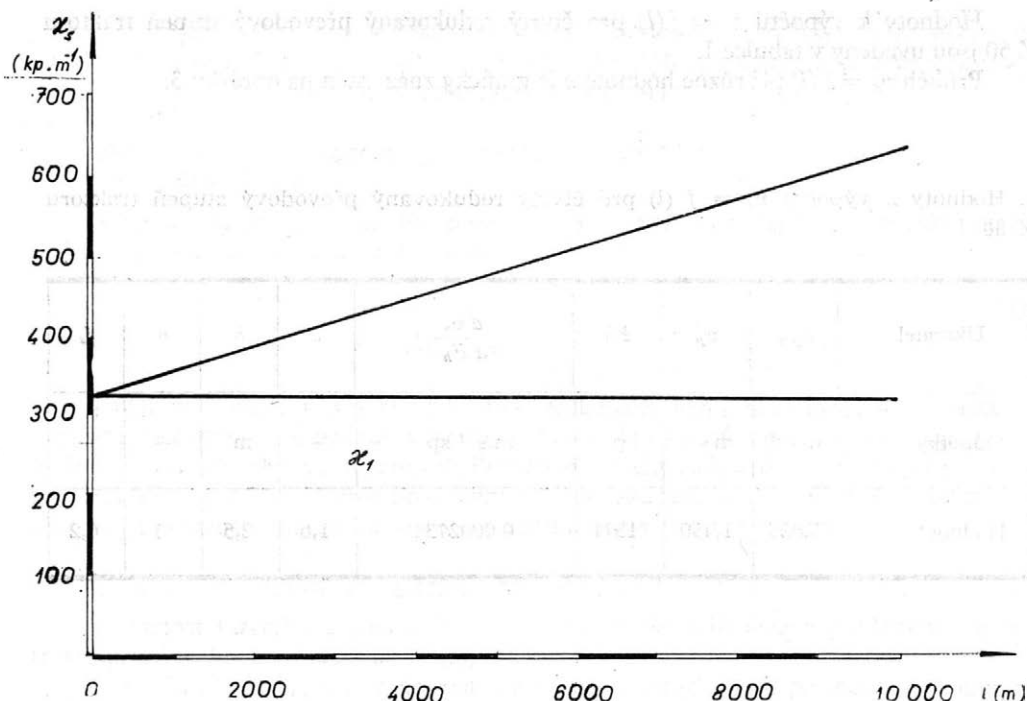
$$\kappa_s = \kappa_1 + l \frac{h \cdot f_s}{c \cdot 10^4} \quad (\text{kp m}^{-1}) \quad (2)$$

S rostoucí délkou pracovní jízdy mezi technologickými obsluhami se lineárně zvyšuje κ_s , a tím i pracovní tahový odpor agregátu. Grafický průběh $\kappa_s = f(l)$ pro sázecí agregát je znázorněn na obrázku 1.

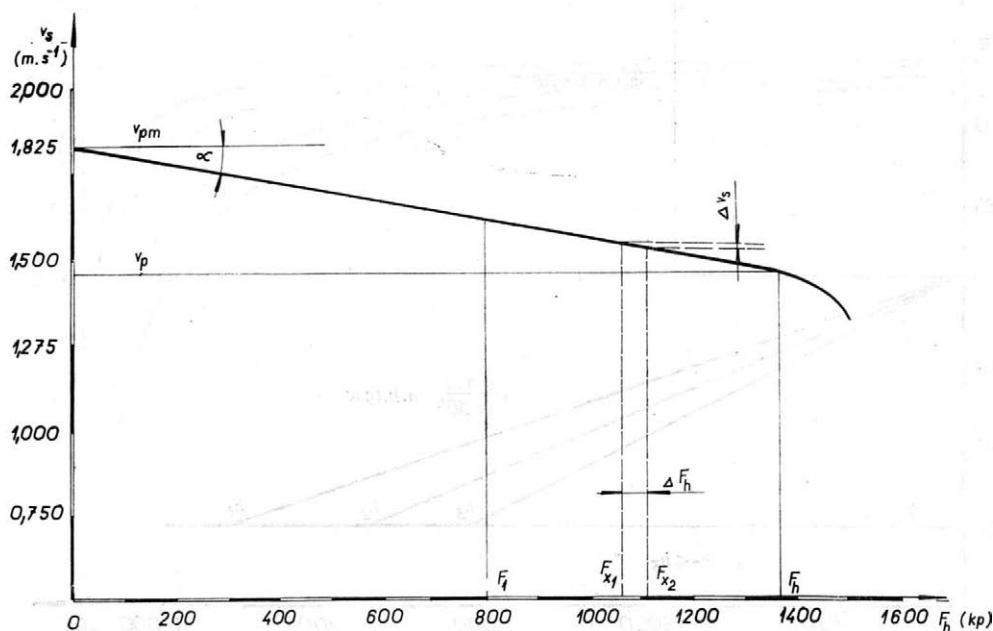
Při změně tahového odporu dochází k změně pracovní rychlosti agregátu. Střední pracovní rychlost $v_s = f(l)$ lze z průběhu $v_p = f(F_h)$ vyjádřit vztahem:

$$\begin{aligned} v_s = f(l) &= v_{pm} - \left(\kappa_1 + \frac{l \cdot h \cdot f_s}{c \cdot 10^4} \right) \cdot n \cdot b \frac{dv_s}{dF_h} = \\ &= v_{pm} - \left(\kappa_1 + \frac{l \cdot h \cdot f_s}{c \cdot 10^4} \right) \cdot b \cdot n \cdot \text{tg} \alpha \quad (\text{m s}^{-1}) \end{aligned} \quad (3)$$

* Seznam použitých označení viz na str. 462–463.



1. Grafický průběh $x_s = f(l)$ pro sázeč agregát ($x_1 = 320$; $h = 2500$; $c = 1,6$; $f_s = 0,2$)



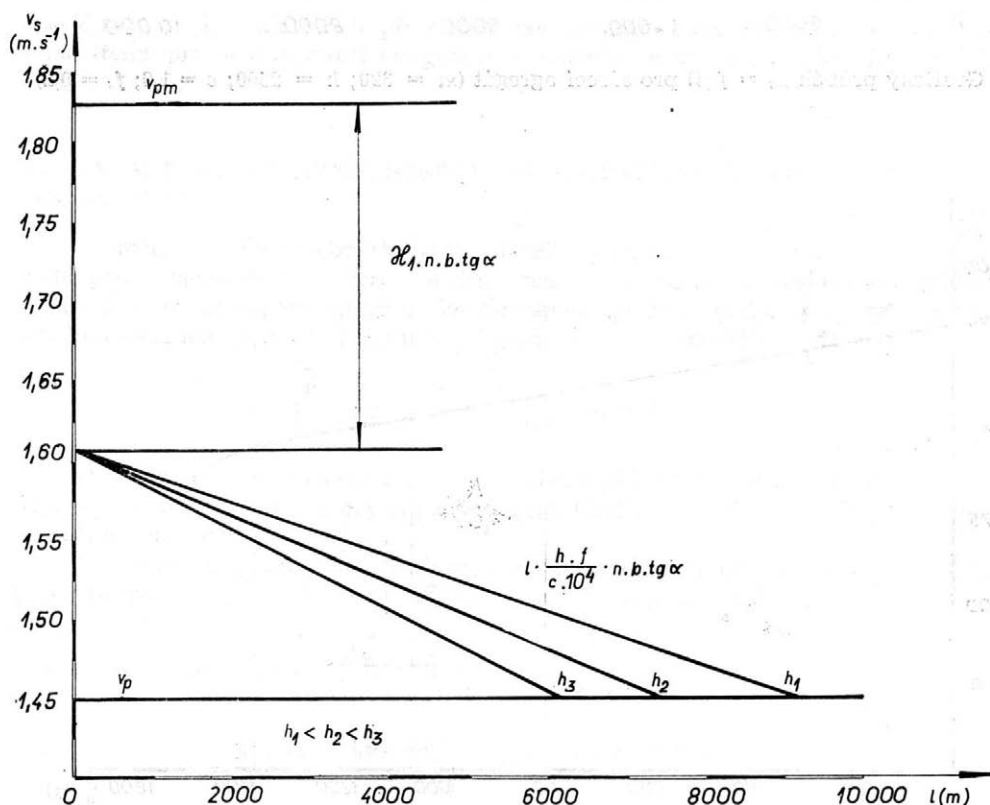
2. Průběh $v_p = f(F_h)$ pro IV. redukováný převodový stupeň traktoru Zetor 50

Hodnoty k výpočtu $v_s = f(l)$ pro čtvrtý redukovaný převodový stupeň traktoru Z 50 jsou uvedeny v tabulce I.

Průběh $v_s = f(l)$ při různé hodnotě h je graficky znázorněn na obrázku 3.

I. Hodnoty k výpočtu $v_s = f(l)$ pro čtvrtý redukovaný převodový stupeň traktoru Z 50

Ukazatel	v_{pm}	v_p	Fh	$\frac{dv_s}{dFh}$	c	b	n	f_s
Jednotky	$m \cdot s^{-1}$	$m \cdot s^{-1}$	kp	$m \cdot s^{-1} \cdot kp^{-1}$	—	m	—	—
Hodnota	1,825	1,450	1371	0,0002734	1,6	2,5	1	0,2



3. Grafický průběh $v_s = f(l)$ při různé hodnotě h

Z průběhu $v_s = f(l)$ je zřejmé, že s rostoucí hodnotou l se snižuje střední pracovní rychlost agregátu. Maximální hodnota l je na daném převodovém stupni omezena pracovní rychlostí při jmenovitém výkonu traktoru na háku (v_p).

2.2 VYJÁDRĚNÍ A ROZBOR SOUČiniteLE VYUŽITÍ PROVÁDĚCÍHO ČASU

Součinitel využití prováděcího (produktivního) času τ , vyjádřený z času cyklu mezi technologickými zastávkami, je dán vztahem:

$$\tau = \frac{l}{1 + k_2 + k_3 + \frac{l_x}{L \cdot \xi} + \frac{v_s(l)}{l} \cdot t_0} \quad (4)$$

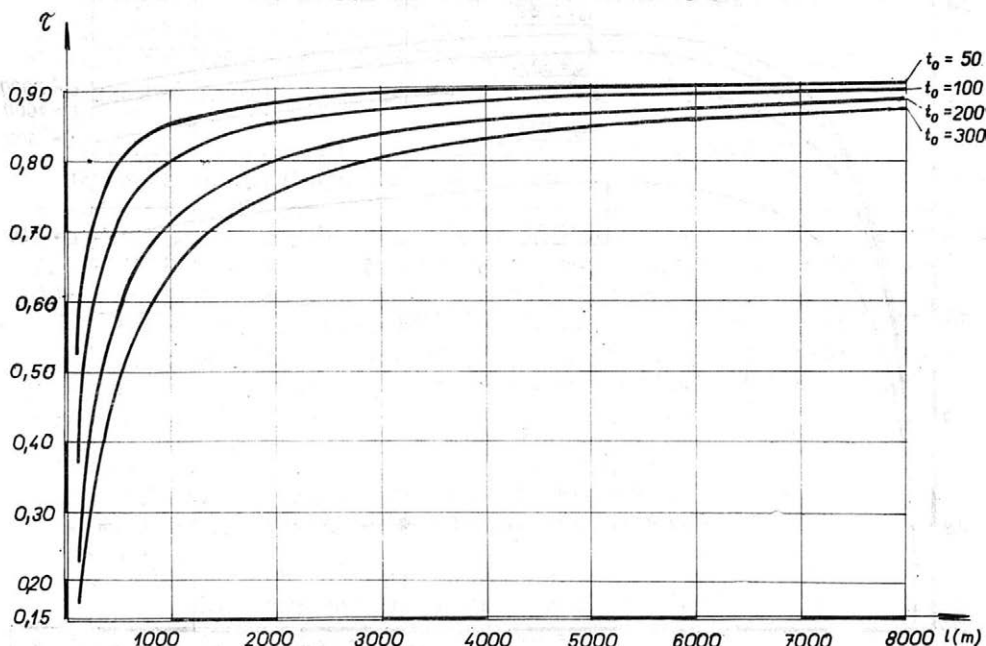
S rostoucí délkou pracovní jízdy mezi technologickými zastávkami se hodnota τ zvyšuje; zpočátku velmi prudce, při větších hodnotách l je růst pomalejší a při velkých hodnotách l limituje ke své asymptotě. Průběh je graficky znázorněn na obrázku 4.

Průběh $\tau = f(l)$ ovlivňuje především hodnota součinu $t_0 \cdot v_s(l)$. Čím je hodnota tohoto součinu menší, tím tato funkce stoupá prudčeji a součinitel τ se zvyšuje.

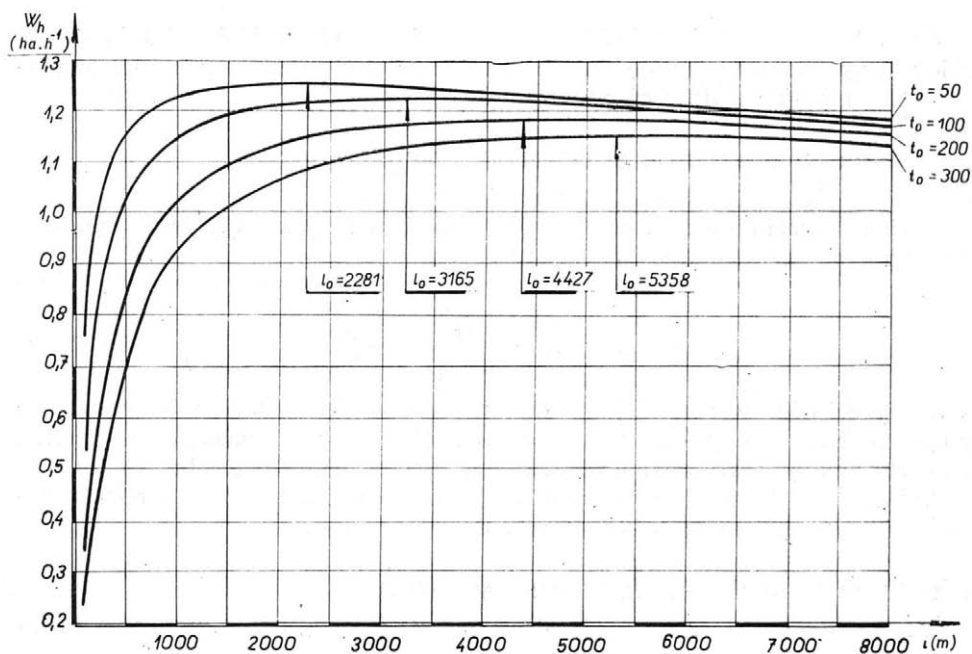
2.3 ROZBOR VÝKONNOSTI SÁZECÍHO AGREGÁTU

Výkonnost sázecího agregátu (při dané sestavě) je ovlivňována především časem trvání právě technologické zastávky (t_0).

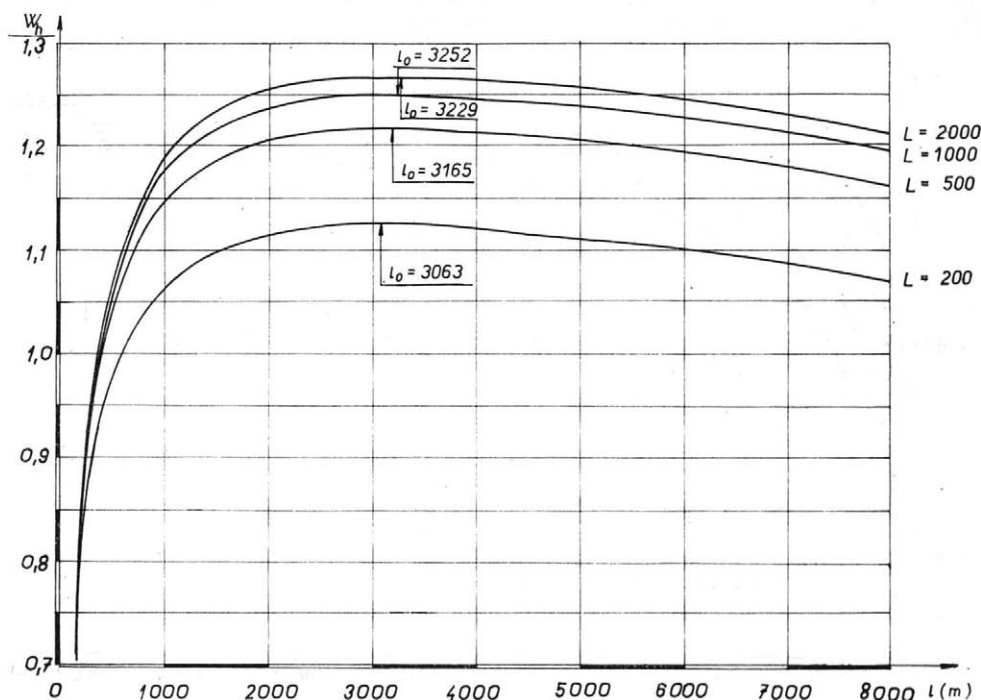
Z průběhu $W_h = f(l)$, graficky znázorněného na obrázku 5, je patrné, že výkonnost sázecího agregátu dosahuje extrémní hodnoty (maxima), při které je délka pracovní jízdy mezi technologickými zastávkami optimální (l_0). Počáteční růst dané funkce je tím prudší, čím nižší je hodnota t_0 . S rostoucí hodnotou t_0 je počáteční růst funkce $W_h = f(l)$ mírnější, ale hodnota l_0 se podstatně zvyšuje.



4. Grafický průběh $\tau = f(l)$ sázecího agregátu při různé hodnotě t_0 ($L = 500$; $k_2 + k_3 = k = 0,03$; $\xi = 1$; $h = 2500$; $x_1 = 320$)



5. Grafický průběh $W_h = f(l)$ pro různé hodnoty t_0 ($L = 500$; $\kappa_1 = 320$; $h = 2500$; $\xi = 1$; $k = 0,03$)



6. Grafický průběh $W_h = f(l)$ při různé hodnotě L ($t_0 = 100$; $h = 2500$; $\kappa_1 = 320$)

Se změnou pracovní délky pozemku (L) se optimální hodnota podstatně nemění (obr. 6). Výkonnost při dané organizaci práce se při zvýšení pracovní délky pozemku zvyšuje z její nízké hodnoty ($L = 200$ m) na střední ($L = 500$ m). Při dalším zvyšování L se výkonnost zvyšuje celkem nepatrně.

Skutečná délka pracovní jízdy mezi následujícími technologickými obsluhami (l_s) je poměrně nízká a dosahuje hodnoty 384 m ($h = 3000$; $g = 180$ kg; $\rho = 0,8$) až 567 m ($h = 2000$). Při nízké hodnotě l a vyšší hodnotě t_0 dosahuje agregát poměrně nízké výkonnosti. Podstatné zvýšení výkonnosti lze zajistit dvěma opatřeními:

a) Snížením času trvání technologické obsluhy použitím prostředků urychlujících technologickou obsluhu.

b) Zvětšením obsahu zásobní skříně.

Z grafu 5 je zřejmé, že čím delší je čas trvání jedné technologické obsluhy, tím větší je přírůstek výkonnosti při optimální hodnotě (l_0). Při delším času t_0 je proto výhodné zvětšovat obsah zásobní skříně. Při klesající hodnotě t_0 je přírůstek výkonnosti při l_0 proti l_s menší. Zároveň se snižuje i hodnota l_0 a tudíž i optimální velikost zásobní skříně. Při podstatném snížení času trvání technologické zastávky ($t_0 = 50 - 100$ s) dosahuje sázecí agregát poměrně vysoké hodnoty výkonnosti při částečně zvýšeném obsahu zásobní skříně. Rozborem docházíme k těmto závěrům:

1. Podstatného zvýšení výkonnosti sázecího agregátu lze dosáhnout podstatným snížením času trvání technologické obsluhy a větším obsahem zásobní skříně.

2. Optimálního obsahu zásobní skříně sázecího agregátu se dosahuje při poměrně vysokých hodnotách l_0 . V oblasti optimální hodnoty l_0 se výkonnost v dosti širokém rozsahu l podstatně nemění, což umožňuje (na základě teoretického rozboru) snížit obsah zásobní skříně na výhodný proti obsahu optimálnímu, bez podstatného snížení výkonnosti agregátu (výhodný obsah zásobní skříně je při takové hodnotě l , při které se dosahuje téměř maximální výkonnosti a při jejímž zvyšování se výkonnost již podstatně nemění).

3. Při snížení času technologické obsluhy na 50 – 100 s a při výhodně zvětšeném obsahu zásobní skříně dosahuje sázecí agregát vysoké hodinové výkonnosti. Výhodný obsah zásobní skříně je možno stanovit při $l = 800 - 1000$ m. Této hodnotě l odpovídá obsah zásobních skříní (při $h = 2500$; $b = 2,5$) 625 – 780 kg, obsah jednoho zásobníku 312,5 – 390 kg.

4. Při $t_0 = 200 - 300$ s se ukazuje výhodný obsah zásobní skříně při $l = 1500 - 2000$ m. Této délce l odpovídá obsah zásobních skříní 1172 – 1560 kg, obsah jednoho zásobníku 586 – 780 kg.

5. Podstatného zvýšení výkonnosti se dosáhne snížením času trvání technologické obsluhy ze 300 na 100 s a zvětšením obsahu zásobní skříně ze 180 na 390 kg. U čtyřřádkového sázecího bramboru se výkonnost zvýší o 0,51 ha h^{-1} .

6. Zvýšení obsahu zásobní skříně na výhodnou velikost při nejvhodnějším způsobu technologické obsluhy ($t_0 = 100$, $g = 312,5 - 390$) neovlivňuje koncepci strojů, ale podstatně ovlivňuje vzrůst výkonnosti a dosažení vhodnějších ekonomických ukazatelů.

3. STANOVENÍ A ROZBOR OPTIMÁLNÍ VELIKOSTI ZÁSOBNÍ SKŘÍNĚ SÁZEČŮ BRAMBOR Z HLEDISKA PŘÍMÝCH NÁKLADŮ

Přímé náklady, vztažené na jednotku výkonnosti (Kčs ha^{-1}), jsou hlavním ekonomickým ukazatelem; lze podle nich hodnotit společenskou efektivnost mechanizačních prostředků a umožňují stanovit kritéria optimálnosti. Přímé náklady na sázecí agregát jsou obecně dány vztahem:

$$N_{sa} = N_t + N_s + N_m + N_u \text{ (Kčs ha}^{-1}\text{)} \quad (5)$$

Náklady na základní materiál nejsou ve vztahu zahrnuty, neboť se u jednotlivých případů nemění.

3.1 VYJÁDŘENÍ A ROZBOR PŘÍMÝCH NÁKLADŮ NA ENERGETICKÝ ZDROJ (TRAKTOR) VE FUNKCI UJETÉ PRACOVNÍ DRÁHY MEZI DVĚMA NÁSLEDUJÍCÍMI TECHNOLOGICKÝMI ZASTÁVKAMI

Náklady na energetický zdroj jsou pomocí nákladové konstanty vyjádřeny vztahem:

$$N_t = \frac{Q_h}{W_h} \cdot a_t = Q_{ha} \cdot a_t \text{ (Kčs ha}^{-1}\text{)} \quad (6)$$

Nákladová konstanta pro Z 50 podle zprávy 918/66(12) je 5,95 Kčs kg⁻¹.

$$Q_h = \frac{Q_p \cdot t_p + Q_x \cdot t_x + Q_o \cdot t_z}{t_c} \text{ (kg h}^{-1}\text{)} \quad (7)$$

$$t_c = t_p + t_x + t_o + t_2 \text{ (s)} \quad (8)$$

$$t_p = \frac{l}{v_s}; \quad t_x = \frac{l_x \cdot l}{v_s \cdot L} = \frac{l_x}{L} \cdot t_p; \quad (v_s = v_x)$$

$$t_z = t_o + t_2; \quad t_2 = t_p \cdot k; \quad k = k_2 + k_3$$

II. Základní hodnoty k výpočtu nákladů na traktor

l	g	v_s	t_p	t_x	t_2	κ_1	R_a	R_x	Q_p	Q_x
0	—	1,606	—	—	—	—	—	—	—	—
100	78,125	1,604	62,34	3,741	1,870	323,125	807,81	167,81	7,71	5,75
200	156,25	1,602	124,84	7,490	3,745	326,150	816,25	175,625	7,73	5,78
400	312,50	1,597	250,47	15,028	7,514	332,50	831,25	191,25	7,78	5,82
500	390,625	1,595	313,48	18,809	9,404	335,625	839,06	199,06	7,80	5,84
600	468,75	1,593	376,65	22,599	11,300	338,75	846,875	206,87	7,83	5,86
800	625,0	1,589	503,46	30,208	15,104	345,00	862,50	222,5	7,87	5,91
1000	781,25	1,584	631,31	37,879	18,939	351,25	878,125	238,125	7,93	5,96
1500	1171,875	1,574	952,99	57,179	28,590	366,875	917,187	277,875	8,05	6,08
2000	1562,50	1,563	1279,59	76,775	38,388	382,50	956,25	316,25	8,19	6,19
2500	1953,125	1,552	1610,82	96,649	48,325	398,125	995,31	355,31	8,33	6,31
3000	2343,75	1,542	1945,53	116,732	58,366	413,75	1034,37	390,375	8,49	6,42
4000	3125,0	1,520	2631,58	157,895	78,947	445,50	1113,75	473,75	8,96	6,66
5000	3906,25	1,499	3335,56	200,134	100,067	476,25	1190,62	550,625	9,45	6,90

Dosažené hodnoty: $G_s = 800 \text{ kg}$; $f_s = 0,2$; $\kappa_1 = 320 \text{ kp m}^{-1}$; $h = 2500 \text{ kg ha}^{-1}$;

$c = 1,6$; $b = 2,5 \text{ m}$; $n = 1$; $L = 500 \text{ m}$;

$l_x = 31 \text{ m}$; $k = 0,03$.

III. Hodnoty $Q_{ha} = f(l)$ pro jednotlivé hodnoty t_o

l	$t_o = 50$		$t_o = 100$		$t_o = 200$		$t_o = 300$	
	W_h	Q_{ha}	W_h	Q_{ha}	W_h	Q_{ha}	W_h	Q_{ha}
m	ha h ⁻¹	kg ha ⁻¹	ha h ⁻¹	kg ha ⁻¹	ha h ⁻¹	kg ha ⁻¹	ha h ⁻¹	kg ha ⁻¹
100	0,7629	6,0416	0,5359	6,4846	0,3359	7,3733	0,2444	8,2696
200	0,9673	5,8409	0,7624	6,0632	0,5356	6,5071	0,4128	6,9511
400	1,1145	5,7838	0,9651	5,8949	0,7611	6,1169	0,6282	6,3399
500	1,1488	5,7839	1,0188	5,8723	0,8307	6,0503	0,7012	6,2285
600	1,1725	5,7975	1,0576	5,8720	0,8844	6,0200	0,7600	6,1676
800	1,2024	5,8237	1,1098	5,8789	0,9616	5,9899	0,8483	6,1010
1000	1,2193	5,8747	1,1419	5,9193	1,0133	6,0084	0,9108	6,0969
1500	1,2399	5,9869	1,1854	6,0169	1,0898	6,0741	1,0083	5,9145
2000	1,24591	6,1253	1,2043	6,1472	1,1287	6,1922	1,0621	6,2588
2500	1,24594	6,2697	1,2085	5,3078	1,1469	6,3424	1,0913	6,3770
3000	1,2439	6,4272	1,2159	6,4421	1,1637	6,4705	1,1154	6,5014
4000	1,2335	6,8707	1,2127	6,8820	1,17319	6,9041	1,1363	6,8864
5000	1,2209	7,3383	1,2046	7,3469	1,17317	7,3649	1,1434	7,3825

Základní hodnoty k výpočtu nákladů jsou uvedeny v tabulce II.

Hodnoty Q_p a Q_x byly pro jednotlivé odpory zjišťovány z tahové charakteristiky. Hodnota $Q_o = 0,8 \text{ kg h}^{-1}$. Pracovní tahový odpor R_a a odpor při nepracovním zatížení R_x byl vyjádřen vztahem:

$$R_a = \kappa_s \cdot b; \quad R_x = G_s \cdot f_s + \frac{b \cdot h \cdot f_s \cdot l}{c \cdot 10^4} \quad (\text{kp})$$

Hodnoty hodinové výkonnosti a hektarové spotřeby paliva jsou uvedeny v tabulce III.

Z této tabulky jsou zřejmé extrémní hodnoty jednotlivých funkcí, které se podstatně liší. Výkonnost má maximum při poměrně velké hodnotě l . Hektarová spotřeba paliva má minimum při poměrně nižších hodnotách l . Hektarová spotřeba paliva přímo ovlivňuje velikost nákladů na zdroj energie. Průběh $N_t = f(l)$ pro jednotlivé hodnoty t_o je znázorněn na obrázku 7. Vypočtené hodnoty N_t jsou uvedeny v tabulce V.

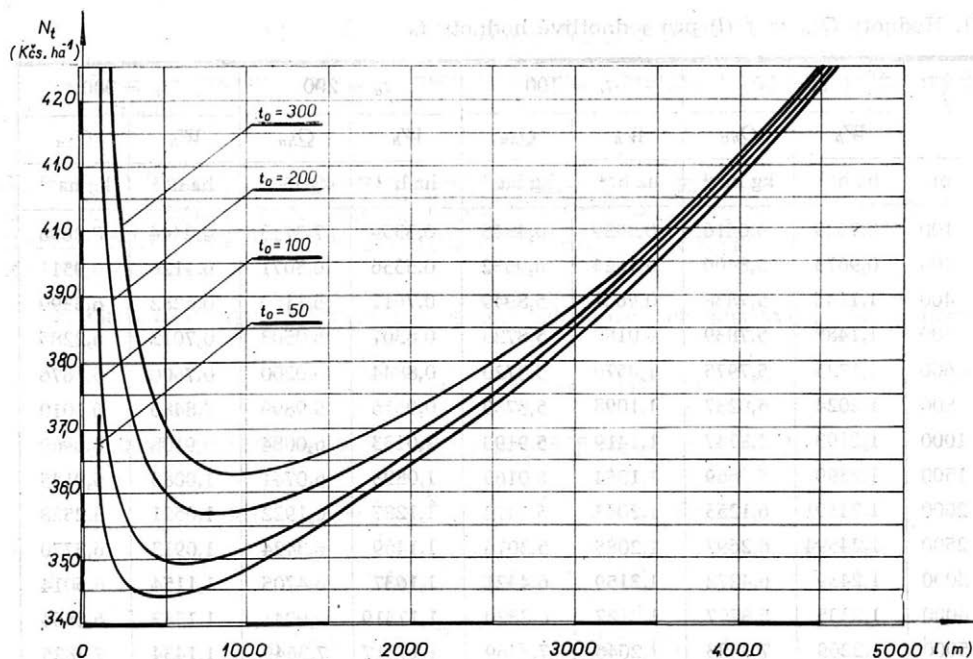
Z grafického znázornění průběhu $N_t = f(l)$ je zřejmé, že čím nižší je hodnota času technologické obsluhy, tím nižší jsou (při dané hodnotě l) přímé náklady na energetický zdroj a tím nižší je hodnota délky pracovní jízdy mezi technologickými zastávkami, při které jsou tyto náklady minimální.

3.2 VYJÁDRĚNÍ A ROZBOR $N_s = f(l)$

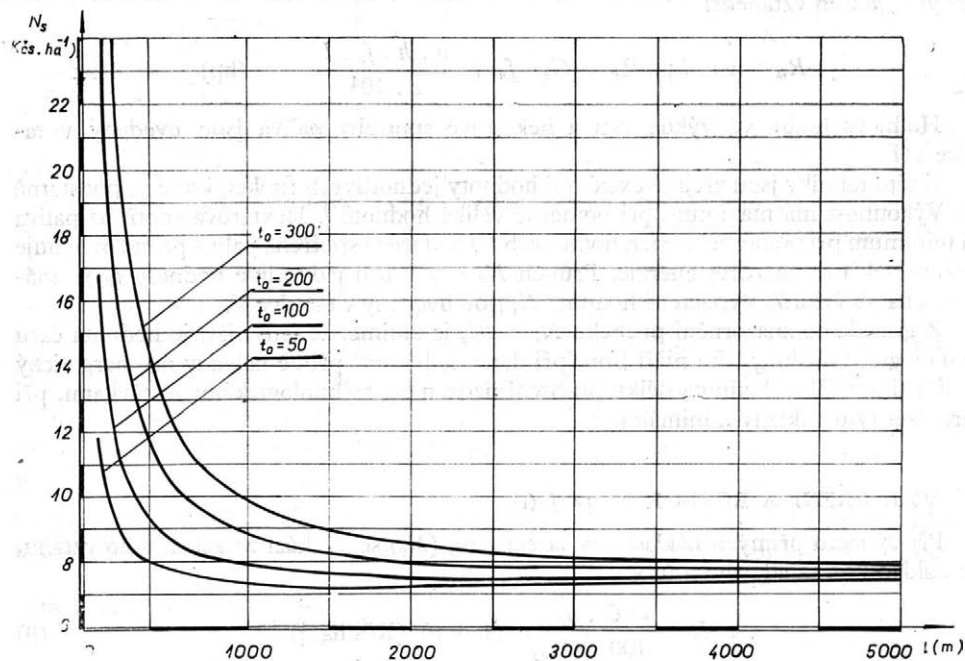
Při výpočtu přímých nákladů na sázecí stroj (N_s) se vychází ze základního vztahu, bez nákladů na skladování a úrok.

$$N_s = \frac{C \cdot a_s}{100 \cdot W_{sez}} (1 + o) \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (9)$$

$$W_{sez} = M \cdot W_{h(l)}$$



7. Grafický průběh $N_t = f(l)$ při různé hodnotě t_0



8. Grafický průběh $N_s = f(l)$

IV. Tabulka hodnot W_{sez} a $N_s = f(l)$ pro jednotlivé hodnoty t_o

l	$t_o = 50$		$t_o = 100$		$t_o = 200$		$t_o = 300$	
	W_{sez}	N_s	W_{sez}	N_s	W_{sez}	N_s	W_{sez}	N_s
100	91,548	11,7820	64,248	16,7949	40,308	26,7699	29,328	36,7921
200	116,076	9,2960	91,488	11,7943	64,272	16,7886	49,536	21,7829
400	133,74	8,0682	115,812	9,3172	91,332	11,8145	75,384	14,3139
500	137,856	7,8273	122,256	8,8261	99,684	10,8246	84,144	12,8237
600	140,70	7,6691	126,912	8,5023	106,128	10,1673	91,200	11,8316
800	144,288	7,4784	133,176	8,1024	115,392	9,3511	101,795	10,6000
1000	146,316	7,3747	137,028	7,8746	121,596	8,8740	109,296	9,8726
1500	148,788	7,2522	142,248	7,5856	130,776	8,2511	120,996	8,9180
2000	149,509	7,2172	144,516	7,4666	135,444	7,9667	127,452	8,4662
2500	149,513	7,2170	145,020	7,4406	137,628	7,8403	130,956	8,2397
3000	149,268	7,2289	145,908	7,3953	139,644	7,7271	133,948	8,0557
4000	148,020	7,2898	145,524	7,4149	140,783	7,6646	136,356	7,9134
5000	146,508	7,3651	144,552	7,4647	140,780	7,6647	137,208	7,8643
Dosazené hodnoty: $C = 8430$ Kčs; $a_s = 8 \%$; $o_s = 0,6$; $M = 120$ h								

Hodnoty W_{sez} a $N_s = f(l)$ pro jednotlivé hodnoty t_o jsou uvedeny v tabulce IV. Z vypočtených hodnot je na obrázku 8 graficky znázorněn průběh $N_s = f(l)$.

Funkce $N_s = f(l)$ probíhá podle rovnose hyperboly. Při malých hodnotách l jsou náklady vysoké. S rostoucí její hodnotou se náklady snižují a při velkých hodnotách l limitují ke své asymptotě. Při dané hodnotě l jsou náklady na stroj tím větší, čím větší je hodnota t_o .

3.3 VYJÁDRĚNÍ A ROZBOR NÁKLADŮ NA MZDY A DENNÍ ÚDRŽBU AGREGÁTU

Sázecí agregát nevyžaduje při práci pomocníka. Osádku agregátu tvoří jen traktorista, který je zařazen do VI. třídy TKK.

Náklady na mzdu jsou vyjádřeny vztahem:

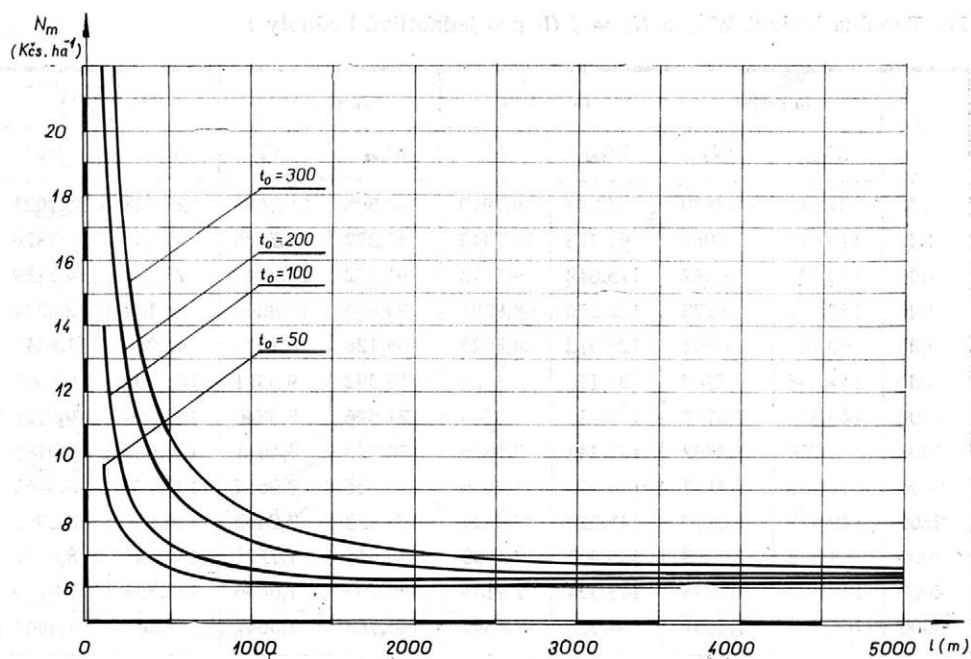
$$N_m = \frac{n_1 \cdot f_1}{W_h(l)} (1 + p) \quad (\text{Kčs ha}^{-1}) \quad (10)$$

Průběh $N_m = f(l)$ je graficky znázorněn na obrázku 9.

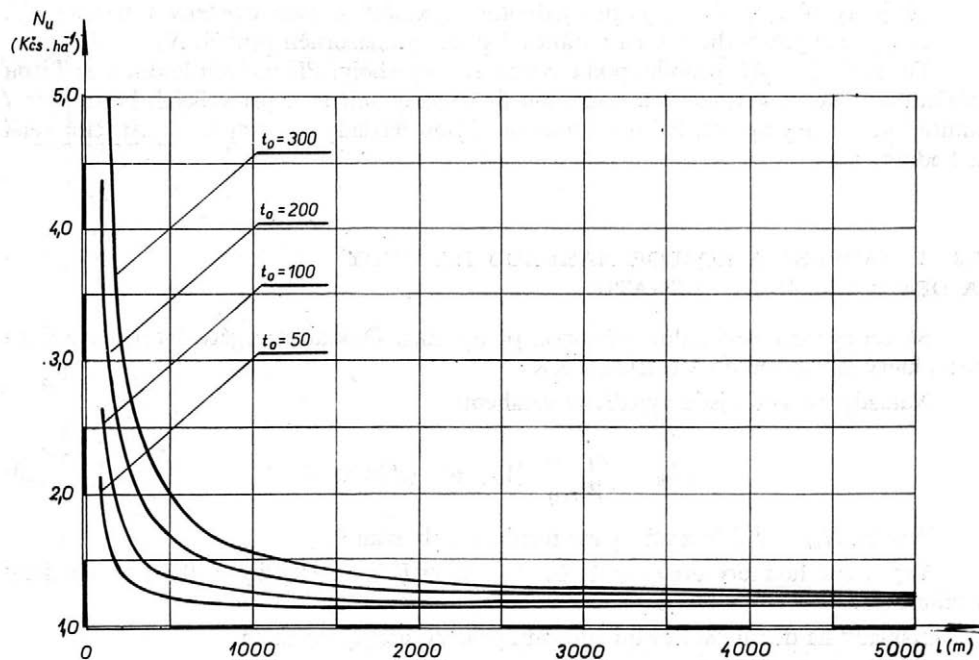
Vypočtené hodnoty při $n_1 = 1$; při $f_1 = 6,85$ Kčs ha⁻¹; při $p = 0,1$ jsou uvedeny v tabulce V.

Náklady na denní ošetřování agregátu jsou vyjádřeny vztahem:

$$N_u = \frac{(t_{ut} + t_{us}) f_1 \cdot n_1}{W_h \cdot T_1} (1 + p) \quad (\text{Kčs h}^{-1}) \quad (11)$$



9. Grafický průběh $N_m = f(l)$



10. Grafický průběh $N_u = f(l)$

Vypočtené hodnoty při $t_{ut} = 1,17$ h; při $t_{us} = 0,33$ h; při $T_1 = 8$ h jsou uvedeny v tabulce V. Průběh je graficky znázorněn na obrázku 10.

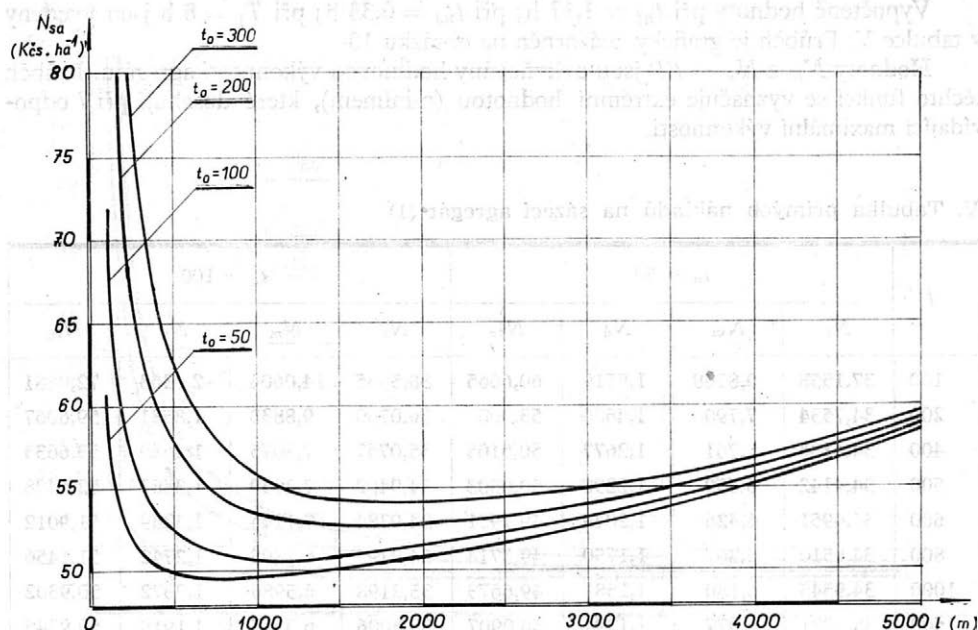
Hodnoty N_m a $N_u = f(l)$ jsou ovlivňovány hodinovou výkonností agregátu. Průběh těchto funkcí se vyznačuje extrémní hodnotou (minimem), které dosahují při l odpovídající maximální výkonnosti.

V. Tabulka přímých nákladů na sázecí agregát (1)

l	$t_o = 50$				$t_o = 100$			
	N_t	N_m	N_u	N_{sa}	N_t	N_m	N_u	N_{sa}
100	37,1558	9,8768	1,8519	60,6665	38,5965	14,0604	2,6363	72,0881
200	34,7534	7,790	1,4606	53,300	36,0760	9,8833	1,8531	59,6067
400	34,4136	6,761	1,2677	50,5105	35,0747	7,8075	1,4639	53,6633
500	34,4142	6,559	1,2298	50,0303	34,9402	7,3959	1,3867	52,5488
600	34,4951	6,426	1,2049	49,7951	34,9384	7,1246	1,3359	51,9012
800	34,6510	6,267	1,1750	49,5714	34,9795	6,7895	1,2742	51,1456
1000	34,9545	6,180	1,1581	49,6673	35,2198	6,5986	1,2372	50,9302
1500	35,6221	6,077	1,1394	50,0907	35,8006	6,3565	1,1918	50,9345
2000	36,4455	6,0477	1,1340	50,8444	36,5758	6,2567	1,1731	51,4722
2500	37,3047	6,0476	1,1339	51,7032	37,5314	6,2350	1,1691	52,3761
3000	38,2418	6,058	1,1358	52,6645	38,3305	6,1970	1,1619	53,0847
4000	40,8807	6,109	1,1454	55,4249	40,9479	6,2134	1,165	55,7412
5000	43,6629	6,172	1,1572	58,3572	43,7141	6,2552	1,1728	58,6068

V. Tabulka přímých nákladů na sázecí agregát (2)

l	$t_o = 200$				$t_o = 300$			
	N_t	N_m	N_u	N_{sa}	N_t	N_m	N_u	N_{sa}
100	43,8711	22,432	4,2064	97,2794	49,2041	30,8306	5,7807	122,6075
200	38,7172	14,068	2,6377	72,2115	41,3590	18,2534	3,4225	84,8178
400	36,3956	9,900	1,8562	59,9663	37,7224	11,9946	2,2490	66,1899
500	35,9993	9,071	1,7006	57,5955	37,0596	10,7459	2,0148	62,644
600	35,8190	8,520	1,5975	56,1038	36,6972	9,9145	1,8590	60,3025
800	35,6399	7,836	1,4692	54,2962	36,3010	8,8825	1,6655	57,449
1000	35,7500	7,436	1,3943	53,4543	36,2766	8,2729	1,5512	55,9734
1500	36,1409	6,914	1,2965	52,6025	36,6153	7,473	1,4012	54,3735
2000	36,8436	6,676	1,2517	52,7380	37,2399	7,0944	1,3302	54,1307
2500	37,7373	6,570	1,2319	53,3795	37,9432	6,9046	1,2946	54,3821
3000	38,4995	6,475	1,2140	53,9156	38,6833	6,7554	1,2666	54,7610
4000	41,0794	6,423	1,2043	56,3713	41,2041	6,6212	1,2433	56,7620
5000	43,8212	6,423	1,2043	59,1132	43,9259	6,5900	1,2356	59,6158



11. Grafický průběh $N_{sa} = f(l)$ pro různé hodnoty t_0

3.4 STANOVENÍ A ROZBOR OPTIMÁLNÍ DÉLKY PRACOVNÍ JÍZDY MEZI TECHNOLOGICKÝMI ZASTÁVKAMI Z HLEDISKA NÁKLADŮ

Rozhodujícím kritériem k stanovení optimální hodnoty z hlediska nákladů (l'_0) jsou přímé náklady na sázecí agregát, vyjádřené vztahem (5). Tyto náklady jsou uvedeny v tabulce V, a průběh graficky znázorněn na obrázku 11.

Funkce $N_{sa} = f(l)$ má extrémní hodnotu danou minimem přímých nákladů na sázecí agregát. Při minimálních nákladech dané funkce dosahuje délka pracovní dráhy

VI. Tabulka optimálních hodnot l a ukazatelů přímých nákladů

t_0	l'_0	N_{sa_0}	$\frac{N_{sa}}{(l = 500)}$	ΔN	ZN	W_{sez_0}	U_{NR}	$UNŽ$
s	m	Kčs ha ⁻¹	Kčs ha ⁻¹	Kčs ha ⁻¹	%	ha sez ⁻¹	Kčs R ⁻¹	Kčs Ž ⁻¹
50	840	49,57	50,03	0,46	0,92	145	66,7	800,4
100	1200	50,93	52,548	1,618	3,08	139	224,9	2698,8
200	1600	52,6	57,595	4,955	8,67	131	654,3	78551,6
300	1900	54,13	62,644	8,514	13,59	127	1081,3	12975,6
$\Delta N = N_{sa} - N_{sa_0}; \quad ZN = \frac{\Delta N}{N_{sa_0}} \cdot 100; \quad U_{NR} = \Delta N \cdot W_{sez}; \quad UNŽ = U_{NR} \cdot \check{Z}_r;$ $\check{Z}_r = 12$								

mezi technologickými obsluhami optimální hodnoty (l'_o). Velikost přímých nákladů na sázecí agregát je kromě hodnoty l ovlivňována i organizací technologické obsluhy, charakterizovanou hodnotou t_o .

Snížení přímých nákladů na sázecí agregát lze zajišťovat stejnými opatřeními, která jsou uvedena v rozboru výkonnosti, a to snižováním doby technologické obsluhy a zvyšováním obsahu zásobní skříně.

Optimální hodnoty l a ukazatele přímých nákladů jsou uvedeny v tabulce VI.

V oblasti minima nákladů se přímé náklady v určitém omezeném rozmezí l podstatně nemění, což umožňuje určitou úpravu na výhodný obsah zásobní skříně.

4. ZÁVĚRY

V práci je řešena optimální a výhodná velikost obsahu zásobní skříně z hlediska výkonnosti a přímých nákladů na sázecí agregát. Nebyla sledována otázka nejvýhodnějšího způsobu technologické obsluhy.

Jednotliví činitelé výkonnosti a přímých nákladů jsou vyjádřeni ve funkci délky pracovní dráhy mezi dvěma technologickými obsluhami (l). Tato délka pracovní jízdy l charakterizuje obsah zásobní skříně. Z hodnot a průběhu W_h , $N_{sa} = f(l)$ jsou z hlediska jejich extrémních hodnot vyvozeny tyto závěry:

1. Při optimalizaci parametrů strojů a agregátů je opomíjen jeden z důležitých konstrukčních a provozních prvků — velikost obsahu zásobní skříně. Z uskutečněného rozboru vyplývá, že obsah zásobníků dosavadních sázečů brambor je malý, neumožňuje dosáhnout maximální efektivity agregátu a často velmi ztěžuje organizaci a plynulost práce.

2. Optimálního obsahu zásobních skříní sázečů brambor z hlediska výkonnosti se dosahuje při poměrně vysokých hodnotách l . V oblasti hodnoty l_o se výkonnost sázecího agregátu v dosti širokém rozsahu l podstatně nemění. To umožňuje (na základě rozboru) volbu výhodného obsahu zásobních skříní, aniž by se podstatně snížila výkonnost agregátu. Optimální velikosti obsahu zásobních skříní z hlediska nákladů je dosahováno při podstatně nižších hodnotách l než z hlediska výkonnosti.

3. Z hlediska výkonnosti a přímých nákladů lze výhodný obsah zásobních skříní sázečů brambor určit z těchto hodnot:

Při $t_o = 50 - 100$ s byl výhodný obsah stanoven při $l = 800 - 1000$ m. Této hodnotě l odpovídá obsah zásobních skříní čtyřřádkového sázeče (při $L = 500$ m; $h = 2500$ kg ha⁻¹) 625 — 780 kg, obsah jednoho zásobníku 312,5 — 390 kg.

Při $t_o = 200 - 300$ s byl stanoven výhodný obsah zásobních skříní při $l = 1500 - 1900$ m. Této hodnotě l odpovídá obsah zásobních skříní 1172 — 1484 kg, obsah jednoho zásobníku 586 — 742 kg.

4. Zlepšením organizace práce a používáním vhodných prostředků se snižuje čas technologické obsluhy, což umožňuje snižovat výhodný obsah zásobních skříní.

Proto je nutno věnovat zvýšenou pozornost provádění a organizaci technologické obsluhy, vývoji prostředků k mechanizaci a urychlování technologické obsluhy. Rozměry zásobních skříní a jejich umístění na stroji je nutno přizpůsobit možnosti rychlé a vhodné technologické obsluhy. Toto opatření by mělo vytvořit takové předpoklady, aby čas jedné technologické obsluhy sázecího agregátu dosahoval maximálně 100 s. V tom případě lze považovat za výhodný obsah zásobní skříně 300 — 390 kg. Při zvýšení obsahu zásobní skříně na 390 kg není nutno měnit koncepci strojů.

5. Při zvyšování obsahu zásobní skříně ze 180 — 200 kg ($l = 500$ m) na výhodný obsah 390 kg ($l = 1000$ m, při $L = 500$ m, $h = 2500$ kg ha⁻¹) u čtyřřádkového sázecího agregátu se při $t_o = 100$ s zvýší výkonnost o 12,08 % a přímé náklady se sniží o 3,18 %.

Při zvýšení obsahu zásobní skříně ($g_v = 390$ kg) a snížení času technologické obsluhy se dosáhne těchto ekonomických ukazatelů:

a) Při snížení času technologické obsluhy z 200 na 100 s se zvýší výkonnost o 37,46 % a přímé náklady se sníží o 13,1 %.

b) Při snížení času technologické obsluhy ze 300 na 100 s se výkonnost zvýší o 62,85 % a přímé náklady se sníží o 22,99 %.

6. K zajištění výhodného obsahu zásobních skříní v podmínkách špatné organizace práce při technologické obsluze by bylo vhodné zvětšit obsah zásobních skříní na 700 kg. Při takovém obsahu zásobníku je však nutná změna konstrukce.

7. Obsah zásobních skříní sázečů brambor ovlivňuje výkonnost agregátu i ekonomiku procesu sázení brambor. Obsah zásobních skříní současně vyráběných sázečů je malý a neumožňuje zajištění výhodných ekonomických ukazatelů. Proto bylo výrobnímu záводу doporučeno zvětšení obsahu zásobních skříní. Agrostroj Prostějov si danou otázku nechal prověřit ve VÚZS v Chodově a v r. 1968 vyrobil prototyp sázeče brambor se zvětšeným obsahem zásobní skříně, který dosahuje nejspodnější navrhované hranici 300 kg. Obsah této skříně umožní podstatně zlepšit ekonomické ukazatele sázecího agregátu.

Seznam použitých označení

a_s	— odpisové procento stroje	%
a_t	— nákladová konstanta na zdroj energie	Kčs kg ⁻¹
b	— pracovní záběr stroje	m
c	— konstanta charakterizující střední náplň zásobní skříně	$c = \frac{2}{2-\varrho}$
C	— cena stroje	Kčs
e	— kinematická (výjezdní) délka agregátu	m
f_s	— součinitel valivého odporu stroje	—
f_1	— mzdový tarif v příslušné kvalifikační třídě	Kčs h ⁻¹
F_h	— jmenovitá tahová síla traktoru	kp
g	— obsah zásobní skříně	kg
g_o	— optimální obsah zásobní skříně	kg
g_v	— výhodný obsah zásobní skříně	kg
G_s	— hmotnost stroje (tíha stroje)	kg, kp
h	— hektarová norma výsadby	kg ha ⁻¹
k	— součinitel časových ztrát	—
k_2	— časový součinitel technologických a technických poruch	—
k_3	— časový součinitel ostatních časových ztrát	—
l	— délka pracovní jízdy mezi dvěma po sobě následujícími technologickými obsluhami	m
$l_o(l'_o)$	— optimální délka pracovní jízdy mezi dvěma po sobě následujícími technologickými obsluhami z hlediska výkonnosti (přímých nákladů)	m
l_s	— skutečná délka pracovní jízdy mezi následujícími technologickými obsluhami	m
l_v	— výhodná délka pracovní jízdy mezi technologickými obsluhami	m
l_x	— střední délka jízdy naprázdno při jedné otáčce agregátu	m
L	— pracovní délka pozemku	m
M	— celkový počet pracovních hodin v agrotechnické lhůtě daného procesu (sázení brambor)	h
n	— počet strojů stejného druhu v agregátu	—
n_1	— počet pracovníků dané kvalifikační třídy, zúčastněných při práci sázecího agregátu	—
N_m	— pracovní náklady (náklady na mzdu)	Kčs h ⁻¹
N_s	— přímé náklady na pracovní stroj (sázeč)	Kčs ha ⁻¹
N_{sa}	— přímé náklady na sázecí agregát	Kčs ha ⁻¹
N_{sao}	— přímé náklady na sázecí agregát při l'_o	Kčs ha ⁻¹
N_t	— přímé náklady na traktor	Kčs ha ⁻¹
N_u	— přímé náklady na denní ošetření agregátu	Kčs ha ⁻¹
ZN	— ukazatel změny přímých nákladů	%

ΔN	— rozdíl přímých nákladů sázecího agregátu při konstrukční a optimální hodnotě l	Kčs ha ⁻¹
o	— součinitel oprav	—
p	— národní pojištění	—
Q_h	— hodinová spotřeba paliva	kg h ⁻¹
Q_{ha}	— hektarová spotřeba paliva	kg ha ⁻¹
Q_o	— hodinová spotřeba paliva při volnoběhu	kg h ⁻¹
Q_p	— hodinová spotřeba paliva při pracovním zatížení	kg h ⁻¹
Q_x	— hodinová spotřeba paliva při nepracovním zatížení	kg h ⁻¹
R	— poloměr otáčení agregátu	m
R_a	— pracovní tahový odpor agregátu	kp
R_x	— nepracovní tahový odpor agregátu (při otáčení)	kp
t_c	— čas trvání cyklu práce mezi dvěma technologickými obsluhami	s
t_o	— čas jedné technologické obsluhy (střední čas trvání jedné pravé technologické zastávky)	s
t_p	— čistý pracovní čas cyklu	s
t_{us}	— čas provádění denní údržby strojů	h
t_{ut}	— čas provádění denní údržby traktoru	h
t_x	— čas nepracovních jízd agregátu během cyklu	s
t_z	— čas technologických a technických zastávek během cyklu	s
t_2	— časové ztráty v důsledku technologických a technických poruch	s
T_1	— prováděcí čas směny	h
U_{NR}	— úspora přímých nákladů za rok	Kčs R ⁻¹
U_{NZ}	— úspora přímých nákladů za životnost stroje	Kčs Ž ⁻¹
v_p	— pracovní rychlost traktoru při jmenovitém výkonu	m s ⁻¹
v_{pm}	— pracovní rychlost traktoru v daných podmínkách při $F_h = 0$	m s ⁻¹
v_s	— střední pracovní rychlost agregátu	m s ⁻¹
v_x	— rychlost agregátu při nepracovních jízdách (otáčení)	m s ⁻¹
W_h	— hodinová výkonnost agregátu	ha h ⁻¹
W_{sez}	— sezónní výkonnost agregátu	ha sez ⁻¹
W_{sez0}	— sezónní výkonnost agregátu při optimální velikosti zásobní skříně	ha sez ⁻¹
$\tilde{Z}_r$	— životnost stroje	roky
$\varkappa_s$	— střední měrný tahový odpor agregátu	kp m ⁻¹
$\varkappa_1$	— měrný tahový odpor agregátu bez náplně zásobní skříně	kp m ⁻¹
ϱ	— součinitel vyprázdnění zásobní skříně	—
ξ	— poměr $\frac{v_x}{v_s}$	—
τ	— součinitel využití prováděcího času	—

Došlo dne 28. 3. 1969

Literatura

- KOLEKTIV, 1964, Mechanizované procesy v rostlinné výrobě. SPN.
- KOCYGIN V. V., 1963, Osnovy teorii výběru optimálních parametrů traktorů i selskochozajstvenných mašin. Trudy naučnoj konferencii. Minsk.
- KONONUCENKO N., VALUJEVA T., 1963, Kartofelesazalka SN-4B s zagruzčikom ZKS-02. Technika v selskom chozajstve č. 4.
- MATZOLG G., ANSORGE P., 1959, Möglichkeiten der ökonomischen und technischen Erprobung von Maschinensystemen der Feldwirtschaft. Deutsche Agrartechnik, č. 1.
- ONDŘEJ L., 1954, Organizace práce při mechanizovaném sázení brambor. Mechanizace zemědělství č. 6.
- , 1958, Správná pojízdná rychlost při sázení brambor. Zemědělec č. 16.
- , 1959, Návod k provoznímu využití strojního a traktorového parku. SPN.
- , 1966, Možnosti zvýšení výkonnosti agregátů, vyžadujících technologickou obsluhu, stanovením správné velikosti zásobních skříní. Sborník fakulty mechanizace VŠZ v Praze.
- , 1966, Možnosti zvýšení výkonnosti traktorových agregátů. Habilitační práce, mechanizační fakulta VŠZ v Praze.
- , 1967, Úprava zásobní skříně sázeče brambor. Dílčí zpráva, mechanizační fakulta VŠZ v Praze.

OSTEMAIER R., 1964, Die Erhöhung der Kartoffelerträge fordert Qualität bei den Pflanz- und Pflegearbeiten. Deutsche Agrartechnik, č. 4.
 SRUBAR K., SUCHÁNEK J., 1966, Stanovení optimální životnosti rozhodujících mechanizačních prostředků pro zemědělství. VÚZS v Chodově u Prahy.

Анализ и определение наиболее подходящего размера семенного ящика (бункера) у картофелесажалки

Важным элементом при эксплуатации агрегатов, требующих технологического обслуживания, является конструктивное решение вместимости семенного ящика. При оптимизации отдельных параметров машин этим показателем конструкции часто пренебрегают, что неблагоприятно отражается на эффективности работы агрегата. В настоящей работе определяется оптимальное содержание бункеров картофелесажалок с точки зрения их максимальной производительности и минимальных затрат. Вместимость бункеров характеризуется длиной пройденного пути между технологическими остановками.

По ходу и предельным показателям производительности картофелесажалки, а также по показателям затрат, ниже приводятся следующие основные выводы.

1. Вместимость бункеров картофелесажалок, включенных в работу в ЧССР, мала и не дает возможности достичь максимальной производительности и минимальных затрат.

2. В области предельных показателей производительности и затраты существенно не меняются при большой длине рабочего пути (l) между технологическими остановками, что на основе анализа дает возможность определить наиболее оптимальную вместимость бункера.

3. Важным фактором является длительность технологического обслуживания. Поэтому необходимо уделять внимание выполнению и организации технологического обслуживания, развитию средств для их механизации и сокращению времени, необходимого для технологического обслуживания. Размеры бункеров и их размещение на машине необходимо приспособить для соответствующего и быстрого технологического обслуживания. Приведенные мероприятия должны создать предпосылки для сокращения затрат времени на технологическое обслуживание на 100 сек, при этом наиболее подходящим оказывается бункер вместимостью 300–390 кг. При повышении вместимости бункера с 180–200 кг до 390 кг и при сокращении времени на технологическое обслуживание с 300 до 100 сек производительность картофелесажалки повышается на 62,85 % и затраты понижаются на 22,99 %.

При плохой организации технологического обслуживания, когда время на технологическое обслуживание $t_0 \geq 300$ сек, полезно увеличить вместимость бункера до 700 кг, причем такое изменение вместимости бункера влечет за собой изменение конструкции машины.

Analyses and Determination of the Optimal Size of Hoppers with the Potato Planters

An important element in the operation of implements needing technological attendance is a design of proper size of the hopper. This element has been often neglected, while the attention has been concentrated on achieving the optimum characteristics of the different parameters of the machines; this fact has had an adverse influence on the efficiency in the operation of the implements. The paper determines the optimal capacity of the hoppers with potato planters from the viewpoint of the maximum of performance and the minimum of costs. The capacity of the hopper is characterized by the distance of travel in operation between the technological intervals.

From the course and extreme values of performance with a potato planter and of the costs involved, the following principal conclusions have been drawn:

1. The capacity of the potato planter hoppers used in Czechoslovakia is small and does not enable to achieve the maximum performance and the minimum costs.

2. In the sphere of the extreme values, the performance and the costs remain substantially unchanged in a considerably broad range of the distance of working travel (l), which enables to determine an appropriate capacity of the hopper on hand of the analyses presented.

3. An important factor is the time required for the technological attendance. It is thus necessary to pay an increased attention to the technological control and attendance and to its organization, to the development of devices enabling its mechanization and to the decrease of time involved. Dimensions of the hoppers and their position on the machine should be adapted for an easy and quick operation.

The adaptations indicated should bring along conditions needed to decrease the time needed for the technological attendance to 100 s. With this pre-requisite, it appears that an adequate capacity of the hopper is 300—390 kg. If the capacity of the hopper is increased from 180—200 kg to 390 kg and if the time needed for the technological attendance is decreased from 300 to 100 s., the performance is increased by 62,85 % and the costs are decreased by 22,99 %.

In case of an improper organization of the technological attendance, when the time for the technological attendance $t_0 \geq 300$ s, it is advantageous to increase the capacity of the hopper to 700 kg. This change in the capacity of the hopper requires a change in the design of the machine.

Analyse und Festlegung einer zweckmäßigsten Größe des Vorratskastens bei Kartoffellegemaschinen

Ein wichtiges Element bei dem Betriebe der eine technische Bedienung erfordernden Aggregate stellt die konstruktive Lösung der Größe des Fassungsvermögens eines Vorratskastens dar. Diese Konstruktionskennziffer wird bei der Optimierung einzelner Maschinenparameter sehr oft vernachlässigt, was sich ungünstig auf den Nutzeffekt der Arbeit von Aggregaten auswirkt. In der vorliegenden Abhandlung wird der optimale Inhalt der Vorratskästen von Kartoffellegemaschinen im Blickwinkel von deren Höchstleistung und Mindestkosten bestimmt. Die Größe des Vorratskasteninhaltes wird durch die Länge der Arbeitsstrecke zwischen den technologischen Pausen gekennzeichnet.

Der Verlauf sowie Grenzwerte der Leistung eines Legeaggregates sowie die aufzuwendenden Kosten ergeben folgende Hauptfolgerungen:

1. Der Inhalt der Vorratskästen von in der ČSSR im Einsatz befindlichen Legemaschinen ist gering und macht die Erzielung der Bestleistung sowie Mindestkosten keinesfalls möglich.

2. Im Bereiche von Grenzwerten werden die Leistung sowie Kosten im ziemlich breiten Umfange der Arbeitsfahrlänge (l) zwischen technologischen Pausen wesentlich nicht geändert, was auf Grund der Analyse den vorteilhaften Inhalt des Vorratskastens festzulegen gestattet.

3. Einen ausschlaggebenden Faktor stellt die technologische Wartungsdauer dar. Man muß daher eine erhöhte Aufmerksamkeit der Durchführung und Organisation der technologischen Wartung, der Entwicklung von Mitteln zu deren Mechanisierung und zur Senkung von deren Wartungszeit widmen. Die Abmessungen von Vorratskästen und deren Anbringung an der Maschine müssen einer zweckmäßigen und schnellen technologischen Bedienung angepaßt werden. Die angegebenen Maßnahmen sollen Voraussetzungen für die Senkung der technologischen Wartungszeit auf 100 sec schaffen. Bei dieser Voraussetzung erweist sich als günstig der Inhalt des Vorratskastens von 300—390 kg. Bei der Vergrößerung des Inhaltes des Vorratskastens von 180—200 kg auf 390 kg und bei der Senkung der technologischen Wartungszeit von 300 auf 100 sec steigt die Leistung um 62,85 % an und die Kosten nehmen um 22,99 % ab.

Bei schlechter Organisation der technologischen Wartung, wo die Wartungszeit $t_0 \geq 300$ sec, ist es angebracht, den Inhalt des Vorratskastens auf 700 kg zu vergrößern. Diese Änderung des Vorratskasteninhaltes macht eine Änderung der Maschinenkonstruktion erforderlich.

L'analyse et la détermination de la grandeur optima du coffre des planteuses de pommes de terre

C'est la solution de la grandeur du contenu du coffre qui constitue un élément important dans l'exploitation des agrégats qui exigent un service technologique. Cet indicateur de construction est souvent très négligé dans l'optimisation des paramètres des machines, ce qui a une influence défavorable sur l'efficacité du travail des agrégats. Dans le travail présent on a fixé la contenance optimale des coffres des planteuses de pommes de terre, eu égard à leur rendement maximal et aux dépenses minimales. L'importance du contenu du coffre est en fonction de la longueur du trajet de travail entre les arrêts technologiques.

C'est de la moyenne et des valeurs extrêmes du rendement de la planteuse et des dépenses que nécessite cette dernière que l'on tire des conclusions principales suivantes:

1. La contenance des coffres des planteuses de pommes de terre qui sont utilisées en Tchécoslovaquie, est faible, ne permettant pas d'atteindre le rendement maximum pour le minimum de frais.

2. Dans la sphère des valeurs extrêmes le rendement et les dépenses ne changent pas beaucoup pendant la majeure partie du trajet de travail (1), situé entre les arrêts technologiques ce qui rend possible de déterminer — sur la base de l'analyse — la contenance favorable du coffre.

3. La durée du service technologique est un facteur important. C'est pourquoi il faut accorder une attention particulière à l'exécution et à l'organisation du service technologique, au développement des moyens destinés à sa mécanisation et à la réduction de sa durée. Les dimensions des coffres et leur emplacement sur la machine doivent être adaptés au service technologique convenable et rapide. Les mesures indiquées ont à créer des conditions permettant de réduire le temps nécessaire au service technologique à 100 s. C'est dans ces conditions que la contenance du coffre de 300—390 kg apparaît comme avantageuse. En augmentant la contenance du coffre de 180—200 à 390 kg et en réduisant la durée du service technologique de 300 à 100 s., le rendement s'élève de 62,85 % et les frais s'abaissent de 22,99 %.

Quand d'organisation du service technologique est défectueuse, à savoir quand le temps nécessaire au service technologique est égal à $t_0 \geq 300$ s, on recommande d'augmenter la contenance du coffre à 700 kg. Ce changement de la contenance du coffre exige la modification de la construction de la machine.

Adresa autora:

Ing. Ladislav Ondřej, CSc., Vysoká škola zemědělská, mechanizační fakulta,
Praha - Suchbát

621.65 631.363.7

■ Doprava hmot, ať již pevných, tekutých, nebo plyných, nemůže probíhat nekontrolovaně; musí být např. určitelné jejich množství v souladu s danou recepturou. Takový stupeň zpracování hmot se definuje jako dávkování, tj. podávání časově i hmotově přesně určeného množství materiálu. Dávkování je jednou ze základních operací potravinářského průmyslu. V poslední době nachází uplatnění i v některých oborech zemědělství (krmivářství). Hospodárnost, zvláště u jakostních výrobků, je zejména při kontinuálních pochodech podstatně závislá na přesnosti a spolehlivosti dávkovacích zařízení. Z dalších činitelů ovlivňujících hospodárnost výroby je to stupeň automatizace výrobních pochodů. Splněním těchto aspektů lze rozhodujícím způsobem ovlivnit výkonnost a jakost celého technologického sledu a podstatně omezit ruční obsluhu, což je zvláště důležité v průmyslu zpracovávajícím potraviny.

PÍSTOVÉ ČERPADLO JAKO PŘEDSTAVITEL PŘESNÉHO DÁVKOVÁNÍ

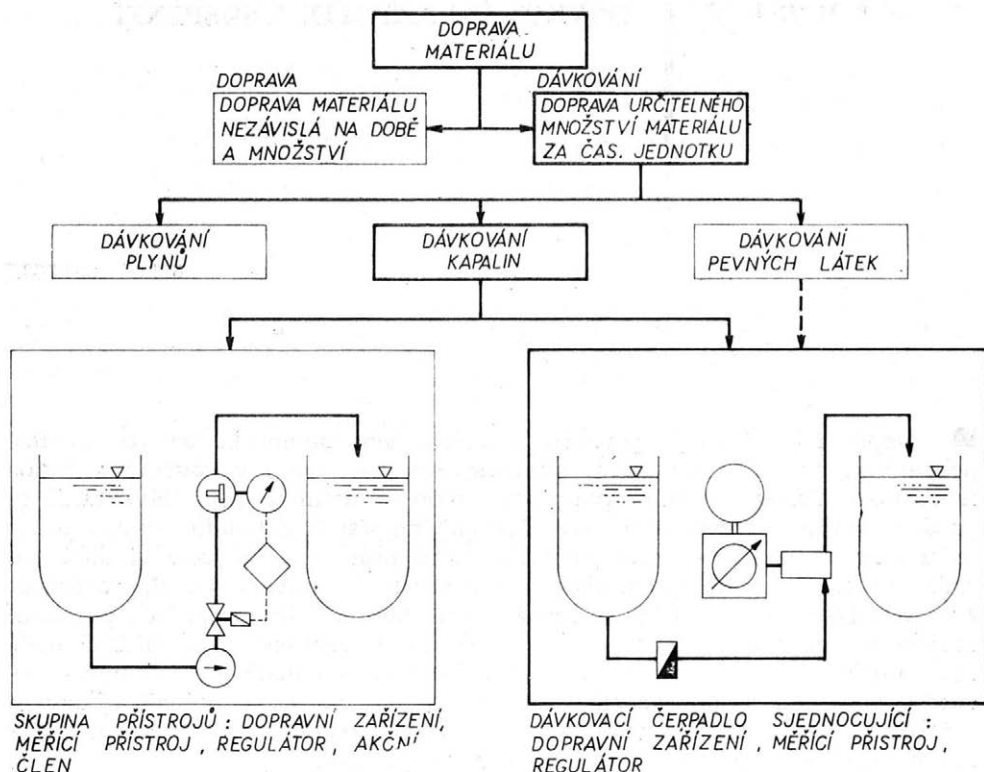
K dopravě a méně přesnému odměřování kapalin, suspenzí a viskózních látek se užívá čerpadel zubových, membránových, šroubových, vlnovcových, hadicových aj. Přes některé provozní a konstrukční výhody nemají tato čerpadla schopnost tak přesného dávkování a všestranné regulace jako čerpadla pístová. Navíc se změny množství zpravidla dosahuje regulací otáček, což vyžaduje další dodatečné zařízení (variátor).

Věnujme větší pozornost zpracovatelskému stupni dávkování tekutin v potravinářské výrobě.

K dávkování kapalin se používá dvou různých skupin přístrojů (obr. 1); jednotlivé skupiny se skládají:

- a) z čerpadla, měřicího přístroje, regulátoru a akčního členu;
- b) dávkovacího čerpadla, které jako uzavřený agregát sjednocuje všechny funkce přístrojů, uvedené pod bodem a).

Porovnání obou skupin ukazuje zřetelně, že technické nároky na dávkovací čerpadlo jsou menší. K tomu přistupuje skutečnost, že obsluha a údržba dávkovacího čerpadla neklade zvláštní nároky na obsluhující personál. Některá pístová dávkovací čerpadla dnes všeobecně splňují kladné požadavky, zejména: snadnou obsluhu, malou nutnost údržby, provozní spolehlivost, vysokou stálost provozních hodnot, vysokou přesnost dávkování a regulovatelnost. Mají i řadu

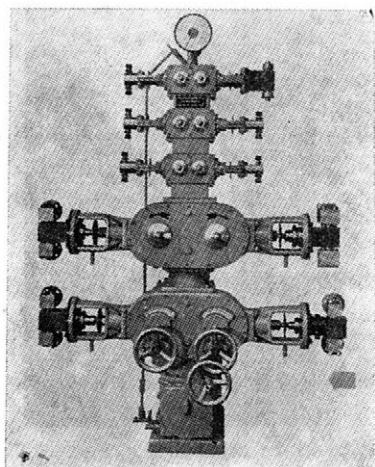


1. Možné způsoby dávkování kapalin

dalších dobrých vlastností, jako samonasávací schopnost, necitlivost vůči tlakovým změnám i příznivé poměry při běhu naprázdno. Velmi výhodným rysem dávkovacích čerpadel je číslíkový charakter dopravního toku, který odpovídá sledu jednotkových množství velikosti nastaveného zdvihového objemu. Pístová dávkovací čerpadla jsou proto nadmíru vhodná k řízení vsázek.

STAV VÝROBY DÁVKOVACÍCH ČERPADEL V ZAHRANIČÍ A V ČSSR

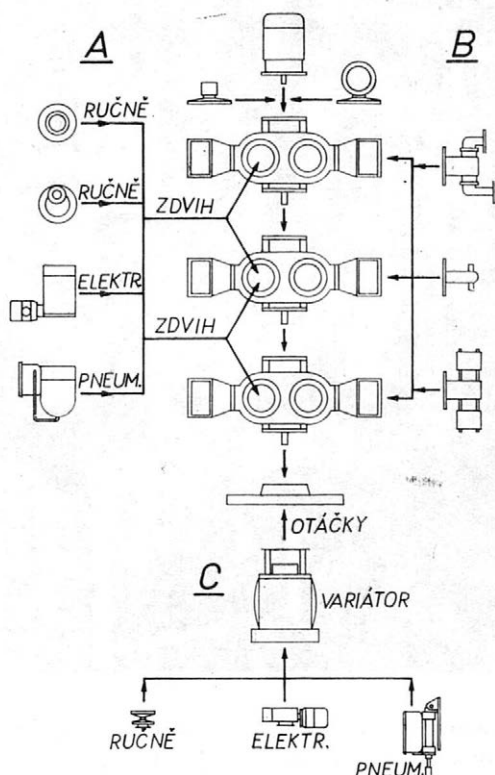
V zahraničí, hlavně v NSR, Rakousku, Anglii, Švédsku a v NDR, je vývoji dávkovacích čerpadel věnována značná pozornost. Zvláště západoněmecké firmy Bran a Lúbbe a Lewa nabízejí dávkovací čerpadla, která svým pojetím, konstrukcí a uspořádáním plně vyhovují výše uvedeným požadavkům. Např. firma Bran a Lúbbe sdružuje normalizované stavební prvky do stavebních jednotek (obr. 2), z nichž pak lze sestavovat dávkovací čerpadla všech velikostí a variant, která kryjí velmi široký tlakový a výkonový rozsah. Vyměnitelnost stavebních skupin umožňuje, např. v hnacích mechanismech, použít zařízení pro seřízení zdvihu, ovládané buď za klidu stroje, nebo při provozu ručně, elektricky nebo pneumaticky (obr. 3). Hlavy čerpadel různých velikostí (průměr pístu 3 – 125 mm) jsou přizpůsobovány dávkovaným tekutinám jak



2. Dávkový agregát fy Bran a Lűbbe

3. Vertikální stavebnicový systém fy Bran a Lűbbe

- A – možné způsoby regulace zdvihu
 B – možnost výměny hlav čerpadel podle volby
 C – možné způsoby regulace otáček

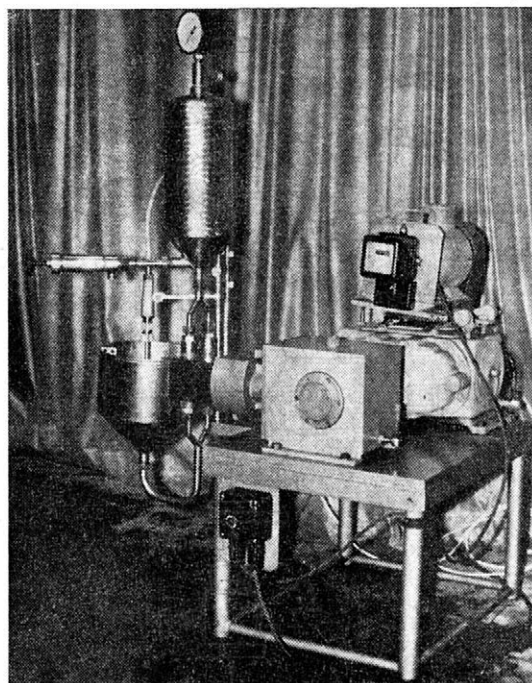


konstrukčně (suspenze, vysoce viskózní média), tak i materiálově (kyseliny, louhy). Lze je nasadit na hnací mechanismy zcela podle volby (pravá strana obr. 3). Stavebnicový systém u fy Bran a Lűbbe je proti systému firmy Lewa uspořádán vertikálně.

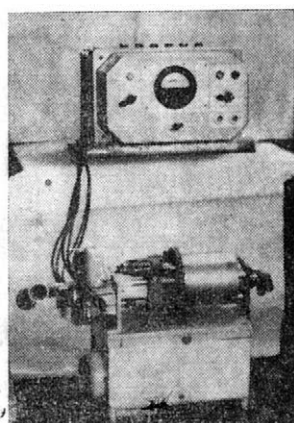
U nás se výrobou dávkovacích čerpadel zabývá n. p. Sigma Olomouc. Podle výrobního programu však zdaleka nekryje ve všech parametrech ani v sortimentu potřeby potravinářského průmyslu. Ani technickou úrovní nedosahuje výše uvedených zahraničních firem. V malých sériích jsou dávkovací čerpadla pro speciální potřeby jednotlivých odvětví a ústavů vyráběna Závodem pro úpravu vody, Mikrotechnou a Sklárnami Kavalier.

ČERPADLA PRO DÁVKOVÁNÍ SUSPENZÍ, VYVINUTÁ VE VÚPP

Ve Výzkumném ústavu potravinářského průmyslu (VÚPP) byla v poslední době věnována zvýšená pozornost otázkám spojených s dávkováním suspenzí, konkrétně suspenze sladové. Obecně lze konstatovat, že abrazivní vlastnosti suspenze, její usazovací rychlost, požadovaná dopravní výška a přesnost dávkování ovlivňují volbu, zda použít čerpadla rotačního (zubového, vřetenového aj.), nebo pístového. Bylo-li na základě požadovaných parametrů vybráno např. pístové čerpadlo, existuje opět hranice závislá na požadované přesnosti a na vlastnostech suspenze, kdy daný dávkovací problém lze u tohoto



5. Dávkovací čerpadlo na suspenze s automatickou regulací — VÚPP



4. Dávkovací čerpadlo na suspenze — VÚPP

pístového čerpadla vyřešit ještě pomocí samočinných ventilů (popř. speciální konstrukce), nebo kdy je nutno přejít k nucenému ovládání ventilů (sacího nebo i výtlačného), popř. k šoupátkovému rozvodu v hydraulické části čerpadla.

Lze říci, že na základě požadovaných parametrů po předběžné volbě např. pístového čerpadla lze optimálního řešení dosáhnout pouze experimentální formou, která nám napoví o vhodnosti té nebo oné úpravy hydraulické části čerpadla.

Z poznatků získaných při zkouškách na funkčních modelech byly navrženy dva typy dávkovacích čerpadel.

První typ čerpadla (obr. 4) byl vyvinut pro dávkování jemnějších sladových suspenzí (hrubost mletí šrotu 67 % hladké mouky a výše). S ohledem na menší pulsaci toku a rovnoměrnější zatížení hnacího elektromotoru bylo čerpadlo voleno jako dvouplunžrové (při další výrobě tříplunžrové). Hydraulická část čerpadla je vybavena speciálními rotačními ventily, které zaručují spolehlivou funkci čerpadla. Při méně příznivých podmínkách čerpání (nepříznivé vlastnosti suspenze, čerpání z podtlakových prostorů), při nichž je ztížena samočinná funkce ventilů, lze dodatečným zařízením uzpůsobit sací ventil jako mechanicky řízený. Čerpadlo dávkuje v rozmezí 350 — 500 kg/h do přetlaku $p_{max} = 30$ at. Výkon lze za chodu regulovat pomocí variátoru. Přesnost dávkování, vztahená k maximálnímu množství, je 1,2 %. Několik čerpadel tohoto typu bylo vyrobeno pro tukový a chemický průmysl.

Druhé čerpadlo (obr. 5) je určeno k dávkování hustších a hrubších suspenzí s velikostí pevných částic až do 2 mm. Provedení čerpadla je axiální s pěti rotujícími písty, které ve spodní části vačkové dráhy kapalinu nasávají a v horní části vytlačují. Pomocí servoskříňky lze ručně i dálkově ovládat sklon vačkové dráhy a tím i výkon čerpadla. Výkon lze regulovat v klidu i za chodu v roz-

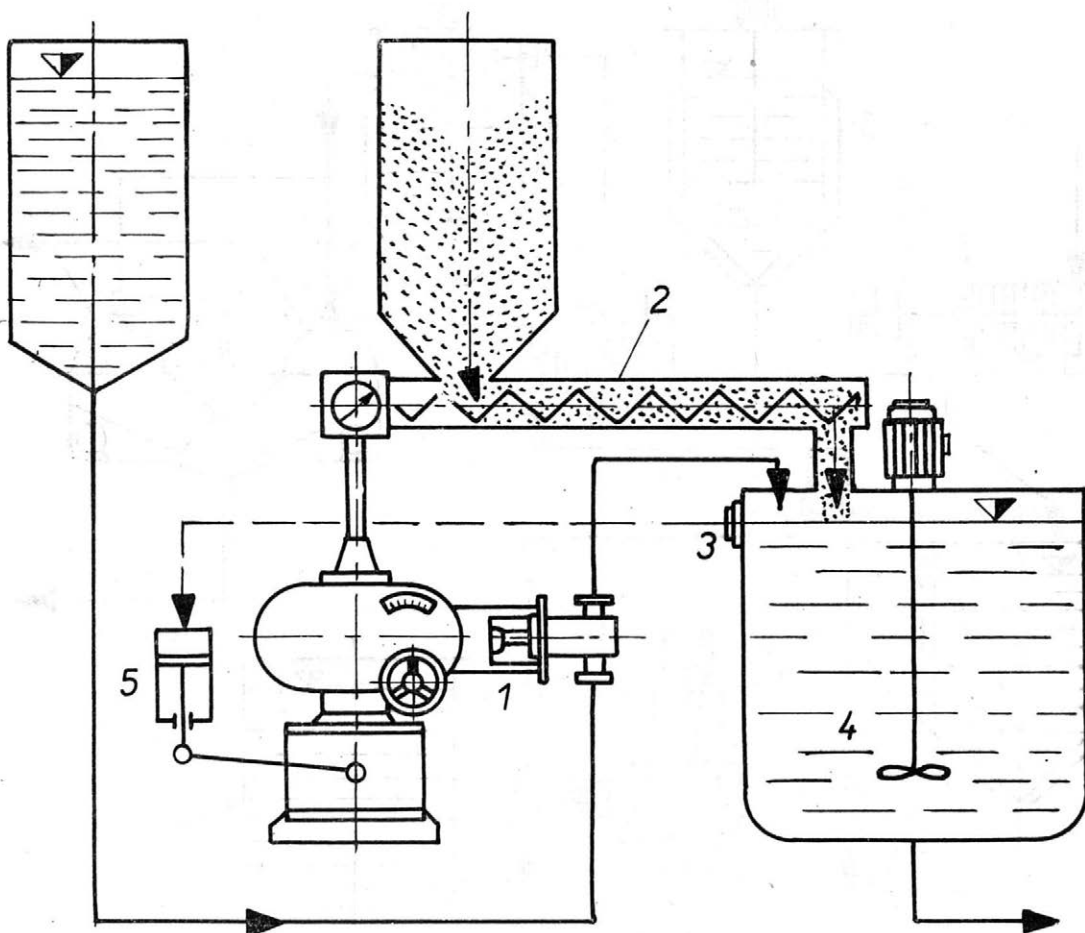
mezi 0 — 540 kg h⁻¹, do přetlaku $p_{max} = 2,5$ at. Přesnost dávkování, vztažená k maximálnímu množství, je 0,25 %, což svědčí o velmi přesné dávkovací jednotce.

Svémi vlastnostmi se čerpadlo řadí k těm typům čerpadel, které lze bez obtíží zařadit do regulačních obvodů. Informativní zkoušky s jinými kapalinami ukázaly, že použitelnost čerpadla bude pro široký sortiment suspenzí a kašovitých hmot.

PŘÍKLADY POUŽITÍ PÍSTOVÝCH DÁVKOVACÍCH ČERPADEL

1. DÁVKOVÁNÍ KAPALINY A PEVNÉ LÁTKY

Tento druh dávkování (obr. 6) je v potravinářské praxi zcela běžný. Při proporčním dávkování můžeme s výhodou využít mechanické vazby mezi dávkovacím čerpadlem 1 a dávkovačem na pevnou hmotu 2 (vazba otáček



6. Dávkování kapaliny a pevné látky

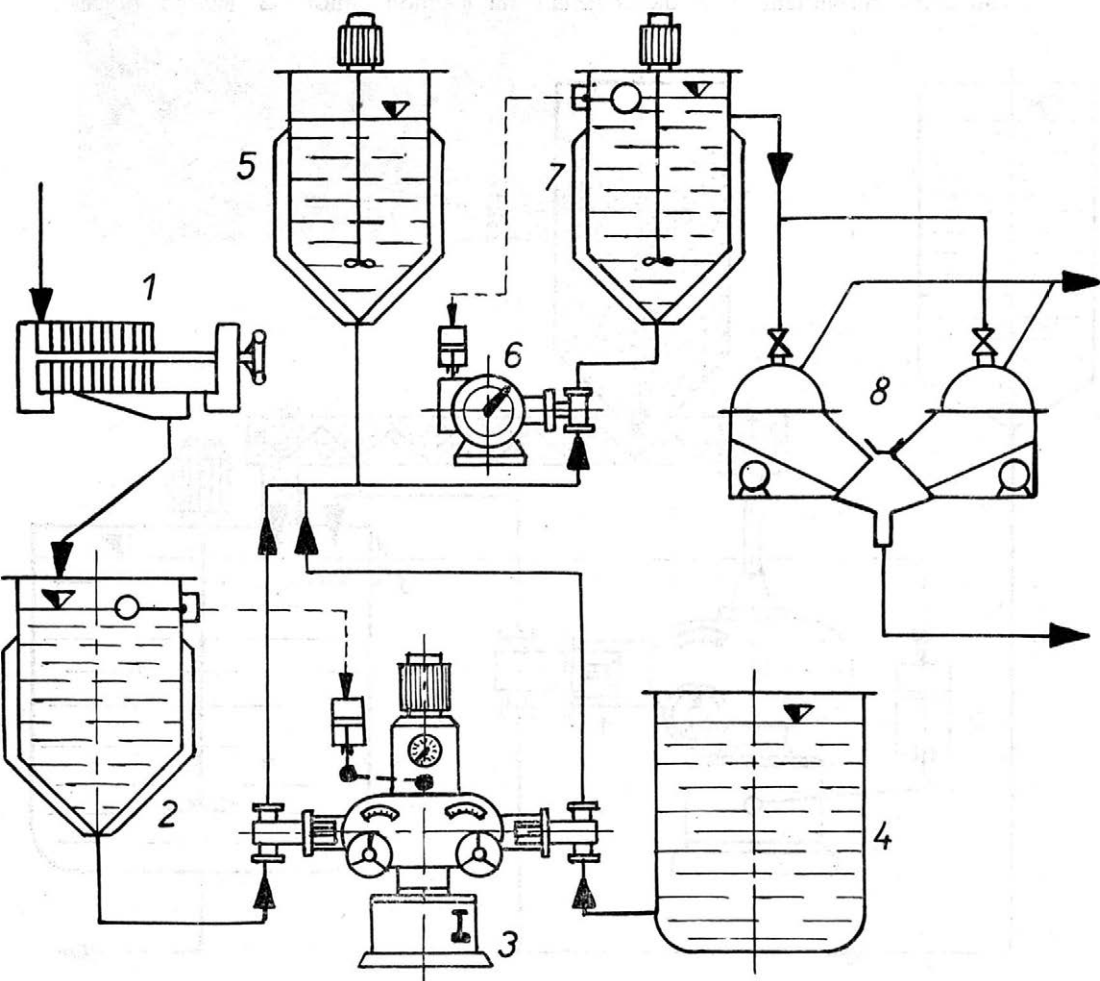
1 — pístové dávkovací čerpadlo; 2 — dávkovací šnek; 3 — pneumatický regulátor hladiny; 4 — směšovací nádoba; 5 — akční člen

obou zařízení). Protože otáčky čerpadla jsou úměrné otáčkám podávacího šneku, jsou si dávkovaná množství rovněž úměrná. Pneumatický plovákový regulátor hladiny 3 zajišťuje stálé zaplnění směšovací nádoby 4. Při poruše (klesnutí nebo stoupnutí hladiny) řídí přes akční člen 5 počet otáček společného náhonu. Tím se celkové dodané množství přizpůsobuje množství směsi ve směšovací nádobě (např. kolísající spotřeba).

2. PNEUMATICKY ŘÍZENÉ DÁVKOVÁNÍ VISKÓZNÍ

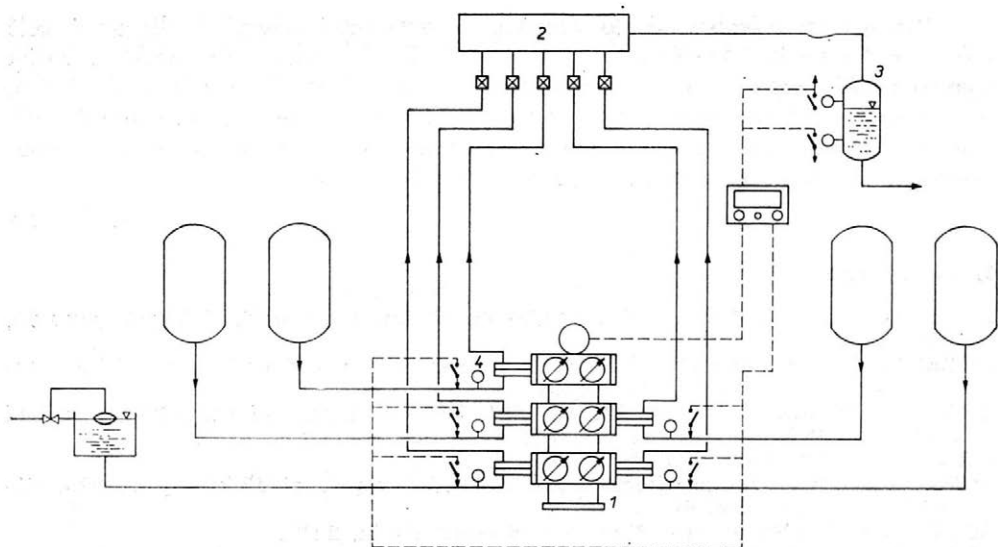
A AGRESIVNÍ KAPALINY

V potravinářských provozech, kde je k dispozici tlakový vzduch, můžeme k řízení výkonu dávkovacích čerpadel použít pneumatické regulace (obr. 7). Zde jde o součást zařízení na výrobu tvrzeného tuku, jehož podstatnou částí je sada dávkovacích čerpadel. Dávkovací agregát 3 obsahuje dvě dávkovací čer-



7. Pneumaticky řízené dávkování viskózní a agresivní kapaliny

1 - filtrační lis; 2 - nádrž na tuk; 3 - dávkovací agregát; 4 - nádrž na louh; 5 - vyrovnávací nádrž; 6 - dávkovací čerpadlo; 7 - reakční nádoba; 8 - odstředivky



8. Vícesložkové dávkování

1 – dávkovací agregát; 2 – směšovací zařízení; 3 – vyrovnávací nádrž; 4 – pojištění proti nedostatku produktu

padla, z nichž jedno dávkuje tuk z filtračního lisu 1, druhé dávkuje louh z nádrže 4. Společné otáčky obou čerpadel jsou pneumaticky řízeny pomocí hladinového plováku v nádrži 2. Poměr množství louhu a tuku se zvolí předem nastavením délky zdvihu pístu těchto čerpadel. Dávkovací čerpadlo 6 dodává směs tuku a louhu přes reakční nádobu 7 k odstředivkám 8. Vyrovnávání proměnlivého výkonu odstředivek je dosaženo pneumatickou regulací výkonu čerpadla 6 v závislosti na výšce hladiny v nádrži 7, která je snímána hladinovým plovákem.

3. VÍCESLOŽKOVÉ DÁVKOVÁNÍ A SMĚŠOVÁNÍ KAPALIN

V nejnovější době se ve stáčírnách s větší kapacitou zavedla výroba limonádového sirupu z výchozích komponentů cukerného roztoku, kyseliny citrónové, esence pomerančové základní suroviny a dalších včetně vody (obr. 8). Uvedené komponenty jsou dávkovacím agregátem 1 dávkovány ze zásobních nádrží do směšovacího zařízení 2, odkud směs odchází do vyrovnávací nádrže 3, opatřené spodním a horním stavoznakem ovládajícím společný elektromotor dávkovacích čerpadel. Tím je umožněno, aby zařízení pracovalo závisle na kapacitě lahvové stáčírny. Každé dávkovací čerpadlo je navíc vybaveno pojištěním proti nedostatku produktu 4.

Z Á V Ě R

V práci je stručně shrnuta problematika dávkování kapalin a suspenzí s poukazem na nejvhodnější dávkovací zařízení pro tuto operaci – pístové čerpadlo.

Dávkovací čerpadla lze aplikovat všude tam, kde je nutno plynule připravovat směs (např. krmivo) z několika pomponentů, a to v různých předem volitelných a měnitelných poměrech.

Progresivní výrobci těchto čerpadel v zahraničí dávají k dispozici celé dávkovací agregáty, které mohou dávkovat až 28 složek. V ČSSR je zatím výroba těchto čerpadel velmi roztržena, probíhá kusově nebo v malých sériích, a tím je i neekonomická. Vývoj této oblasti je zaměřen spíše jednoúčelově. Požadavky potravinářského a chemického průmyslu jsou v převážné míře uspokojovány dovozem ze zahraničí (Bran a Lühbe, Lewa, Hauke).

Došlo dne 7. 5. 1969

Literatura

- DOLEŽAL B., 1967, Dávkovací čerpadlo na sladovou suspenzi. Průmysl potravin, 18, 7 : 140.
DOLEŽAL B., 1968, Dávkovací čerpadlo na suspenze s možností automatické regulace. Průmysl potravin, 19, 11 : 554.
GRÉE R., DOLEŽAL B., BASAŘ J., 1964, Pístová dávkovací čerpadla s regulací množství. Průmysl potravin, 15, 7 : 355.
GRABOW G., 1956, Maschinenbau Technik, 2 : 86.
JÍCHA Z., 1962, Výzkum automatizace dávkování v potravinářském průmyslu. Závěr. zpráva výzkum. úkolu.
SCHÜLLER F., 1960, Wasser-Wirtschaft-Wassertechnik, 2 : 75.
WETTER G., 1963, Chemie Ingenieur Technik, 4 : 267.
WEBER S., 1961, Arbeitsmaschinen. VEB Verlag Technik, Berlin.

Дозирование жидкостей и суспензий

В данной статье коротко описывается проблематика дозирования жидкостей и суспензий, а также рекомендуется наиболее пригодное дозировочное устройство для такой операции — поршневой дозировочный насос. Дозировочный насос можно применять везде, где необходимо непрерывно готовить смесь (например, корм) из нескольких компонентов, а именно в разных заранее выбираемых и изменяющихся условиях.

Заграничные прогрессивные заводы-изготовители этих насосов поставляют целые дозировочные агрегаты, которые могут дозировать даже 28 составных частей. В ЧССР производство таких насосов пока что раздроблено; они выпускаются в небольших сериях или даже штуками и поэтому собственно производство неэкономично. Развитие этой области скорее направлено на получение одноцелевой конструкции. Требования продовольственной и химической промышленности преимущественно удовлетворены импортом из заграницы (Бран и Лühbe, Лева, Гауке).

Metering of Liquids and Suspensions

The author sums up the problems of the metering of liquids and suspensions, with a reference to the best suitable metering device for the operation, i. e. the piston metering pump. The metering pump can be used in any case where a mixture or blend (such as e. g. feedstuffs) is to be mixed from several ingredients, in different pre-chosen and variable relations.

Progressive foreign manufacturers of these pumps can supply complete metering systems, designed to dose up to 28 ingredients. The production of these pumps has been scattered in Czechoslovakia; only small lots or individual pieces are being manufactured, which makes the production non-economic. The development in this sphere has been aimed more single-purposely. The demands of the food and chemical industries are covered mostly by imports from abroad (Bran & Lühbe, Lewa, Hauke).

Adresa autora:

Ing. Bořivoj Doležal, ČAZ, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V ZAHRANIČÍ



(American Society of Agricultural Engineers)

631.3.007

Pojem *Agricultural Engineering* u nás obvykle překládáme jako mechanizace zemědělství nebo zemědělská technika. V USA se tímto pojmem označuje odvětví inženýrské a vědecké činnosti, ve kterém se využívají výsledky fyzikálních a biologických věd ke speciálním účelům, jako např. k využití zdrojů energie, strojů, staveb, elektroniky, vědy o řízení, agronomických věd, nauky o půdě, využití půdy a vodních zdrojů v procesu primární zemědělské výroby, ale také při zpracování, dopravě a uskladnění potravin, krmiv a vláknin.

Specifikum inženýrské činnosti v této široké oblasti zemědělsko-potravinářské výroby (americký agrokomples je daleko největší úsek amerického národního hospodářství a ekonomickou vahou převyšuje i průmysl obrany, největšího partnera při čerpání státního rozpočtu) se podstatně liší od ostatních odvětví techniky. Spočívá v tom, že tato činnost je bezprostředně spojena biologickými a klimatickými faktory, protože technické prostředky v procesu výroby potravin, krmiv a vláknin působí na biologické objekty.

Na amerických univerzitách je akreditováno více než padesát inženýrských oborů. Obor *Agricultural Engineering* existuje již více než půl století, vyučuje se na každé páté americké universitě a patří již dlouhou dobu mezi přední obory inženýrské činnosti v USA. ASAE je zájmová organizace graduovaných inženýrských pracovníků v tomto oboru. Nejde pochopitelně jen o mechanizátory v československém pojetí. Z předchozího je zřejmé, že americké pojetí je mnohem širší a v současné době velmi rychle reaguje na změny vyvolané rozvojem vědeckotechnické revoluce v této sféře. Československého čtenáře bude proto jistě zajímat, jak je tato zájmová organizace uspořádána a jakou vyvíjí činnost.

ORGANIZAČNÍ ČLENĚNÍ ASAE

ASAE byla založena 28. XII. 1907, aby sdružovala kvalifikované kádry (praktiky i absolventy universit) pracující v oboru zemědělské techniky: inženýry, učitele, vědecké pracovníky, pracovníky poradenství zemědělských služeb i vládních organizací apod. Přijetí se řídí striktními pravidly a o každém členu jedná řídící útvar společnosti. V současné době má téměř 7 tisíc členů.

V čele společnosti je řídící rada (Board of governors) volená řádnými členy na výročním mítinku. Kandidáty navrhuje rovněž volená nominační komise Volby se konají tajně a právo volit a být zvolen má každý řádný člen společnosti.

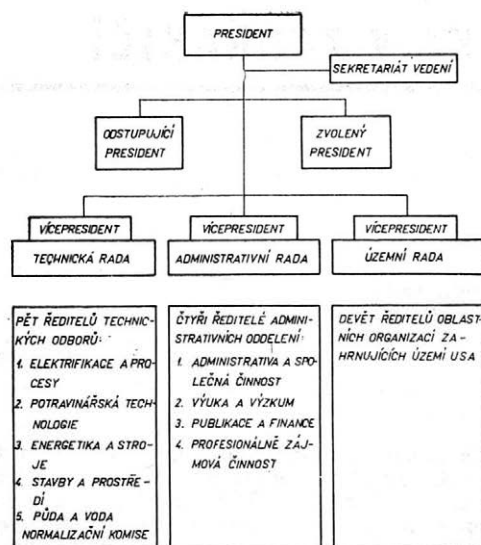
Organizační struktura je zřejmá ze schématu na obrázku 1.

Řídící radu tvoří tvoří úřadující prezident (předseda), odstupující a zvolený prezident a tři náměstkové presidenta, kteří řídí tři hlavní úseky činnosti společnosti: technické odbory, administrativní radu a územní organizaci (odbočky).

Systém, kdy zvolený prezident se ujímá výkonu své funkce až po roce a kdy po uplynutí funkčního období ještě zůstává ve vrcholném vedení, má řadu předností: zaručuje stabilitu a kontinuitu vedení při zachování nejvyšší demokracie.

Hlavním úsekem činnosti je úsek řízený technickou radou. Zahnuje pět technických oborů:

1. Obor aplikace elektřiny a zpracovatelských procesů (Electric Power and Processing).



2. Obor potravinářské technologie (Food Engineering).
3. Obor traktorů, motorů a strojů (Power and Machinery).
4. Obor staveb a techniky prostředí (Structures and Environment).
5. Obor půdy a vody (Soil and Water).

Do úseku technické rady patří i normalizační činnost. V našem pojetí tyto obory zahrnují zemědělskou techniku, potravinářskou technologii včetně manipulace a skladování, zemědělské stavby a klimatizace a široký obor péče o půdu (oblast, kterou dobře vyjadřuje německý pojem *Bodenkultur*), kam u nás patří meliorace, závlahy a částečně i meteorologie.

Uvedených pět odvětví v podstatě zahrnuje komplex technologií s biologickým základem (pojem technologie je zde užít jako věda o technice a vyjadřuje totalitu pracovních prostředků a procesů), tj. technologii celého výrobního procesu amerického agrokomplexu: produkci, zpracování, skladování, manipulaci a distribuci potravin a krmiv.

ASAE je současně i vrcholnou vědeckou organizací v oboru zemědělské techniky. V technických komisích se koordinuje vědecká činnost, která je v USA soustředěna především na univerzitách a v současné době se stále více orientuje směrem k základnímu výzkumu.

Administrativní rada řídí čtyři administrativní oddělení:

1. Oddělení administrativy a společné činnosti (sem patří především plánování činnosti a organizace mítinků a konferencí).

2. Oddělení výuky a výzkumu.

3. Oddělení publikační činnosti a financí (vedle členských příspěvků je publikační činnost hlavním zdrojem příjmů).

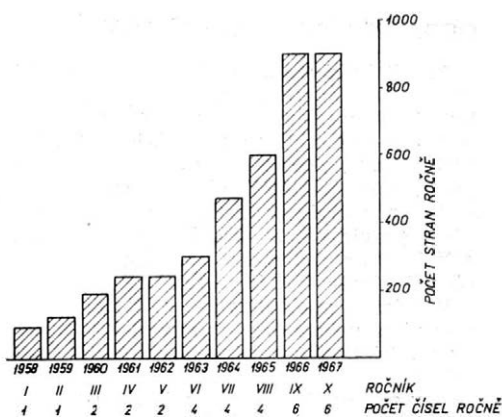
4. Oddělení pro profesionálně zájmovou činnost (registrace členů, pomoc při hledání zaměstnání a péče o odborný růst, organizace činnosti studentů apod.)

NÁPLŇ ČINNOSTI

Cílem ASAE je podporovat rozvoj vědy a umění inženýrské činnosti (Science and art of engineering) v zemědělství; podporovat dále výzkum, pomáhat rozvoji výuky v této oblasti, vypracovávat normy v oboru, umožnit styk a výměnu informací uvnitř oboru i vně; povzbuzovat další vzdělávání členů a všestranně posilovat užitečnost tohoto inženýrského oboru.

ASAE vydává měsíčník *Agricultural Engineering*, který v minulých letech doznal velkou změnu; stal se především zájmovým a organizačním periodikem.

Vědecké práce se publikují především v časopisu *Transactions of the ASAE*. Tento časopis začal vycházet v roce 1958. Proti našim sborníkům jsou publikované práce podstatně kratší (jedna z příčin je zřejmě v tom, že vědecký pracovník v USA si nemusí přivydělávat publikační činností a že na západě není zvykem honorovat vědecké práce podle délky; většinou se nehonorují vůbec a velmi často je dokonce nutno platit za obrázky a grafy).



I. Přehled prací předložených v oboru zemědělské techniky v USA v r. 1968 na letním a zimním mítinku ASAE

Poř. čís.	Tematická skupina	Počet prací	Poznámka
1	Fyzikální vlastnosti půdy, zemědělských a potravinářských produktů a biotechnika	52	180 = 52,6 %
2	Technika prostředí	50	
3	Teorie procesů	50	
4	Měřicí technika, počítače, systémová analýza	28	50 = 14,6 %
5	Energetika	27	
6	Teorie a konstrukce traktorů	15	
7	Obecné otázky konstrukce strojů a automatizace	8	81 = 23,9 %
8	Zpracování půdy, hnojení a setí	19	
9	Sklizeň polních plodin	14	
10	Sklizeň ovoce a zeleniny	15	31 = 9,1 %
11	Sklizeň speciálních plodin	5	
12	Ochrana rostlin	9	
13	Manipulace s materiálem a skladování	12	342 = 100 %
14	Zpracování odpadů	7	
15	Zemědělské stavby	31	
16	Meliorace, závlahy a vodní režim	82	
17	Lesnictví	12	
18	Ochrana půdy a přírody	24	
19	Bezpečnost práce, lidský faktor v mechanizaci	17	
20	Různé (problémy tropického zemědělství, rekreace, využití oceánů, dějiny mechanizace)	19	
	Celkem	496	



Vývoj rozsahu časopisu Transactions of the ASAE je graficky znázorněn na obrázku 2. Nápadný zlom rozsahu publikovaných vědeckých prací souvisí s akcelerací vědeckotechnické revoluce v americkém zemědělství a s všeobecným vzrůstajícím významem (a samozřejmě také podporou) vědy v zemědělské technice.

Třetí významnou publikací je ročenka ASAE, která vychází pod názvem Agricultural Engineers Yearbook. Vychází každoročně v květnu o obsahuje stanoviny a přehled organizační struktury ASAE, jména a adresy všech členů, vydané normy a doporučení, přehled výsledků zkoušek traktorů (Nebraska tests), téže disertačních prací v oboru, seznam

a výrobní programy výrobců zemědělských strojů apod.

Vedle toho vydává ASAE drobné publikace a především mikrofilmové otisky vědeckých prací, předložených na mítincích ASAE (mikrofiche).

Základním způsobem prezentace vědeckých prací v oboru zemědělské techniky v USA je předložení „paperu“ na celostátním (popř. i oblastním) mítinku. V létě se koná výroční mítink spojený s účty o činnosti a s volbami funkcionářů. V zimě se pak koná další celostátní mítink.

Mítink trvá tři dny. Práce se diskutují v dílčích komisích. Současně zasedá až 10 různých zájmových a oborových ko-

misí. Nejlepší obrázek toho, co v současné době řeší americká věda v mechanizaci, nám dá přehled a rozbor témat předložených prací. V tabulce I je uveden počet prací předložených na výročním a zimním mítinku ASAE v roce 1968.

Všechny předložené práce byly tematicky rozděleny do dvaceti skupin. Skupiny témat 1—15 tvoří zhruba náš obor zemědělské techniky. Bylo zde prezentováno celkem 342 prací (jednotlivých autorů i kolektivů). Více než polovina prací patří do oboru agrofyzikálního výzkumu a aplikace měřicí techniky a matematických metod.

Mechanizace rostlinné výroby (a zčásti i živočišné v našem pojetí) tvoří méně než čtvrtinu předložených prací. Přitom těžiště zde tvoří témata: aplikace hnojiv, mechanizace sklizně ovoce a zeleniny, manipulace a skladování a zpracování odpadů.

Velmi rozsáhlý je výzkum fyzikálních vlastností zemědělských hmot a procesů v oboru zemědělské techniky a potravinářství. Zkoumají se tepelné, mechanické i ostatní fyzikální vlastnosti, pracuje se v rozsáhlých týmech, které dovolí dokonalou přípravu experimentu i zpracování výsledků modelováním zkoumaných procesů změny fyzikálních vlastností. Některá zajímavá témata: procesy zpracování fekálií, fyzikální vlastnosti ovoce,

briketování, vaření krmiv, tepelné vlastnosti aj.

Velký počet prací se týká techniky prostředí (Environmental Engineering): kontrolovaná atmosféra skladů, obohacení atmosféry CO₂ při pěstování rostlin, regulace prostředí hospodářských zvířat.

Objevují se práce v oboru systémové analýzy a komplexního užití počítačů ve výzkumu i vývoji. Poměrně velký počet prací se týká péče o úrodnost a ochranu půdy a přírody (106 z celkového počtu 496 prací!).

✕

Organizační struktura ASAE je v současné době předmětem diskuse. Jde o vytvoření odboru, který vzniká na styku biologie a techniky — Bioengineering. Technická kolej university v Mississippi zavedla v roce 1967 výuku v oboru biologické techniky (Biological Engineering). Absolventi tohoto nového oboru naleznou uplatnění v medicíně, sanitární technice, zemědělské technice, biotechnice, fermentační technice a v oboru, který studuje systém člověk — stroj.

V diskusi se rovněž odráží skutečnost, že v zemědělské technice USA jde dnes o komplexní řešení celých složitých systémů, které jsou odrazem strukturálních změn zemědělsko-potravinářské sféry v epoše vědeckotechnické revoluce.

Doc. K. Koskuba, CSc.
Praha 1, Uhlý trh 10

OBSAH

Souček Z.: Řešení tlakových poměrů v soupravě dojícího automatu na analogovém počítači	413
Fišer Z.: Plnění silážních věží zdola v ose věže	433
Ondřej L.: Rozbor a stanovení nejvýhodnější velikosti zásobní skříňe sázečů brambor	447
Doležal B.: Dávkování kapalin a suspenzí	467
Zemědělská technika v zahraničí:	
Koskuba K.: ASAE	475

СОДЕРЖАНИЕ

Соучек З.: Решение изменения давлений в агрегате доильной установки при помощи аналоговой вычислительной машины (430). — Фишер З.: Закладка силоса в башни снизу по оси башни (445). — Ондржей Л.: Анализ и определение наиболее подходящего размера семенного ящика (бункера) у картофелесажалки (464). — Долежал Б.: Дозирование жидкостей и суспензий (474).

CONTENT

Souček Z.: Determination of Pressure Relations in an In-Pipe Milking System on an Analogue Computer (430). — Fišer Z.: Filling of Tower Silos from the Bottom in the Central Chute of the Tower (445). — Ondřej L.: Analyses and Determination of the Optimal Size of Hoppers with the Potato Planters (464). — Doležal B.: Metering of Liquids and Suspensions (474).

INHALT

Souček Z.: Lösung der Druckverhältnisse in der Rohrmelkanlage mittels eines Analogrechners (431). — Fišer Z.: Untenbeschickung der Silotürme in der Turmachse (446). — Ondřej L.: Analyse und Festlegung einer zweckmäßigsten Größe des Vorratskastens bei Kartoffellegemaschinen (465). — Doležal B.: Dosierung von Flüssigkeiten und Schwebstoffen (res. An 474).

TABLE DES MATIÈRES

Souček Z.: Solution apportée aux condition de pression dans un automate de traite au moyen d'un calculateur à analogues (431). — Fišer Z.: Le remplissage des silo-tours d'en bas suivant l'axe de la tour (res. An, Al/445-446). — Ondřej L.: L'analyse et la détermination de la grandeur optima du coffre des planteuses de pommes de terre (465). — Doležal B.: Le dosage des liquides et des suspensions (res. An/474).

MAĎARSKO MINULOSTI BYLO ZEMĚDĚLSKÝM STÁTEM

MAĎARSKO DNEŠNÍ JE ZEMĚDĚLSKOU A PRŮMYSLVOU ZEMÍ

OSVĚDČENÉ MAĎARSKÉ ZEMĚDĚLSKÉ STROJE

ZVYŠUJÍ PRODUKTIVITU PRÁCE

TRAKTORY

- D4K-B; 90 k, s pohonem všech kol
- UE-50, 55 k, s pohonem všech kol a s celou řadou zařízení pro zemědělské a lesnické práce

SUŠICÍ ZAŘÍZENÍ PRO ZEMĚDĚLSKÉ POTŘEBY

- LKB a MGF středních a vysokých výkonů
- Palivo: topný olej
- Od vojtěšky až k zelené krmné moučce
- Úsporný způsob sušení

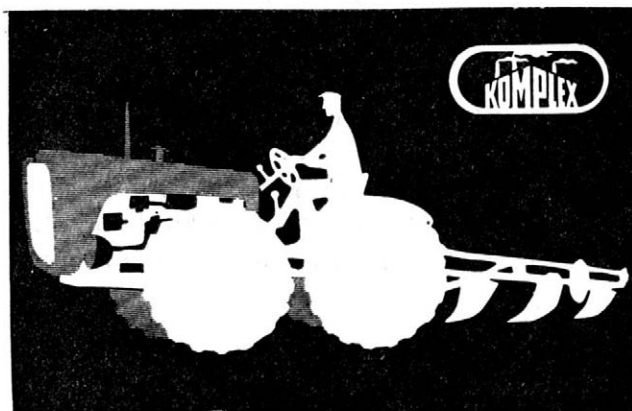
STROJE PRO OCHRANU ROSTLIN

Exportuje: K O M P L E X

**MAĎARSKÝ PODNIK ZAHRANIČNÍHO OBCHODU
PRO TOVÁRNÍ ZAŘÍZENÍ**

Budapešť VI, Népköztársaság útja 10 • Pošt. příhr. 125, Budapešť 5
Telex 610 • Telegramy: Komplex Budapest

**Informace podává: Velvyslanectví Maďarské lidové republiky, obchodní oddělení,
Štěpánská 49, Praha 2**



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