

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 29 (LVI)
PRAHA
SRPEN 1983
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3383

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Rídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

■

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

■

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

■

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

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, Rovinka): *Sedimentácia výkalov ošípaných*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8): 449–455.

Sedimentácia výkalov ošípaných má veľký význam pri ich spracovaní a pri manipulácii s nimi. V pokusoch sme stanovili závislosť zmeny objemu usadeniny od zmeny obsahu sušiny a doby sedimentácie. Závislosť bola sledovaná v časovom intervale od 0 do 24 hodín a pri zmene obsahu sušiny v splachovaných výkaloch od 1,4 do 7,1 %. V tekutej frakcii sme menili sušinu od 1,3 do 3,5 %. Z experimentov vyplynulo, že zvyšovaním obsahu sušiny vo výkaloch klesá objem sedimentu. Uvedená závislosť je vyjadrená rovnicou a graficky.

splachované výkaly ošípaných; tekutá frakcia; obsah sušiny; doba sedimentácie

Jednou z dôležitých fyzikálno-mechanických vlastností výkalov ošípaných je sedimentácia, ktorá v značnej miere ovplyvňuje technologický proces spracovania týchto výkalov.

Pri separácii sa využívajú účinky gravitačnej sily na častice s rôznou veľkosťou a rôznou mernou hmotnosťou. Skúsenosti s použitím sedimentačných nádrží v USA (Gierum a i., 1971) a v MLR (Juríček, 1975) poukazujú na jednoduchosť zariadení, ale aj na neuspokojivé separačné výsledky a na obťažnú prevádzku týchto zariadení.

Priebeh sedimentácie je ovplyvňovaný veľkosťou, tvarom a mernou hmotnosťou častíc. Na začiatku je pohyb usadzujúcej sa častice zrýchlený a po určitom čase, keď sa veľkosť sily odporu prostredia rovná hodnote gravitačnej sily, dosiahne častica maximálnu konštantnú sedimentačnú rýchlosť, ktorá je definovaná vzťahom:

$$v_m = \frac{4}{3} \cdot \frac{(\rho_s - \rho_k) \cdot g \cdot d}{\rho_k \cdot \xi}$$

kde: v_m — maximálna konštantná sedimentačná rýchlosť

ρ_s — merná hmotnosť usadzujúcej sa častice

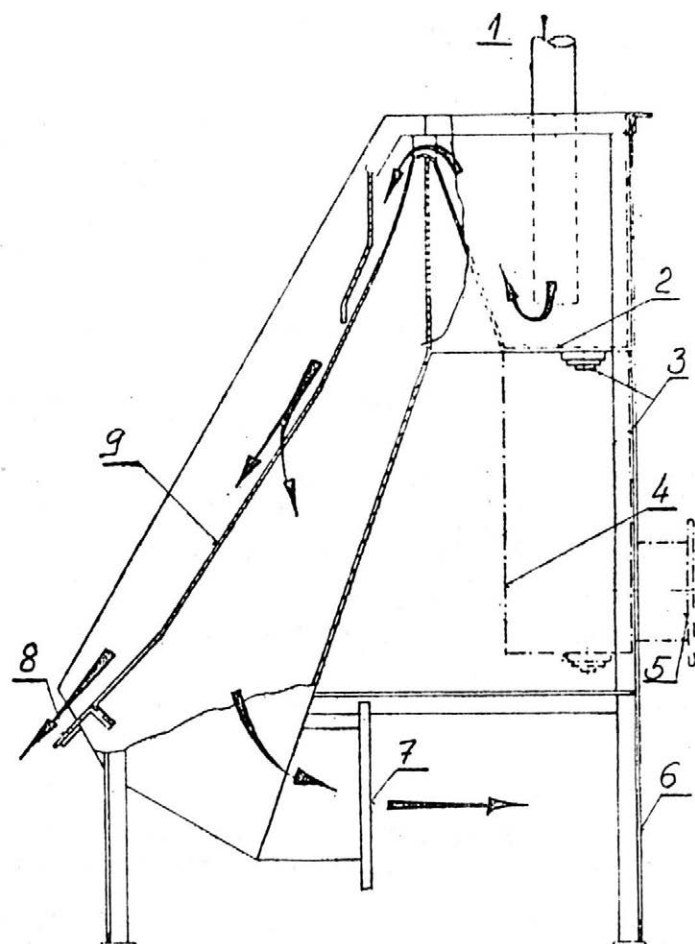
ρ_k — merná hmotnosť kvapaliny

d — priemer usadzujúcej sa častice

ξ — súčiniteľ odporu

Sedimentácia prebieha vo výkaloch ošípaných veľmi rýchlo v časovom intervale od 0 do 4 hodín (Ramacsay, 1972; Šimko a Marek, 1972; Wedekin, 1972; Juríček, 1982).

Priebeh sedimentácie výkalov ošípaných (Bölke, 1973) závisí predovšetkým od druhu zvierat, krmiva, veľkosti častíc výkalov, obsahu sušiny vo výkaloch, doby skladovania a od pohybu výkalov v zberných a skladovacích nádržiach.



1. Oblúkové sito typu Bauer-Hydrasieve — Separating sieve of the type Bauer-Hydrasieve

1 — prívod splachovaných výkalov, 2 — nádrž, 3 — výpustný otvor, 4 — alternatívna nádrž, 5 — alternatívny prívod výkalov, 6 — rám, 7 — odtok tekutej frakcie, 8 — odvod pevnej frakcie, 9 — vlastné sito

METÓDA

Priebeh sedimentácie bol sledovaný v splachovaných výkaloch ošipovaných s obsahom sušiny od 1,4 do 7,1 % a v tekutej frakcii. Tekutá frakcia bola oddelená na oblúkovom site typu Bauer-Hydrasieve (obr. 1), ktoré je výrobkom anglickej firmy Vickers. K meraniam bolo použitých 25 vzoriek splachovaných výkalov a 25 vzoriek tekutej frakcie. Výkaly pochádzali od ošipovaných vo výkrme, ktorých hmotnosť sa pohybovala od 80 do 100 kg a ktoré boli kŕmené jadrovou kŕmnou zmesou VU. Priebeh sedimentácie bol zisťovaný tým spôsobom, že v sedimentačných valcoch s priemerom 0,06 m bol v stanovených intervaloch odčítavaný objem sedimentu z jednotlivých vzoriek. Každá vzorka mala objem 0,001 m³. Objemy sedimentu boli odčítavané v časovom intervale 0,33; 0,67; 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 24 hodín.

Pre stanovenie rýchlosti sedimentácie a pre grafické znázornenie boli objemy sedimentu prepočítané na výšky hladín sedimentu vo valci. Cieľom stanoveným v metodike bolo určiť závislosť objemu sedimentu od času a od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch ošipovaných a v tekutej frakcii. Namerané výsledky boli spracované samočinným počítačom vo VÚPT Rovinka, pričom hodnoty boli testované na hladine významnosti $P = 0,05$.

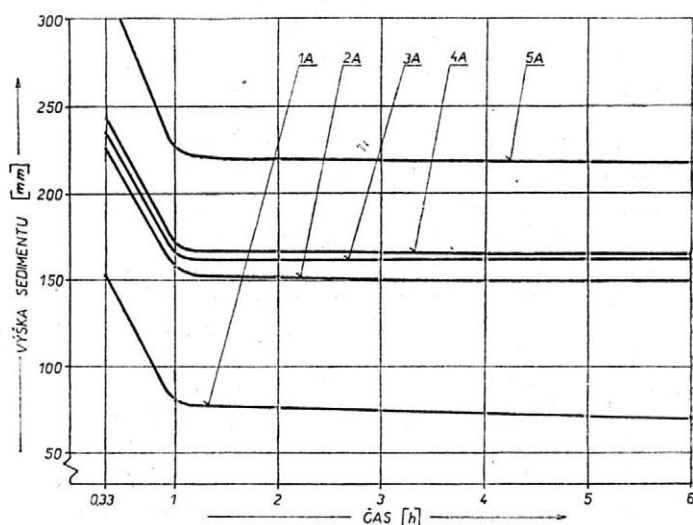
VLASTNÁ PRÁCA

Namerané údaje sú spracované tak, že závislosť objemu sedimentu od času a od obsahu sušiny je vyjadrená pomocou funkcie, ktorá je preložená experimentálne nameranými hodnotami.

I. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií pri závislosti objemu sedimentu od doby sedimentácie splachovaných výkalov ošipaných — The values of approximation constants and correlation indices for the sediment volume related to the time of sedimentation of scavenged pig slurry

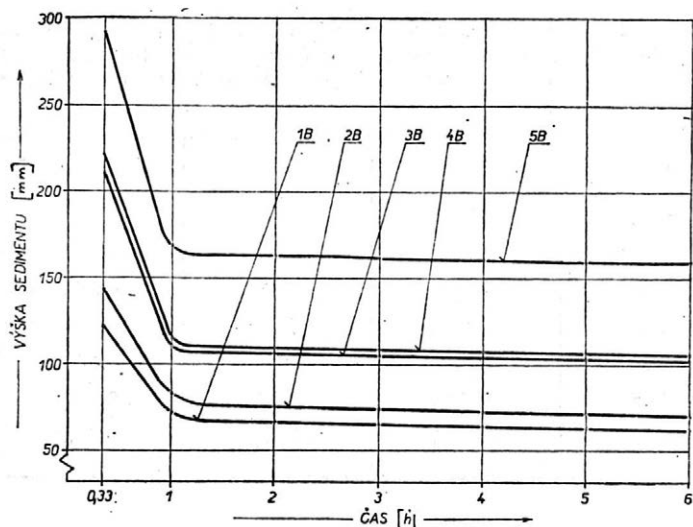
Označenie vzorky	Priemerný obsah sušiny v percentách	A_1	A	Index korelácie
1A	1,61	217,96	-52,30	0,856+++
2A	2,73	415,81	-50,03	0,819+++
3A	3,14	468,64	-45,81	0,688+++
4A	4,05	474,77	-49,21	0,775++++
5A	6,47	629,87	-37,83	0,882+++

2. Priebeh sedimentácie splachovaných výkalov ošipaných s rôznym obsahom sušiny vo vzorkách: 1A — 1,61 ‰, 2A — 2,73 ‰, 3A — 3,14 ‰, 4A — 4,05 ‰, 5A — 6,47 ‰ — The course of sedimentation of scavenged pig slurry with different contents of solids in the samples: 1A — 1.61 ‰, 2A — 2.73 ‰, 3A — 3.14 ‰, 4A — 4.05 ‰, 5A — 6.47 ‰



II. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií pri závislosti objemu sedimentu od doby sedimentácie tekutej frakcie — The values of approximation constants and correlation indices for the sediment volume related to the time of sedimentation of liquid fraction

Označenie vzorky	Priemerný obsah sušiny v percentách	A_1	A	Index korelácie
1B	1,51	198,97	-37,58	0,813+++
2B	2,31	218,27	-43,15	0,848+++
3B	2,20	296,68	-78,50	0,911+++
4B	2,38	306,54	-77,69	0,919+++
5B	3,06	465,33	-103,07	0,793+++

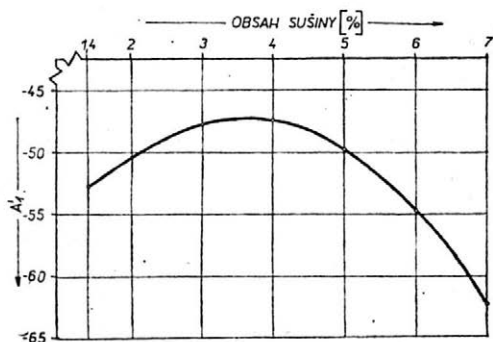


3. Priebeh sedimentácie tekutej frakcie výkalov ošipovaných s rôznymi obsahmi sušiny vo vzorkách: 1B — 1,51 %, 2B — 2,31 %, 3B — 2,20 %, 4B — 2,38 %, 5B — 3,06 % — The course of sedimentation of liquid fraction of pig slurry with different contents of solids in the samples: 1B — 1.51 %, 2B — 2.31 %, 3B — 2.20 %, 4B — 2.38 %, 5B — 3.06 %

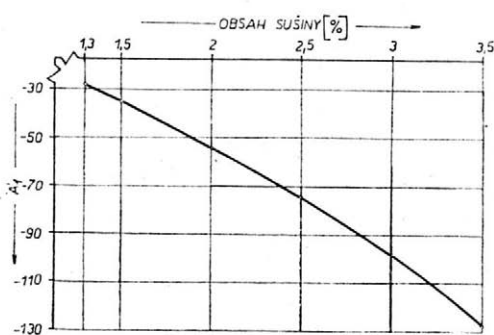
V prvej fáze bola stanovená závislosť objemu sedimentu od doby usadzovania. Tejto závislosti vyhovuje rovnica:

$$V = \frac{A'_1}{T} \cdot \log T + A'$$

Uvedená rovnica vyhovuje splachovaným výkalom s obsahom sušiny od 1,4 do 7,1 % a z nich oddelenej tekutej frakcii s obsahom sušiny od 1,3 do 3,5 %. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií sú obsiahnuté v tab. I a II. Grafické znázornenie priebehu sedimentácie vybraných vzoriek splachovaných výkalov je na obr. 2 a tekutej frakcie na obr. 3. Experimentálne merania boli vykonané v časovom intervale od 0 do 24 hodín. Vzhľadom na to, že po šiestich hodinách prebieha sedimentácia len nepatrne, je graficky zobrazená len sedimentácia v časovom období od 0 do 6 hodín. Z priebehu kriviek vidíme, že najrýchlejšie prebieha sedimentácia do jednej hodiny. Po uplynutí tohoto času jej rýchlosť postupne klesá. Po troch až štyroch hodinách sa objem sedimentu, resp. výška hladiny usadeniny vo valci, mení pomerne málo. Toto ustálenie objemu sedimentu sa prejavuje viac pri splachovaných výkaloch, ako pri tekutej frakcii. Zvyšovaním obsahu sušiny je tento jav preukaznejší.



4. Závislosť koeficientu A'_1 od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch ošipovaných — Relation of the coefficient A'_1 to the solids content in scavenged pig slurry



5. Závislosť koeficientu A'_1 od obsahu sušiny v tekutej frakcii výkalov ošipovaných — Relation of the coefficient A'_1 to the solids content in the liquid fraction of pig slurry

III. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií pri závislosti konštanty A'_1 od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch ošípaných a v tekutej frakcii — The values of approximation constants and correlation indices for the constant A'_1 related to the solids content in scavenged pig slurry and liquid fraction

Označenie vzorky	B'	B'_1	B'_2	Index korelácie
Splachované výkaly	-63,721	9,257	-1,295	0,899++
Tekutá frakcia	-15,281	-3,217	-8,185	0,830+

Pre zistenie závislosti objemu sedimentu od zmeny obsahu sušiny sme sledovali závislosť konštánt A'_1 a A' od zmeny obsahu sušiny v rovnici $V = \frac{A'_1}{T} \cdot \log T + A'$.

Závislosť konštanty A'_1 od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch a v tekutej frakcii v sledovanom intervale vystihuje rovnica kvadratickej paraboly:

$$A'_1 = B'_2 \cdot x^2 + B'_1 \cdot x + B'$$

Hodnoty indexov korelácií a aproximačných konštánt sú uvedené v tab. III. Pri pozorovaní priebehu závislosti konštanty A_1 od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch (obr. 4) vidieť, že hodnota koeficientu A'_1 pri obsahu sušiny od 1,3 do 3,5 % rastie, kým po prekročení tejto hranice klesá. V tekutej frakcii hodnota koeficientu A'_1 (obr. 5) pri sledovanom obsahu sušiny klesá, a to intenzívnejšie ako pri splachovaných výkaloch.

Závislosti druhej konštanty v uvedenej rovnici od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch a v tekutej frakcii v sledovanom intervale vyhovuje aj rovnica kvadratickej paraboly, ktorá má tvar

$$A' = C'_2 \cdot x^2 + C'_1 \cdot x + C'$$

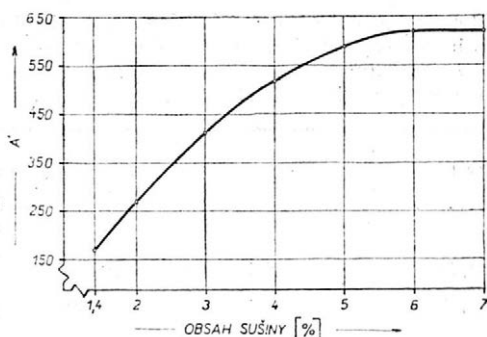
Aproximačné konštanty a indexy korelácií tejto rovnice sú uvedené v tab. IV. Z priebehu kriviek vyplýva, že zvyšovaním obsahu sušiny v splachovaných výkaloch v intervale od 1,4 do 7,0 % a v tekutej frakcii v intervale od 1,3 do 3,5 % rastie aj hodnota koeficientu A' (obr. 6 a 7). Zvyšovaním obsahu sušiny v splachovaných výkaloch nad 5,7 % rastie hodnota koeficientu A' len veľmi nepatrne.

Dosadením zistených vzťahov za konštanty A' a A'_1 do základnej rovnice dostaneme:

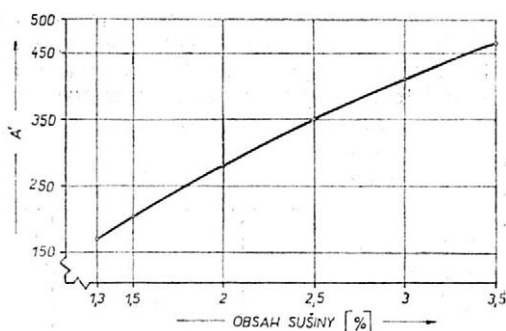
$$V = A'_1 \cdot \frac{\log T}{T} + A' = (B'_2 \cdot x^2 + B'_1 \cdot x + B') \cdot \frac{\log T}{T} + C'_2 \cdot x^2 + C'_1 \cdot x + C'$$

IV. Hodnoty aproximačných konštánt a indexov korelácií pri závislosti konštanty A' od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch ošípaných a v tekutej frakcii — The values of approximation constants and correlation indices for the constant A' related to the solids content in scavenged pig slurry and liquid fraction

Označenie vzorky	C'	C'_1	C'_2	Index korelácie
Splachované výkaly	-124,776	213,179	-18,102	0,943+++
Tekutá frakcia	-70,425	205,947	-15,156	0,928+++



6. Závislosť koeficientu A' od obsahu sušiny v splachovaných výkaloch ošípaných — Relation of the coefficient A' to the solids content in scavenged pig slurry



7. Závislosť koeficientu A' od obsahu sušiny v tekutej frakcii výkalov ošípaných — Relation of the coefficient A' to the solids content in the liquid fraction of pig slurry

ZÁVER

Vykonané experimenty a ich rozbor potvrdili poznatky, že sedimentácia prebieha najrýchlejšie v časovom intervale od 0 do 4 hodín (Gierum a i., 1971; Ramacsay, 1972; Šimko a Marek, 1972; Wedekin, 1972; Juríček, 1982), pričom najväčšia rýchlosť je do jednej hodiny.

Závislosť objemu sedimentu z výkalov ošípaných od zmeny obsahu sušiny v rozmedzí od 1,3 do 7,1 % a od doby sedimentácie v intervale od 0 do 24 hodín je vyjadrená rovnicou:

$$V = (B'_2 \cdot x^2 + B'_1 \cdot x + B) \cdot \frac{\log T}{T} + C'_2 \cdot x^2 + C'_1 \cdot x + C'$$

Objem sedimentu sa po troch až štyroch hodinách mení pomerne málo. Zmena objemu sedimentu po uplynutí tejto doby je pri splachovaných výkaloch menšia ako pri tekutej frakcii. Zvyšovaním objemu sušiny pri sedimentácii výkalov ošípaných zmena objemu sedimentu klesá.

Literatúra

- BÖLKE, M.: Zpracování, skladování a homogenizace kejdy ve velkokapacitních stájích živočišné produkce. In: Sbor. přednášek z konference socialistických států o využití kejdy skotu a prasat. Praha 1973.
- GIERUM, J. C. — KLOMP, G. — POELMA, H. R.: The separation of solid and liquid parts of pig slurry. Proc. int. Symp. Livestk Wastes. St. Joseph, Michigan, 1971.
- JURÍČEK, J.: Zmena fyzikálno-mechanických vlastností exkrementov ošípaných pri separácii na oblúkovom site typu Bauer-Hydrasieve. [Kandidátska dizertačná práca.] Nitra 1975. — Vysoká škola poľnohospodárska.
- JURÍČEK, J.: Sedimentácia výkalov ošípaných. Acta technol. agric., Univ. agric. Nitra (XXII), 1982.
- RAMACSAY, L.: Agrofyzikálne vlastnosti trusu a fekálií. [Čiastková záverečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1972.
- ŠIMKO, K. — MAREK, P.: Modelový prieskum čistenia výkalov ošípaných. Veľkovýkrmňa ošípaných Hroboňovo. Bratislava, Hydroconsult 1972.
- WEDEKIN, P.: Möglichkeiten der Aufbereitung von Gülle zur Veränderung ihrer physikalischen, chemischen und hygienischen Eigenschaften als Grundlage ihrer landwirtschaftlichen Verwertung. Wasserwirtschaftstechn., 22, 1972, č. 6, s. 184-189.

Došlo dňa 21. 2. 1983

ЮРИЧЕК, Я. (Генеральная дирекция машинно-тракторных станций и ремонтные мастерские для сельскохозяйственных машин, Ровинка): Седиментация экскрементов свиней. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8) : 449-455.

Седиментация экскрементов свиней имеет большое значение при их переработке и манипуляции с ними. При исследовании мы установили зависимость изменения объема отложения от изменения содержания сухого вещества и времени седиментации. Зависимость исследовалась в интервале времени от 0 до 24 часов и при изменении содержания сухого вещества в смываемых экскрементах от 1,4 до 7,1 %. В жидкой фракции мы меняли сухое вещество от 1,3 до 3,5 %. Эксперименты показали, что увеличением содержания сухого вещества в экскрементах понижается объем седимента. Приведенная зависимость выражена графически и в виде уравнения.

смываемые экскременты свиней; жидкая фракция; содержание сухого вещества; время седиментации

JURÍČEK, J. (General Directorate of the Machine and Tractor Stations and Farm Machine Repair-Shops, Rovinka): *Sedimentation of Pig Slurry*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8) : 449-455.

Sedimentation of pig slurry plays a great role during the treatment and handling of this slurry. A relation between the change in the sediment volume and the change in the solids content and time of sedimentation was determined experimentally. The relation was studied during the time interval of 0 to 24 hours, the change in the solids content in scavenged slurry made 1.4—7.1 %. Solids content in the liquid fraction was varied from 1.3 to 3.5 %. It was demonstrated by the experiments that an increase in the solids content in the slurry resulted in a drop of the sediment volume. This relation has been expressed by an equation and represented graphically.

scavenged pig slurry; liquid fraction; solids content; time of sedimentation

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc., Generálne riaditeľstvo strojových a traktorových staníc a opravovní poľnohospodárskych strojov, 900 42 Rovinka



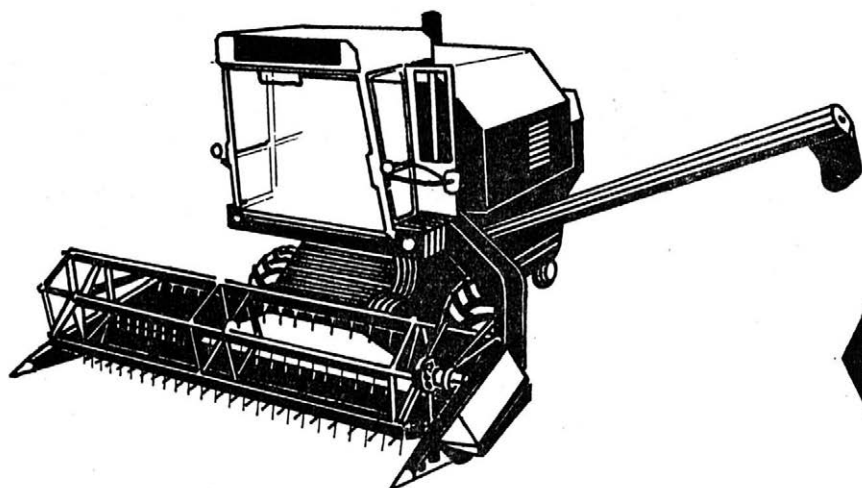
Středisko zahraničního obchodu
AGROMET-MOTOIMPORT, s.s. r.o.

Varšava, Polsko
Poštovní schránka: 990

Adresa pro telegramy:
MOTORIM WARSZAWA

Telex: 81 35 11, 81 36 65
Telefon: 23 50 71

Zveme Vás k návštěvě našich stánků č. 8 a 10 na volné ploše Z na Mezinárodním technickém veletrhu v Brně, který se koná od 14. do 21. září 1983. Budou vystavovány tyto skupiny strojů: stroje pro ochranu rostlin, sázecí stroje, sklízecí stroje — mezi nimi dva stroje pro komplexní sklizeň obilovin, stroje na hnojení, zařízení pro chov zvířat a traktory Ursus.



— **vývoz a dovoz:**

- **TRAKTORŮ**
- **ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ A NÁŘADÍ**
- **SUŠIČEK ZELENÉ PÍCE, ZAŘÍZENÍ PRO CHOV SKOTU, PRASAT A DRŮBEŽE; KOMPLETNÍCH ZAŘÍZENÍ I JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ**
- **NÁHRADNÍCH DÍLŮ PRO CELÝ SORTIMENT**
- **PRŮMYSLOVÁ KOOPERACE V RÁMCI VÝROBY TRAKTORŮ A ZEMĚDĚLSKÝCH STROJŮ**

ZHODNOCENÍ HLAVNÍCH PARAMETRŮ EXPERIMENTÁLNÍ VÝROBNY TVAROVANÝCH KRMIV PRO SKOT

K. Chmelík, P. Jevič, J. Smělý, J. Souhrada

CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SMĚLÝ, J. — SOUHRADA, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Zhodnocení hlavních parametrů experimentální výroby tvarovaných krmiv pro skot*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8) : 457-472.

V rámci hledání a ověřování nových forem výroby krmiv byla navržena a vybudována experimentální výroba tvarovaných krmiv pro skot. Po zahájení provozu se konaly provozně-laboratorní a provozní zkoušky. Zjištěné a vyhodnocené výsledky umožnily vypracovat doporučení, jak zdokonalit provoz pro uživatele výroby, a formulovat zásadní požadavky na další výzkum a vývoj v této oblasti úprav a zpracování krmiv. Energetická náročnost linky je nižší než limit uvedený příslušnými agrotechnickými požadavky. Byla prokázána efektivnost ověřované experimentální výroby tvarovaných krmiv pro skot. tvarování krmiv pro skot; energetické a výkonnostní ukazatele; efektivnost experimentální výroby tvarovaných krmiv pro skot

Nutnost zvyšovat a zkvalitňovat krmivovou základnu z vlastních zdrojů a hospodárně využívat zrniny ve výživě skotu vyžaduje hledat a ověřovat nové a zdokonalovat dosavadní formy výroby krmiv. V této souvislosti byla ověřována a hodnocena experimentální tvarovací linka TLK-701 ve výrobně tvarovaných krmiv pro skot s roční kapacitou 10 550 tun.

V ČSSR je v současné době v provozu asi 420 linek na výrobu tvarovaných krmiv, z toho je přibližně 110 linek tovární výroby, ostatní jsou sestaveny v zemědělských podnicích z jednotlivých strojů. V roce 1980 bylo přímo v zemědělských závodech vyrobeno asi 1,3 mil. tun tvarovaných směsí. Tato krmiva měla převážně charakter doplňkových směsí a jejich podstatnou složkou byly horkovzdušné úsušky píce a objemná krmiva (seno a sláma). Tvarovací linky navazují většinou na provoz horkovzdušných sušáren, na rozdíl od nich však většinou pracují celoročně.

Předností tvarovaných krmiv je, že umožňují dodržet požadovanou skladbu doplňkové krmné dávky, odstraňovat nebezpečí separace komponentů, snížit prašnost, usnadňují manipulaci, snižují potřebu skladovacích prostorů apod. [Sobolev, 1976; Achilles, 1977; Smith a Probert, 1977; Fedosejev, 1979].

MATERIÁL A METODA

Krmný efekt tvarovaných krmiv byl výzkumně i provozně dostatečně ověřen pracovníky Výzkumného ústavu výživy zvířat v Pohořelcích, kteří zpracovali a doporučili složení doplňkových tvarovaných krmiv pro skot (Jakob, 1982). Smyslem zkoušek linky TLK-701 ve výrobě tvarovaných krmiv pro skot bylo prověřit technickou a technologickou spolehlivost tvarovací linky a získat podklady pro provozní a ekonomické hodnocení.

Při provozních zkouškách linky byly zjišťovány údaje podle metodiky zkoušek, a to především:

- jednotlivé provozní časy,
- hmotnosti zpracovávaných krmiv,
- spotřeba elektrické energie,
- poruchy strojů v lince,
- potřeba lidské práce,
- organizační nedostatky.

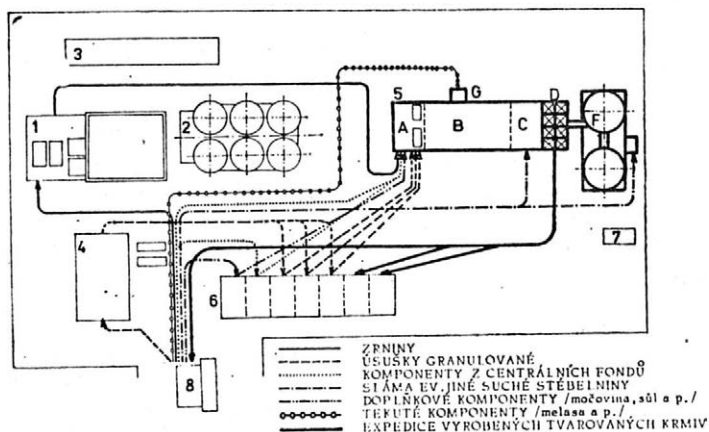
Na základě naměřených a zjištěných údajů byl vypracován rozbor a zhodnocení experimentální výroby tvarovaných krmiv pro skot s linkou TLK-701.

VLASTNÍ PRÁCE

POPIS ZAŘÍZENÍ

Výrobna tvarovaných krmiv TLK-701 je součástí zemědělského areálu vybudovaného na středisku Křičín v JZD Dolany, okres Pardubice (obr. 1) — (Chmelík aj., 1982). V tomto areálu je horkovzdušná sušicí linka 2 X BS 6 (BS-12), halový boxový sklad úsůků, posklizňová linka obilí PL 150, ocelové obilní silo ZOOS 9500 t + su-

1. Uspořádání zemědělského areálu s výrobou tvarovaných krmiv a vyznačením materiálových toků — Diagram of agricultural premises with the feed briquett- ing plant and with the designated material flows



- 1 — posklizňová linka PL 150
- 2 — ocelové obilní silo ZOOS 9500 t
- 3 — sušárna obilí 25 t. ha⁻¹
- 4 — horkovzdušná sušicí linka 2 X BS-6
- 5 — linka TL 701

- A: přijímová část komponentů
B: vlastní výroba
C: příprava suchých stébelnin (sláma, seno)
D: expediční část
E: věžové sklady stébelnin s vybíračem

- G: zásobník tekutých komponentů
6 — halový boxový sklad surovin, granulovaných úsůků a hotových tvarovaných krmiv
7 — trafostanice
8 — mostní váha

šárna obilí LSO 11-204.15. Na linku TLK je dopravními cestami přímo napojena dvojice věžových skladů SVT 12/20 na slámu, popř. na seno, s aktivním dosoušením studeným vzduchem.

Linka TLK je určena pro výrobu doplňkového tvarovaného krmiva pro výkrm skotu z jetelotravních a senných mouček (event. sena), bílkovinných koncentrátů, slámy, melasy či jiných kapalných složek, cukrovarnických sušených řízků, minerálních a vitamínových přísad apod. Mohou se na ní zpracovávat i suroviny, které jsou vedlejšími produkty zemědělské výroby. Strojní zařízení umožňuje vyrábět tvarované krmivo o průměru 8, 14, 20 a 30 mm.

Příjem surovin, jejich zpracování, dávkování, míchání, tvarování, chlazení, stabilizace vyrobených produktů a inspirace jsou patrné z technologického schématu na obr. 2.

Ovládání linky je následné s blokováním při rozběhu a chodu. Kromě tvarovacího lisu se linka ovládá z centrálního odhlučněného velínu. Lis TL 701 s elektromotorem s kroužkovou kotvou typu MAGp a rotorovým spouštěčem typu SOR-5T s ručním ovládáním se spouští přímo.

Celkový instalovaný příkon jednotlivých strojů linky TKL-701, včetně slámového hospodářství, činí 412,55 kW.

DÁVKOVÁNÍ A MÍCHÁNÍ

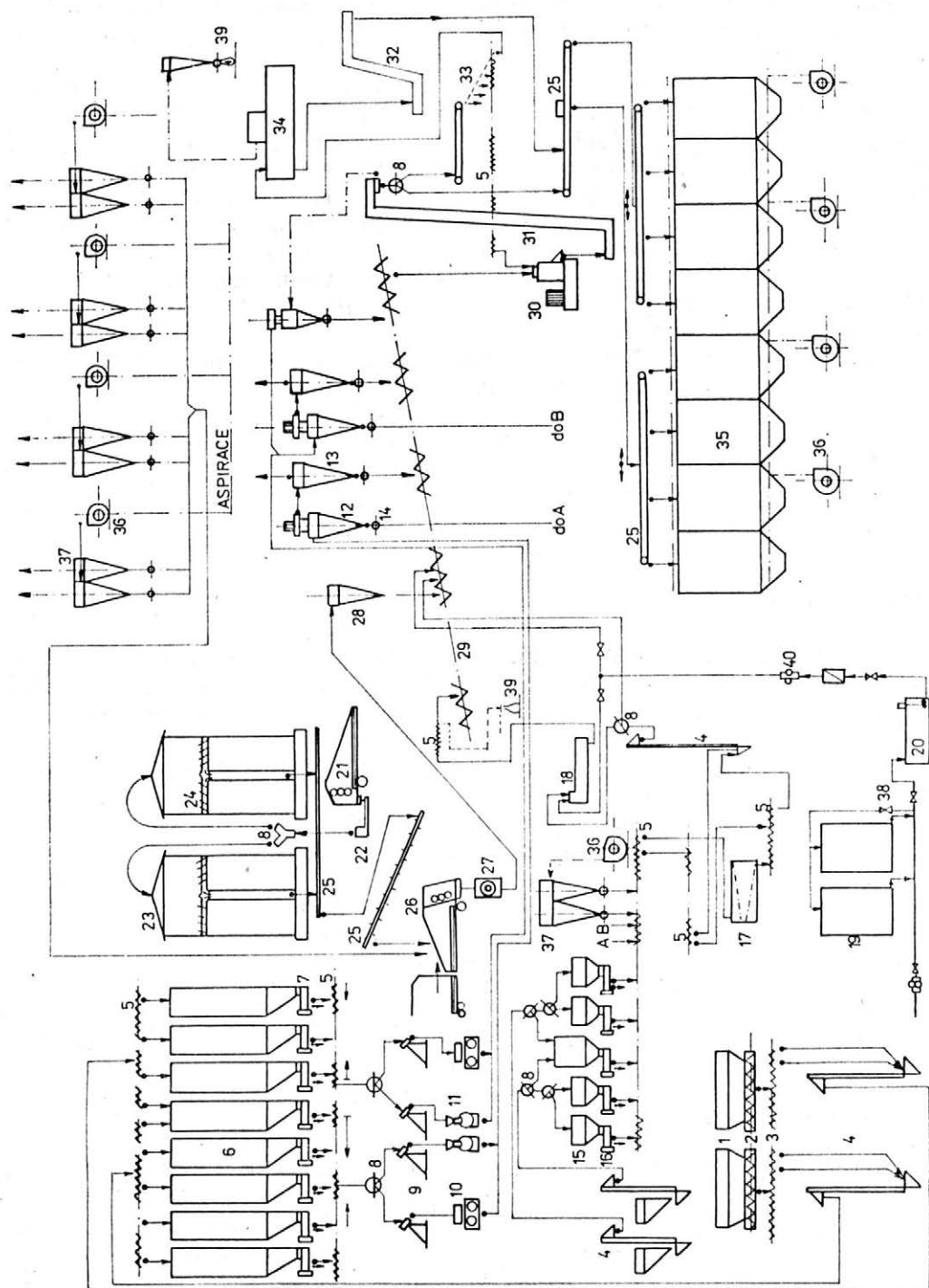
Dávkovací zařízení jsou určujícím prvkem materiálových toků v lince TLK-701 a jsou směrodatná pro dodržení receptury vyráběných tvarovaných krmiv. Kromě toho ovlivňují společně s kontinuálním mísičem rovnoměrnost složek ve směsi.

Dávkování sypkých komponentů je zajišťováno objemovými šnekovými dávkovači typu SDE. Základem změny výkonu je změna doby chodu od 5 do 60 s a změna polohy regulačního hradítka, které zvětšuje nebo zmenšuje průřez nad šnekovnicí.

Nastavení výkonu v širokém rozsahu umožňuje různá charakteristika dávkovací šnekovnice, tj. různé stoupání šnekovnice a nastavení potřebné doby chodu dávkovače, který se opakuje v pravidelných časových intervalech. Intervaly přerušovaného chodu jsou u skupiny všech dávkovačů typu SDE 160 řízeny dalším časovým relé s rozsahem od 30 s do 360 s. Toto časové relé ovládá zapínání ovládacích relé dávkovačů. Základní časový interval řídicího relé je 60 s. Interval lze zkracovat až na hodnotu, která se rovná nejdelšímu dávkovanému času + 2 s, nastavenému u jednoho nebo více dávkovačů. Zkracováním základního časového intervalu se výkonnost linky zvyšuje (proporcionálně je nutné zvýšit i množství objemové a tekuté složky), prodloužením intervalu se výkonnost snižuje. Prodloužení je možné (s ohledem na zamíchanost) maximálně na 90 s.

Základní funkcí kontinuálního mísiče (obr. 3) je zmírnit vliv nespojitě dávkovaných složek dávkovači SDE 160 na kvalitu — rovnoměrnost složení — vyrobených tvarovaných krmiv (Polák, 1982). V tomto mísiči dochází k mísení třemi způsoby:

— v obou bubnech je materiál u stěny vynášen a po překročení sypného úhlu padá zpět do spodní části bubnu. To vede k neustálé tvorbě nových povrchů a přeskupování částic;

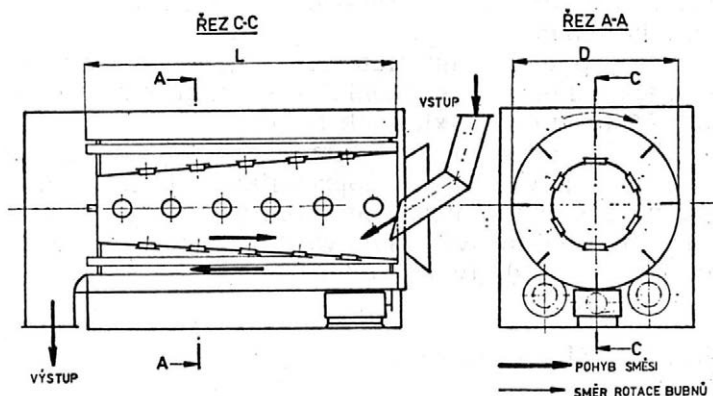


2. Technologické schéma linky TLK-701 — Technological diagram of the TLK-701 line

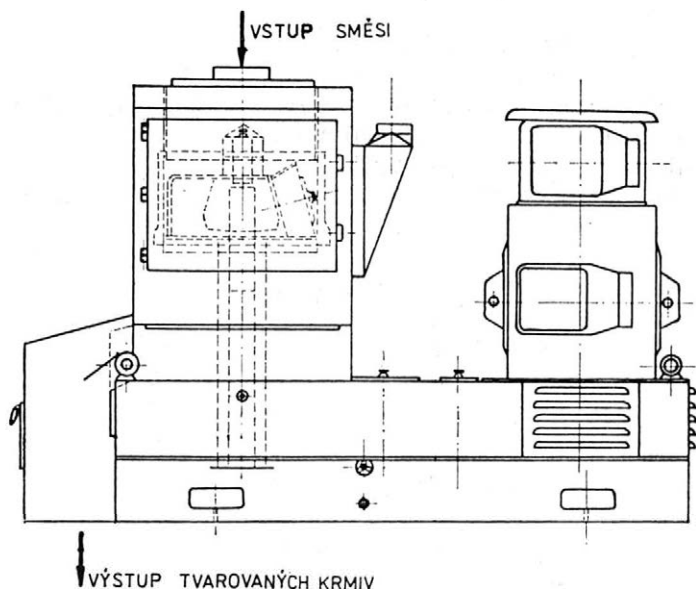
Vysvětlivky k obr. 2

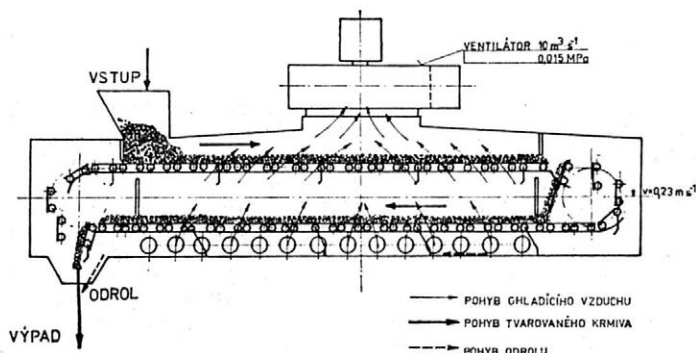
1 — příjmový koš; 2, 3, 5 — šnekový dopravník; 4 — korečkový elevátor; 6 — zásobníky zrnin a úsušků; 7 — dávkovač SDE 160/1.20; 8 — dvojcestná klapka; 9 — magnetická deska; 10 — šrotovník zrnin UH 63/B; 11 — drtič úsušků; 12 — odprašovací komora; 13 — odlučovač objemový; 14 — vzduchový uzávěr; 15 — zásobníky mikrokomponentů; 16 — dávkovač SDE 160/1.28; 17 — kontinuální mísič; 18 — mísič šrotů a melasy; 19 — zásobníky melasy; 20 — provozní nádrž melasy; 21 — dávkovací dopravník DOD-3; 22 — metač FG 35; 23 — věžový sklad slámy SVT 12/20; 24 — rozrovnávač a vybírač RVSV 150; 25 — pásový dopravník; 26 — dávkovací dopravník MINOR III; 27 — štípač stébelnin; 28 — objemový odlučovač stébelnin; 29 — směšovací dopravník; 30 — lis TL 701; 31, 32 — korečkový dopravník tvarovaných krmiv; 33 — třídič odrolu; 34 — chladič tvar. krmiv; 35 — expediční zásobníky; 36 — provzdušňovací ventilátory; 37 — objemový odlučovač aspirace; 38 — ventil; 39 — pytlovací šneky; 40 — dávkovací čerpadlo

3. Schéma kontinuálního mísiče o výkonnosti $4 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ — Diagram of a continual feed mixer with the throughput 4 t per h



4. Tvarovací lis TL 701 — Briquette press TL 701





5. Schéma pásového chladiče o výkonnosti $5 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ — Diagram of a belt cooler with the throughput 5 t per h

— rozdělením axiálního toku materiálu do dvou proudů, které se pohybují opačným směrem, se zvětší průměrná doba zdržení materiálu v mísiči a umožní se promísení partií, které vstoupily do zařízení v nejstejnou dobu;

— propadáváním materiálu otvory ve vnitřním bubnu dochází k neustálému dělení a spojování dílčích proudů, a tím k intenzivnímu mísení částic v obou axiálních tocích.

Přidávané množství slámy (event. sena) se reguluje změnou rychlosti dna dávkovacího dopravníku při konstantních otáčkách rozdružovacích válců. Dávkování tekutých komponentů zajišťuje dávkovací čerpadlo. Jednotlivé dávkované komponenty jsou směšovací dopravníkem vedeny do tvarovacího lisu.

TVAROVÁNÍ A CHLAZENÍ

Klíčovým prvkem linky TLK je tvarovací lis TL 701 (obr. 4). Chlazení zajišťuje pásový chladič (obr. 5) — (Polák a Malý, 1982).

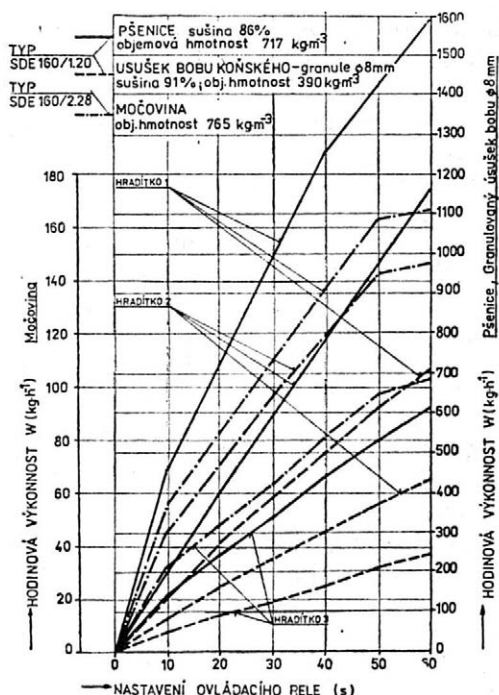
ORGANIZACE PROVOZU

V každé směně pracují tři pracovníci, podřízeni vedoucímu výroby tvarovaných krmiv: vedoucí směny, strojník a pomocný pracovník. Začátek a konec pracovní směny se může upravit v závislosti na průběhu energetické špičky. Doplnění krmných komponentů a zásoby slámy zajišťuje jeden pracovník nakladačem UNC-053, vyrobená doplňková tvarovaná krmiva expeduje řidič Avie 30. Krmivo se rozváží do jednotlivých stájí tak, že se vždy celý náklad složí v přípravně dané stáje a spotřebovává se v údobí, jehož délka závisí na počtu kusů skotu ve stáji; plán rozvozu je vypracován tak, aby zásoba tvarovaných krmiv byla včas doplňována. Tvarovanými krmivy se krmí celkem 1760 dojníc a 2950 kusů ostatního skotu ve 32 stájích; průměrná dopravní vzdálenost činí 5,7 km. Dispozici areálu s výrobnou tvarovaných krmiv na farmě Křičín a průběh materiálových toků znázorňuje obr. 1.

VÝSLEDKY PROVOZNĚ-LABORATORNÍCH ZKOUŠEK

Kritériem pro hodnocení kvality práce dávkovačů je přesnost dávkování: přiblížení skutečné průtočné hmotnosti dané složky průměrné

6. Výkonnostní charakteristiky dávkovačů SDE 160 — Throughput characteristics of the batchers SDE 160



hmotnosti; odchylka od zadané hodnoty se označuje jako přesnost dávkování a vyjadřuje se procentem ze zadané hodnoty. Abychom mohli přesnost dávkování posoudit, ocejchovali jsme dávkovače SDE 160/1.20 pro dávkování makrokomponentů a SDE 160/1.28 pro dávkování mikrokomponentů. Jejich výkonnostní charakteristiky jsou znázorněny na obr. 6. Přesnost dávkování každého jednotlivého dávkovače odpovídá požadavkům A/ZOOTP na přesnost dodržení dávkování komponentů, což je vedlejší pomocný ukazatel přesnosti dodržení receptur (Brabec aj., 1979):

- u komponentů zastoupených v tvarovaných krmivech od 0,5 do 5,0 % hmotnosti ve směsi ± 10 %,
- u komponentů zastoupených v tvarovaných krmivech přes 5,0 % hmotnosti ve směsi ± 5 %,
- u objemných komponentů (slámy) ± 10 %.

Přesnost dávkování slámy (MINOR III) se pohybovala od ± 15 do ± 25 %.

Zkoušky prototypu mísiče byly zaměřeny na sledování vlivu koncentrace indikační látky, fyzikálních vlastností složek a frekvence otáčení bubnu na výslednou homogenitu směsi. Jako indikační látka zde byla zvolena krmná sůl (chlorid draselný).

Jako měřítko stejnoměrnosti směsi při zkouškách kontinuálního mísiče byl zvolen variační koeficient koncentrace hlavních složek směsi v jednotlivých vzorcích.

Stupeň promísení, dosažený v kontinuálním mísiči, lze hodnotit z hlediska vlivu koncentrace chloridu draselného (od 1,5 do 7 %), z hlediska promísení různých materiálů (chlorid draselný + pšeničný šrot, chlorid draselný + ovesný šrot, chlorid draselný + pšeničný šrot + drť

ze slámy a další kombinace) a z hlediska frekvence otáčení bubnu (frekvence otáčení od 0,25 do 0,52 Hz) jako velmi dobrý. Variační koeficient byl vždy podstatně nižší než 0,05.

Frekvence otáčení bubnu se uplatňuje dvěma protichůdnými vlivy. S rostoucí frekvencí vzrůstá počet přeskupení materiálu za jednotku času, což je výhodné, ale zároveň se zkracuje doba prodlení materiálu v mísiči, a to působí nepříznivě na promísení směsi. Optimální nastavení otáček se pohybuje v rozmezí od 0,33 do 0,42 Hz.

Vzhledem k nespojitě pracujícím dávkovačům typu SDE 160, bez ohledu na výsledek měření kvality jejich práce, je rozhodující rozbor kvality směsi před vstupem do tvarovacího lisu a rozbor hotových produktů, tedy hodnocení kvality práce celé soustvy dávkovačů.

Kontinuální mísič nemůže v zásadě vyrovnat nepřesnosti dávkování, které vedou k odchylkám v receptuře. Vyrovnávací účinek kontinuálního mísiče při dávkování mikrokomponentů je především určen účinnou průměrnou délkou setrvání částic v míchačce.

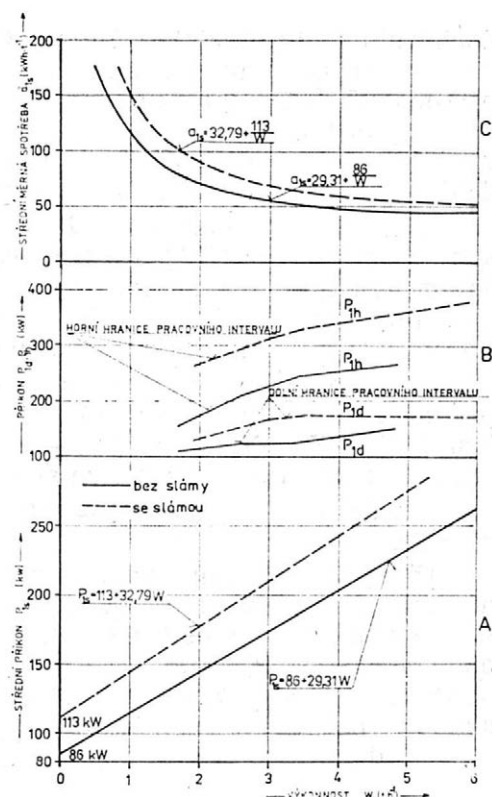
V rámci těchto zkoušek i během celého ověřovacího provozu byly odebírány vzorky vyrobených krmiv pro všechny kategorie krmených zvířat na rozbor. Zvláštní pozornost byla věnována takovým komponentům (jako je např. močovina), jejichž předávkování může způsobit skupinový úhyn. Na základě výsledků rozborů odebraných vzorků lze konstatovat, že dosažený stupeň dávkování, promísení mikrokomponentů v kontinuálním mísiči a promísení kompletní směsi ve směšovači, jenž zároveň plní dopravní funkci této směsi do tvarovacího lisu, je vyhovující, ovšem systém nespojitě pracujících objemových dávkovačů nezajišťuje přesné složení, stanovené recepturou vyráběných krmiv. Během celého ověřovacího provozu nedošlo k předávkování přísad, jako je močovina apod. Kontinuální mísič je schopen v systému dávkování a mísení tlumit kolísání dávkovaného množství mikrokomponentů.

Příkony a spotřeba elektrické energie celé linky a některých hlavních strojů byly současně s výkonností měřeny měřicím zařízením VÚZT nepřímou metodou s použitím měřicích transformátorů proudu s proudovými hodnotami vhodně nastavenými podle velikosti zatížení jednotlivých elektromotorů. Měřilo se při chodu sledovaných strojů bez průtoku materiálu, při tvarování krmiv, bez přídatku objemné složky (slámy) a s přídatkem objemné složky.

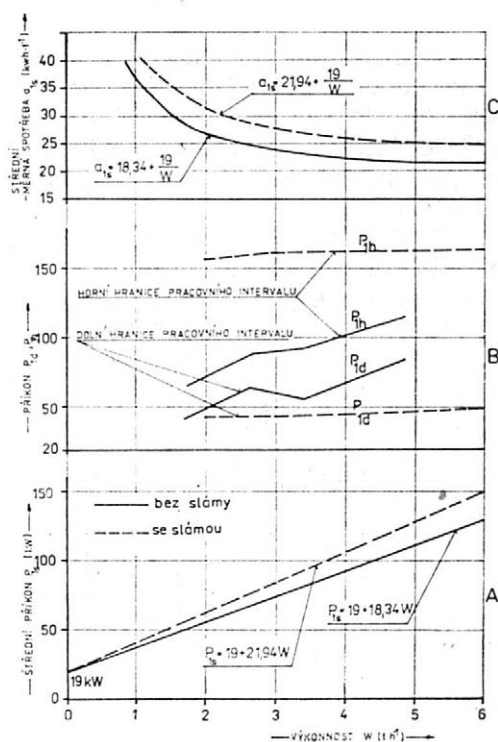
Při zpracování komponentů bez slámy se výkonnost linky (W) pohybovala od 1,70 do 4,83 t. h⁻¹ při průměrné výkonnosti 3,13 t. h⁻¹; při zpracovávání krmiv s přídatkem slámy v rozmezí 28 až 35 % z celkového množství činila výkonnost 1,93 až 4,60 t. h⁻¹ při průměrné výkonnosti 3,24 t. h⁻¹. Těmito výkonnostem odpovídají měrné spotřeby elektrické energie (a_{1s}) a příkony (P_{1s}), jejichž závislosti znázorňují pracovní charakteristiky pro celou linku a klíčový stroj linky, tj. tvarovací lis TL 701. Na obr. 7 jsou vyznačeny pracovní charakteristiky celé linky TLK-701; směrnice přímkových závislostí mezi výkonností W a příkonem P_{1s} [$P_{1s} = f(W)$] ukazují, že při tvarování s přídatkem slámy roste P_{1s} se zvyšováním W rychleji než při tvarování krmiv bez slámy. Úsek na ose P_{1s} představuje příkony linky bez průchodu materiálu: pro linku (mimo stroje zajišťující dávkování a dopravu slámy) činí příkon 86 kW a pro celou linku 113 kW.

Z průběhů horní a dolní hranice příkonů pracovního intervalu linky, jež znázorňují, k jakým nejnižším a nejvyšším příkonům (P_{1d} , P_{1h})

7. Pracovní charakteristiky linky TLK-701 — A: závislost středního příkonu na výkonnosti $P_{1s} = f(W)$; B: průběh horní a dolní hranice příkonů pracovního intervalu; C: závislost měrných spotřeb na výkonnosti $a_{1s} = f(W)$ — Working characteristics of the TLK-701 line — A: relation of the mean input power to the throughput $P_{1s} = f(W)$; B: the course of the upper and lower limits of the input power of the working interval; C: relation of the specific consumptions to the throughput $a_{1s} = f(W)$



8. Pracovní charakteristika lisu TL 701 — A: závislost středního příkonu na výkonnosti $P_{1s} = f(W)$; B: průběh horní a dolní hranice příkonu pracovního intervalu; C: závislost měrných spotřeb na výkonnosti $a_{1s} = f(W)$ — Working characteristics of the press TL 701 — A: relation of the mean power input to the throughput $P_{1s} = f(W)$; B: the course of the upper and lower limits of the input power of the working interval; C: relation of the specific consumptions to the throughput $a_{1s} = f(W)$



docházelo (i krátkodobě) během měření při dané výkonnosti, vyplývá, že nejvyšší a nejnižší příkony (P_{1h} , P_{1d}) zachovávají tendenci středního příkonu (P_{1s}). To znamená, že se zvyšováním P_{1s} jako funkcí W se také zvětšuje příkon P_{1d} a P_{1h} . Větší rozdíl mezi P_{1d} a P_{1h} je patrný při tvarování krmiv s podílem slámy a je způsobený zejména nepravidelným dávkováním slámy (viz hodnocení přesnosti dávkování).

Lineárním závislostem $P_{1s} = f(W)$ odpovídají průběhy měrných spotřeb a_{1s} [$a_{1s} = f(W)$]. Měrná spotřeba elektrické energie se zvyšováním výkonnosti linky klesá: je zřejmé, že linka by měla pracovat při výkonnosti minimálně 3 t.h⁻¹. Při podílu slámy 28 % a výkonnosti linky 3,2 t.h⁻¹ činila měrná spotřeba a_{1s} 74,2 kWh.t⁻¹.

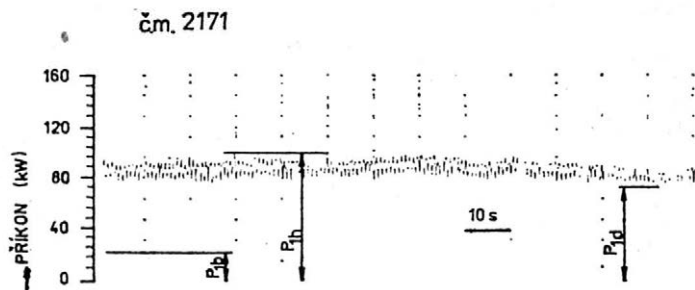
Pracovní charakteristiky pro lis 701 znázorňuje obr. 8. Příkon lisu při chodu naprázdno činí 19 kW, což je 17 % příkonu elektromotoru lisu (110 kW). Příkon roste — podobně jako u linky — s výkonností rychleji při tvarování krmiv se slámou.

Závěry u závislosti $a_{1s} = f(W)$ pro celou linku platí i pro tvarovací lis.

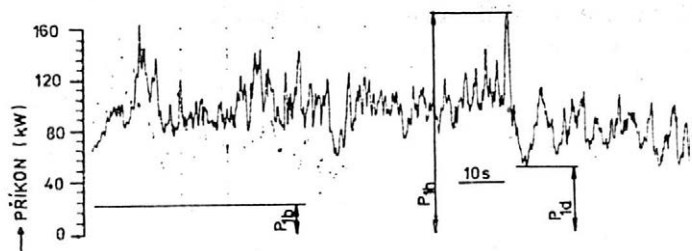
Ukázka dvouminutového registračního záznamu okamžitých příkonů lisu při tvarování bez podílu slámy při výkonnosti 3,4 t.h⁻¹ je na obr. 9 a při výkonnosti 3,2 t.h⁻¹ s podílem 28 % hmotnosti slámy na obr. 10. Rozdíl $P_{1h} - P_{1d}$ (obrázky 9 a 8B) při tvarování bez podílu slámy nepřesáhl 40 kW. Velmi rozdílně se choval lis při tvarování krmiv se slámou (obrázky 10 a 8B). Rozdíl $P_{1h} - P_{1d}$ zde činil až 120 kW a často k němu docházelo ve velmi krátkém časovém intervalu.

KVALITATIVNÍ HODNOCENÍ

Kvalitativní hodnocení vyrobených tvarovaných krmiv vycházelo z požadavků daných A/ZOOTP. Konečná teplota má po vychlazení činit nejvýše 25 °C, v letním období se připouští teplota maximálně o 5 °C vyšší, než je teplota vnějšího prostředí. Teplota tvarovaných krmiv za lisem se pohybovala od 43 do 55 °C, dopravou do chladiče se snížila o 4 až 10 °C podle teploty okolního prostředí. Ochlazení v chladiči činilo 10 až 20 °C, opět v závislosti na teplotě okolního prostředí. Teploty za chladičem o 5 °C vyšší než byla teplota okolního prostředí bylo dosaženo pouze tehdy, byla-li naměřena výstupní teplota tvarovaných krmiv z lisu menší než 50 °C, tedy při nevhodném seřízení lisu nebo při opotřebovaných rolnách a matici. Při vyšších hodnotách se pohybovala teplota tvarovaných krmiv po výstupu z chladiče do hodnoty + 10 °C nad teplotou okolí.



9. Registrační záznam okamžitých příkonů lisu TL 701 (výkonnost 3,4 t.h⁻¹) — Record of the instantaneous input powers of the press TL 701 (throughput 3.4 t per h)



10. Registrační záznam okamžitých příkonů lisu TL 701 (výkonnost 3,2 t.h⁻¹, podíl slámy 28 % hmotnosti) — Record of the instantaneous input powers of the press TL 701 (throughput 3.2 t per h, straw proportion 28 % of the mass)

Pevnost v tlaku má u tvarovaných krmiv činit po procesu stabilizace, tj. minimálně 24 hodiny po výrobě, 0,8 až 1,5 MPa. Pevnost vyrobených tvarovaných krmiv po 24hodinové stabilizaci činila v podélném směru za lisem průměrně 1,77 MPa, v podélném směru před chladičem 1,17 až 2,02 MPa a v podélném směru za chladičem 1,48 až 2,29 MPa.

Množství odrolu bylo v průběhu zkoušek značně kolísavé podle kvality vyráběných krmiv, event. podle obsahu slámy ve směsi. U vzorků odebraných za lisem se odrol pohyboval od 8 do 28 %, před třídičem odrolu od 10 do 33 %, za třídičem před chladičem od 7 do 11 % a za chladičem od 8 do 12 %. U tvarovaných krmiv s objemovými krmivy do 30 % hmotnosti má být podíl odrolu do 10 % z celkové hmotnosti (za odrol se považují částice v jednom směru menší než 8 mm).

PROVOZNÍ OVĚŘOVÁNÍ

Provozní ověřování probíhalo od dubna 1981 do října 1982. Některé údaje ze sledování provozu linky uvádí tab. I.

Za dobu trvání ověřovacího provozu bylo zpracováno 11 282,5 t surovin a vyrobeno 11 088 t tvarovaných krmiv o průměru 20 mm. V posledních čtyřech měsících ověřovacího provozu bylo vyráběno tvarované krmivo o průměru 14 mm. Ztráty hmotnosti ve výrobním procesu činily 1,72 %. Celkový pracovní čas linky po dobu ověřování činil 4330 hodin, tj. měsíční průměr 227,9 hodiny.

V dalším textu jsou stručně uvedena základní hlediska pro hodnocení linky.

— **V ý k o n n o s t:** Ve sledovaném údobí bylo dosaženo těchto průměrných výkonnostních ukazatelů tvarovací linky:

— výkonnost na 1 h lidské práce	0,78 t . h ⁻¹
— výkonnost v hlavním čase T_1	3,90 t . h ⁻¹
— výkonnost v produktivním čase T_{04}	2,58 t . h ⁻¹
— průměrná denní výkonnost linky	28 t

— **Provozní spolehlivost:** Průměrná hodnota ukazatelů provozní spolehlivosti za sledované údobí:

— koeficient funkční pohotovosti (K_{41})	= 0,89.
— koeficient technické pohotovosti (K_{42})	= 0,81

Koeficient funkční pohotovosti hodnotí technologické poruchy (např. ucpání některého ze strojů v lince nebo dopravních cest apod.). Jeho hodnota je pro danou linku uspokojivá, např. experimentální plně me-

I. Některé údaje provozního ověřování experimentální linky TLK-701 — The data obtained during the operational checks of the experimental line TLK-701

Poř. č.	Údaj	Symbol, výpočet	Jednotky	Celková suma (duben 1981 až říjen 1982)	Průměrná hodnota (poř. č. 1 až 19 = průměr za měsíc)
1	Množství navezených komponentů	Q_p	t	11 282,5	593,82
2	Množství vyrobeného tvarovaného krmiva	Q	t	11 088,03	583,58
3	Průměrné množství zpracované za den	Q_d	t	—	28,01
4	Spotřeba elektrické energie	A	kWh	731 811	38 516
5	Celkový pracovní čas	T_{08}	h	4 330,5	227,9
6	Průměrná denní pracovní doba obsluhy	T_p	h	—	10,5
7	Počet hodin lidské práce	T_{LP}	h	13 996,5	736,66
8	Potřeba lidské práce na jednotku hmotnosti	$L_P = Q \cdot T_{LP}^{-1}$	$h \cdot t^{-1}$	—	1,29
9	Čas hlavní	T_1	h	2 862,5	150,66
10	Čas pomocný	T_2	h	21	1,11
11	Čas údržby a úklidu	T_3	h	431	22,68
12	Čas technologických prostojů	T_{41}	h	295,5	15,5
13	Čas odstranění technických poruch	$T_{42} = T_{421} + T_{422}$	h	656,5	34,5
14	Čas odstranění pracovníky JZD	T_{421}	h	564,5	29,7
15	Čas odstranění jinými podniky (TMS Pardubice)	T_{422}	h	92	4,84
16	Čas produktivní	$T_{04} = T_1 + T_2 + T_3 + T_{41} + T_{42}$	h	4 266,5	224,55
17	Čas ostatních prostojů	$T_7 = T_{72} + T_{73}$	h	64	3,37
18	Čas přerušení dodávky elektrické energie	T_{72}	h	7	0,37
19	Čas prostojů z organizačních příčin	T_{73}	h	57	3
20	Koeficient využití produktivního času	$K_{04} = T_1/T_{04}$	—	—	0,65
21	Koeficient funkční pohotovosti	$K_{41} = T_1 \cdot (T_1 + T_{41})^{-1}$	—	—	0,89
22	Koeficient technické pohotovosti	$K_{42} = T_1 \cdot (T_1 + T_{42})^{-1}$	—	—	0,81
23	Koeficient organizačních prostojů	$K_{73} = T_1 \cdot (T_1 + T_{73})^{-1}$	—	—	0,96

Poř. č.	Údaj	Symbol, výpočet	Jednotky	Celková suma (duben 1981 až říjen 1982)	Průměrná hodnota (poř. č. 1 až 19 = průměr za měsíc)
24	Výkonnost v hlavním čase	$W_{01} = Q \cdot T_1^{-1}$	t.h ⁻¹	—	3,9
25	Výkonnost v produktivním čase	$W_{04} = Q \cdot T_{04}^{-1}$	t.h ⁻¹	—	2,6

chanizovaná míchárna objemových krmiv pro skot s výkonností 20 t . h⁻¹ v hlavním čase vykazovala v dlouhodobém ověřovacím provozu $K_{41} = 0,92$. Koeficient technické pohotovosti hodnotí na základě délky trvání technických poruch technickou úroveň linky; rovněž jeho hodnota je v případě technicky náročné linky uspokojivá — v případě uvedené míchárny činil $K_{42} = 0,80$.

— Opravárenský servis: Všechny poruchy byly opraveny v nejkratší době vlastními silami; v případě, že poruchy byly větší nebo že byly nutné náhradní díly, byl vždy k dispozici servis výrobce — TMS. V průběhu ověřovacího provozu provedl TMS Pardubice deset větších oprav.

— Potřeba lidské práce: Během ověřovacího provozu bylo odpracováno celkem 13 996,5 hodiny, což přepočteno na jednotku vyrobených krmiv je 1,29 h . t⁻¹. Tato hodnota je nižší než údaje projektovaného úkolu (1,53 h . t⁻¹).

— Posouzení pracovního prostředí: Posouzení experimentální výroby tvarovaných krmiv z hlediska bezpečnosti práce, prašnosti a hluku vypracovala SZZPLS v Praze-Řepích. Obsahuje tyto hlavní závěry:

- z hlediska bezpečnosti práce byly uvedeny nedostatky, které je provozatel schopen odstranit vlastními prostředky;
- koncentrace prachu podle hygienického předpisu vyhovuje pro místa a dobu pobytu vedoucího směny a strojníka; u pomocníka je přípustná koncentrace překročena o 5,1 mg . m⁻³;
- při sledování zátěže hlukem u jednotlivých pracovníků bylo zjištěno, že pouze směnový mistr není nadměrně zatěžován — jeho expozice je právě na přípustné hranici, ostatní dva pracovníci jsou přetěžováni nadměrnou hlukostí.

— Potřeba elektrické energie: Celková potřeba elektrické energie během ověřovacího provozu činila 731 811 kWh, což představuje v průměru 66,0 kWh na tunu vyrobených tvarových krmiv. Vzhledem k tomu, že byla vyráběna tvarovaná krmiva se zastoupením objemné složky maximálně do 30 %, je zjištěná hodnota o 12 % nižší, než požadují A/ZOOTP.

Výrobní tvarovaných krmiv na farmě Křičeň JZD Dolany je experimentální stavbou. Při jejím závěrečném hodnocení bylo proto požadováno porovnat dosaženou efektivnost s efektivností vyjádřenou v projektovém úkole v rozsahu uvedeném v § 25 směrnice FMTIR č. 17 o hodnocení efektivnosti investic. Toto porovnání na základě uvedené směrnice bylo provedeno pomocí tzv. převedených nákladů; kritériem je minimum převedených nákladů, které s přihlédnutím k činiteli času a omezenosti výrobních zdrojů zahrnují komplexní nároky výstavby a provozu investice za dobu její ekonomické životnosti. Aby bylo dosaženo srovnatelnosti, bylo nutné v určitých případech údaje upravit (např. stejná úroveň výrobnosti, k ní vztažené určité složky nákladů a náklady na suroviny).

Posléze byly podle daného postupu stanoveny převedené náklady:

- varianta 1 (projektový úkol): 19 236 620,— Kčs
- varianta 2 (provoz výroby): 18 752 640,— Kčs

Varianta 2 vykazuje nižší převedené náklady, a to o 483 980,— Kčs; je tedy proti údajům projektového úkolu výhodnější. V tab. II je uvedeno porovnání vlastních nákladů.

II. Vlastní náklady na výrobu tvarovaných krmiv — Costs of feed briquetting

Druh nákladů	Jednotky	Údaje projektového úkolu	Hodnoty dosažené při provozu výroby
Vlastní náklady	Kčs	17 910 260	17 750 208
Jednotkové vlastní náklady	Kčs . t ⁻¹	1 698	1 682
Vlastní náklady bez nákladů na suroviny	Kčs	2 190 260	2 030 708
Jednotkové vlastní náklady bez nákladů na suroviny	Kčs . t ⁻¹	208	192

Při výrobě tvarovaných krmiv v hodnocené výrobně byly dosažené vlastní náklady nižší, než předpokládal projektový úkol. Jednotkové vlastní náklady bez nákladů na suroviny činí 192 Kčs na tunu a pohybují se pod limitem stanoveným schválenými agrotechnickými požadavky.

DISKUSE

Ověření experimentální linky TLK-701 přineslo mnoho poznatků doplňujících technické, provozně-ekonomické a výživařské podklady, nutné pro řešení nových úprav krmiv pro skot, ovšem s nižší energetickou náročností, vyšší spolehlivostí a lepšími ergonomickými a ekonomickými ukazateli.

S ohledem na potřebu tvarování stébelnin je nejslabším článkem dávkování a doprava slámy. To je jedna z hlavních příčin, proč se vyráběla tvarovaná krmiva s maximálním obsahem slámy do 30 %. Tím se snižuje možnost uplatnit linku v této podobě v dalších zemědělských provozech. Systém nespojitě pracujících dávkovačů by měl být v budoucnu nahrazen systémem kontinuálních dávkovačů s plynulou změnou výkonností (objemových nebo hmotnostních). Pro další rozvoj tohoto způsobu úprav krmiv pro skot bude rozhodující především snížit energetickou náročnost.

Z technologického hlediska lze za trend vývoje považovat rozvoj briketování, které má proti současnému stavu snížit potřebu elektrické energie přibližně o polovinu a zachovat vyšší podíl stébelnaté struktury, významné pro přežvýkavce, z hlediska technického pak úplnou automatizaci výroby tvarovaných krmiv.

ZÁVĚR

Při rozboru a zhodnocení činnosti experimentální výroby tvarovaných krmiv pro skot bylo stanoveno, že většina strojů vyhovuje provozním požadavkům kromě dávkovací části pro objemná krmiva (nedostatečná přesnost dávkování) a objemových dávkovačů sypkých složek krmné směsi (pracují nespojitě a nezajišťují přesné složení podle receptury); u vyrobené tvarované směsi se vyskytuje poměrně vysoký podíl odrolu. Získané poznatky umožňují formulovat tyto hlavní požadavky na výzkum a vývoj:

- zajistit rovnoměrnost dávkování objemových složek snímáním hmotnostního průtoku,
- zkvalitnit práci objemových dávkovačů sypkých komponentů,
- zajistit rovnoměrným vkládáním materiálů optimální režim práce tvarovacího lisu,
- zajistit rovnoměrné zapravení kapalných složek do krmných směsí,
- ověřit možnost použití briketovacích lisů pro výrobu kompletních tvarovaných krmiv, a tím snížit energetickou náročnost při lisování.

Při ekonomickém hodnocení výroby tvarovaných krmiv jakožto experimentální stavby bylo kritériem efektivity minimum převedených nákladů, které s přihlédnutím k činiteli času zahrnují komplexní nároky výstavby a provozu investice za dobu její ekonomické životnosti; při provozu výroby bylo ve srovnání s údaji výchozí dokumentace projektového úkolu dosaženo nižších převedených nákladů. Při výrobě tvarovaných krmiv byly vlastní náklady nižší, než předpokládal projektový úkol. Jednotkové vlastní náklady bez nákladů na suroviny se pohybují pod limitem, stanoveným schválenými agrotechnickými požadavky.

Literatura

- ACHILLES, A.: Brikettierung von Halmgut zum Futterzwecken. Kartoffelbau, 28, 1977.
BRABEC, M. — CHMELÍK, K. — JEVÍČ, P. — SOUHRADA, J.: A-ZOO-TP v su-

šárenství. [Závěrečná zpráva Z-1522.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1979.

FEDOŠEJEV, B. F.: Brikety iz solomy i trav. Životnovodstvo, 9, 1979.

CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SOUHRADA, J.: Výsledky ověřování experimentální linky na výrobu tvarovaných krmiv v JZD Dolany. [Závěrečná zpráva Z-1810.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1982.

JAKOBE, P.: Nové poznatky při výkrmu hospodářských zvířat. In: Sbor. konferen-
ce II. celostátní oborové dny krmivářské techniky, Hradec Králové, 1982.

POLÁK, J.: Kontinuální mísič sypkých složek. [Technická zpráva EZ 425-82-324.] Hradec Králové, Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky 1982.

POLÁK, J. — MALÝ, F.: Zpráva o výsledcích zkoušek prototypové chladicí linky v experimentální lince TLK 701. [Technická zpráva EZ 422-82-323.] Hradec Králové, Výzkumný ústav potravinářské a chladicí techniky 1982.

SMITH, I. — PROBERT, S.: The briquetting of wheat straw. J. agric. Engng Res., 22, 1977, č. 2.

SOBOLEV, G. V.: Napravlenija rozvitia technologij i sredstv kompleksnoj mecha-
nizaciji zagotovki vysokokačestvennych kormov. Tr. Vsesojuz. Inst. Mech., 64, 1976.

Došlo dne 23. 3. 1983

ХМЕЛИК, К. — ЕВИЧ, П. — СМЕЛЫ, Й. — СОУГРАДА, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Оценка главных параметров экспериментальной мастерской для фасонных кормов для крупного рогатого скота. Земѣд. Techn., 29, 1983 (8) : 457-472.

В рамках изыскания и обследования новых форм производства кормов была предложена и создана экспериментальная мастерская для фасонных кормов для крупного рогатого скота. После пуска в эксплуатацию проводились производственно-лабораторные и производственные испытания. Установленные и оцененные результаты позволили разработать инструкцию, как усовершенствовать производство для потребителей мастерской, и формулировать принципиальные требования к дальнейшему научному исследованию и развитию в этой области обработки кормов. Энергетическая требовательность линии ниже, чем лимит приведенный в соответствующих агротехнических требованиях. Была доказана эффективность обследуемой экспериментальной мастерской фасонных кормов для крупного рогатого скота.

брикетирование кормов для крупного рогатого скота; энергетические и производственные показатели: эффективность экспериментальной мастерской для фасонных кормов для крупного рогатого скота

CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SMĚLÝ, J. — SOUHRADA, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Evaluation of the Main Parameters of an Experimental Plant of Feed Briquetting for Cattle.* Zemѣd. Techn., 29, 1983 (8) : 457-472.

Seeking for and checking new forms of feed production, an experimental plant of feed briquetting for cattle was designed and built. After the launch of the plant, operational-laboratory and operational tests were performed. It is possible to recommend, on the basis of the acquired and evaluated results, how to improve the operation of the plant in view of the users, and to formulate the basic requirements for further research and development in the field of feed conditioning and processing. The energy demand of the line is lower than the limit set by the pertinent agrotechnical requirements. The efficiency of the tested experimental feed briquetting plant was demonstrated.

feed briquets for cattle; energy and performance parameters; efficiency of an experimental plant of feed briquetting for cattle

Adresa autorů:

Ing. Karel Chmelík, ing. Petr Jevič, ing. Josef Smělý, ing. Josef Souhrada, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

VLIV VELIKOSTI ZÁSObNÍKŮ NA EXPLOATAČNÍ UKAZATELE PŘI SKLIZNI OBILOVIN

J. Šrefl

ŠREFL, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv velikosti zásobníků na exploatační ukazatele při sklizni obilovin*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8) : 473-484.

Významnou roli při řešení materiálového toku ve strojních linkách hraje použití zásobníků. Typickým příkladem sklizňové strojní linky se zásobníkem jsou strojní linky na sklizeň zrna obilovin se zásobníkem zrna na sklízecí mlátičky. Velikost zásobníku zrna ve vztahu k výkonnosti sklízecí mlátičky, přepravní vzdálenosti a přepravní rychlosti se výrazně projevuje na výsledných parametrech strojní linky. V práci jsou posuzovány čtyři typy sklízecích mlátiček s objemem zásobníku zrna 2,3 m³, 4,5 m³, 7,3 m³ a 9,3 m³ s variantním řešením dopravy zrna traktorovou dopravou (9,6 m³) a automobilovou dopravou (12,4 m³ a 21 m³). Pro posouzení jsou použita tato kritéria: potřeba sklizečů a dopravních prostředků, potřeba strojové práce, celkový instalovaný výkon, hmotnost spotřebovaného materiálu a investiční náročnost. Podle použitého kritéria se jednotlivá technická řešení projevují rozdílně, pro praktické účely je proto nutné sestavit nejprve pořadí významnosti používaných kritérií. Vzájemné relace významně ovlivňuje přepravní vzdálenost, což v provozních podmínkách vyžaduje nejprve optimalizovat materiálový tok. Z hlediska investiční náročnosti i z hlediska celkového instalovaného výkonu se na kratší přepravní vzdálenost projevuje jako příznivé řešení s menší sklízecí mlátičkou a traktorovou dopravou. Toto řešení se však velmi nepříznivě projevuje z hlediska potřeby strojové práce. Jako koncepční řešení se proto potvrzuje oprávněnost požadavku zvyšovat výkonnost sklízecích mlátiček a zvětšovat velikost zásobníků.

strojní linka; materiálový tok

Strojní linky na sklizeň zrna obilovin se sklízecí mlátičkou v hlavním článku představují typické řešení sklizňové strojní linky se zásobníkem. V mobilní části sklizňové strojní linky vstupuje zásobník do materiálového toku zrna obvykle dvakrát: ve sklízecím článku jako zásobník zrna na sklízecí mlátičky a v dopravním článku jako ložný prostor dopravního prostředku. Ve vývoji technického řešení jednotlivých prvků těchto strojních linek dochází k významné změně — zvětšuje se zásobník zrna sklízecí mlátičky i ložný prostor dopravních prostředků. Oba tyto činitele mají velký vliv na celkové řešení strojních linek, a proto je nutné věnovat jim zvláštní pozornost. Z tohoto pohledu nebyly strojní linky na sklizeň obilovin prozatím důkladněji posuzovány.

V práci je použito modelové řešení s využitím části vstupních údajů naměřených v provozních podmínkách (Státní statek Mikulov, JZD Morkovice, JZD Gottwaldov), části údajů vypočtených a části převzatých z literárních pramenů. Modelové řešení je praktickou aplikací využití matematického modelu (Šrefl a Štefanová, 1982).

Pro posouzení je použito těchto kritérií: potřeba sklizečů a dopravních prostředků, potřeba strojové práce, celkový instalovaný výkon, hmotnost spotřebovaného materiálu a investiční náročnost.

MATERIÁL A METODY

CHARAKTERISTIKA VSTUPNÍCH ÚDAJŮ

Modelové řešení odpovídá potřebám zemědělského podniku s výměrou 4000 až 5000 ha. Strojní linky jsou řešeny pro sklizeň 2200 ha obilovin s průměrným výnosem $5,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ zrna. Předpokládá se délka sklizně deset pracovních dnů, průměrné nasazení strojních linek osm hodin denně, průměrná objemová hmotnost zrna $\rho = 0,75 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$.

Do posouzení byly zahrnuty čtyři typy sklízecích mlátiček. Jsou to jednak mlátičky u nás běžně používané — E-512 a E-516, jednak mlátičky s větším objemem zásobníku zrna firmy International Harvester — IH-1480 a firmy White — White 9700 Axial. Sklízecí mlátička White 9700 Axial představuje mlátičku s největším zásobníkem zrna, která dosud byla vyráběna ($9,3 \text{ m}^3$). Přestože u obou těchto typů sklízecích mlátiček (IH-1480 i White 9700 Axial) je použito axiální mláticí ústrojí a přestože u nás nebyly ověřovány, není to pro účely naší práce významné. Pro jejich výběr jsou rozhodující velikosti jejich zásobníků. Sklízecí mlátičky firmy International Harvester byly ověřovány v MLR, a proto jsou některé vstupní údaje převzaty z maďarských pramenů (Sörös, 1982).

Také dopravní článek je posuzován variantně. V práci je hodnocena traktorová a automobilová doprava s rozdílnou velikostí ložného objemu. Základní technické údaje předpokládaných mechanizačních prostředků jsou uvedeny v tab. I.

Ve výpočtu se dále počítá s těmito vstupními údaji: součinitel využití konstrukčního záběru $\beta = 0,9$; pracovní rychlost $v_p = 6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ (ve všech variantách stejná, aby bylo možné porovnat vliv velikosti zásobníku zrna); střední přepravní rychlost u traktorové dopravy $v_{dn} = 20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; u automobilové dopravy $v_{dn} = 40 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$; průměrný čas jedné otáčky sklízecí mlátičky na souvratích $1T_{21} = 0,01 \text{ h}$; čas vyprázdnění zásobníku zrna $zT_{22} = 0,06 \text{ h}$; průměrný čas přejezdu dopravní soupravy od jedné sklízecí mlátičky k další při plnění ložného prostoru $T_{23} = 0,05 \text{ h}$. Součinitele využití operativního času K_{02} jsou vypočteny podle metody, kterou vypracoval Šrefl (1979). Součinitel využití celkového času nasazení sklízecí mlátičky $sK_{07} = 0,8$ sK_{02} .

I. Charakteristika mechanizačních prostředků — Characteristics of the machines

Značka mechanizačního prostředku	Výkon motoru kW	Konstrukční záběr m	Ložný objem		Hmotnost t	Orientační cena tis. Kčs
			zásobníku sklizeče m^3	dopravního prostředku m^3		
E-512	74	4,2	2,3	—	6,88	159,00
E-516	160	6,7	4,5	—	11,26	375,00
IH-1480	140	6,1	7,3	—	12,22	525,00
White 9700 Axial	185	6,7	9,3	—	13,40	600,00
Z-12018	88	—	—	—	4,92	131,26
+ N-901 S	—	—	—	9,6	3,12	39,90
Tatra 815 Agro	188	—	—	12,4	8,50	300,00
Tatra 813 NT	198	—	—	—	7,00	370,00
+ NS-26280	—	—	—	21,0	7,50	130,00

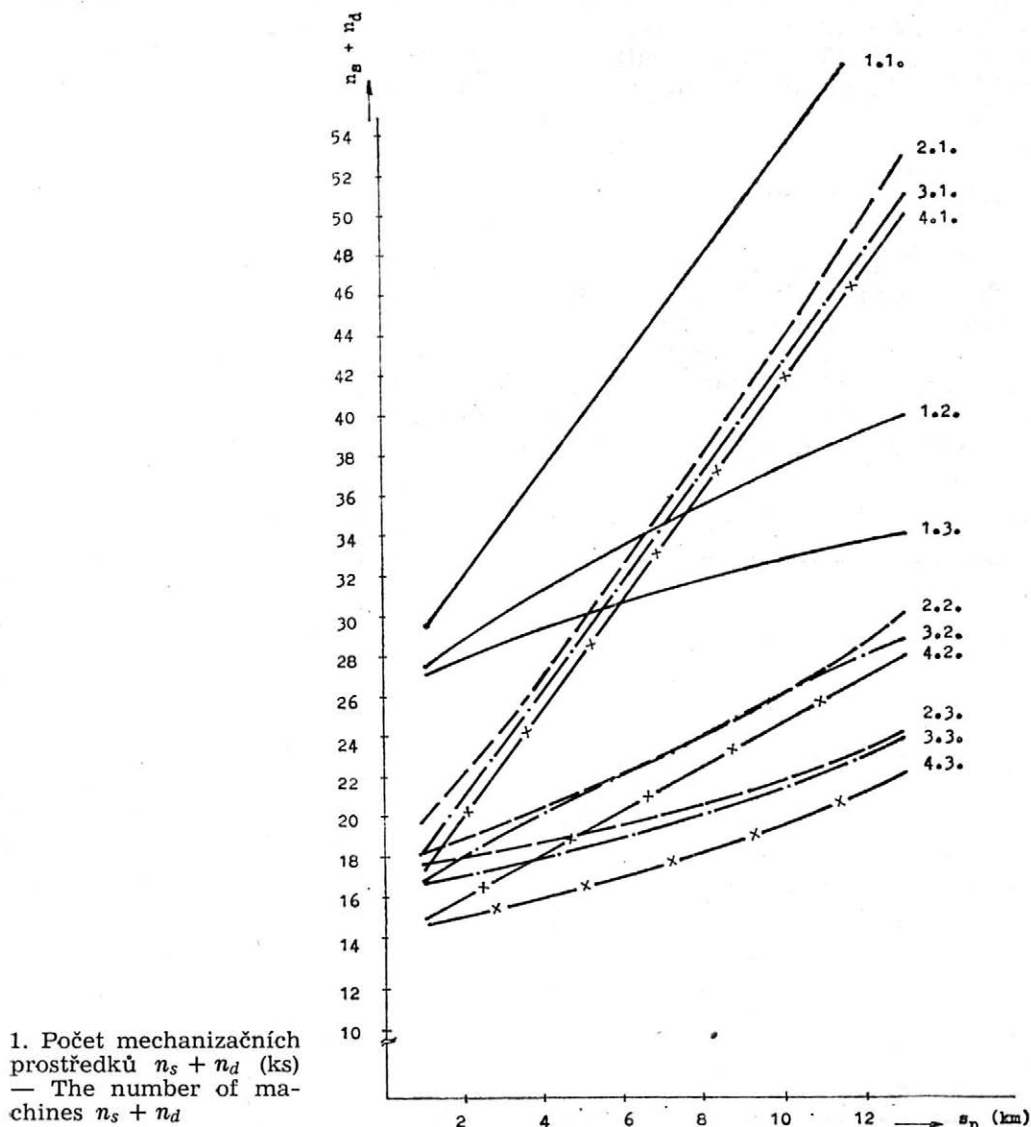
Vzhledem k tomu, že vzájemné relace jednotlivých technických řešení jsou obdobné při vyprazdňování zásobníku zrna za jízdy i v klidu, je v práci posuzováno pouze vyprazdňování za jízdy, které se v provozních podmínkách využívá všude tam, kde to pracovní podmínky dovolují.

Všechna hodnocená kritéria jsou posuzována v závislosti na změně přepravní vzdálenosti, jejíž mezní hodnoty jsou převzaty z konkrétních podmínek uvedeného zemědělského podniku.

VÝSLEDKY

POČET MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDKŮ

Potřebný počet sklízecích mlátiček pro modelový zemědělský podnik je rozdílný: E-512 — 17 kusů, E-516 — 11 kusů, IH 1480 — 12 kusů, White 9700 Axial — 11 kusů.



Závislost celkového počtu mechanizačních prostředků, součet sklízecích a dopravních souprav na přepravní vzdálenosti s_p , je graficky znázorněna na obr. 1. Označení jednotlivých variant je uvedeno v tab. II.

Z grafického znázornění je zřejmé, že zvýšením výkonnosti sklízecích mlátiček i dopravních souprav se jejich celková potřeba snižuje. Zejména se projevují nevýhody traktorové dopravy, která je přijatelná pouze na krátké přepravní vzdálenosti (asi do 2 km). Zvětšením přepravní vzdálenosti se výrazně zvyšuje potřeba traktorových dopravních souprav. Při porovnání sklízecích mlátiček se výrazně projevují rozdíly mezi sklízecí mlátičkou E-512 a dalšími typy, které mají výkonnost vyšší. Z hlediska celkové potřeby mechanizačních prostředků se u výkonnějších sklízecích mlátiček jeví jako výhodnější traktorová doprava až do vzdálenosti 5 km, než automobilová doprava od sklízecí mlátičky E-512. Při porovnání sklízecích mlátiček E-516 a White 9700 Axial, které do výpočtu vstupují se stejnou hodnotou výkonnosti, je zřejmý vliv velikosti zásobníku zrna (u E-516 je asi poloviční). Proto je potřeba dopravních souprav u sklízecích mlátiček White 9700 Axial nižší.

POTŘEBA STROJOVÉ PRÁCE

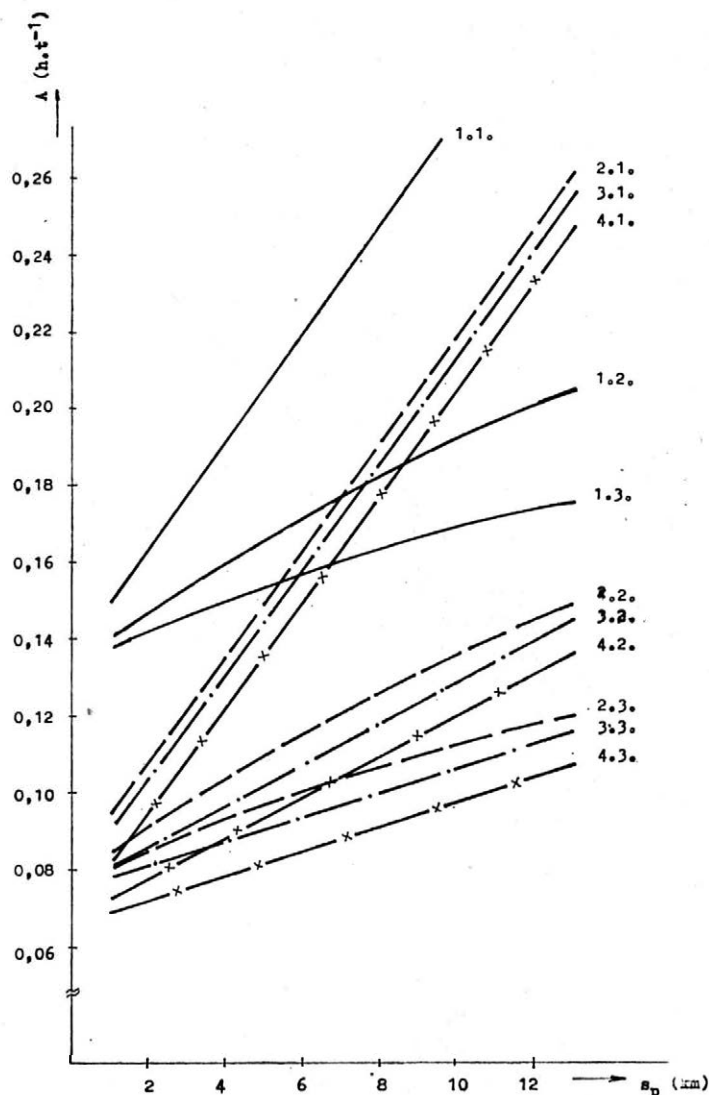
Průběh potřeby strojové práce je znázorněn na obr. 2. Označení jednotlivých variant je ve všech grafech stejné, odpovídá označení uvedenému v tab. II.

Potřebu strojové práce je možné považovat za významný ukazatel hodnocení technického řešení. Tím, že tento ukazatel je uváděn v jednotkové formě, má v podstatě obecnou platnost. Z průběhu potřeby strojové práce je zřejmé, že její hodnota klesá s použitím výkonnějších

II. Označení posuzovaných variant — Designation of the variants under study

Číslo varianty	Sklízecí článek	Dopravní článek
1.1.	E-512	Z-12018 + N-901 S
1.2.	E-512	Tatra 815 Agro
1.3.	E-512	Tatra 813 NT + NS-26280
2.1.	E-516	Z-12018 + N-901 S
2.2.	E-516	Tatra 815 Agro
2.3.	E-516	Tatra 813 NT + NS-26280
3.1.	IH-1480	Z-12018 + N-901 S
3.2.	IH-1480	Tatra 815 Agro
3.3.	IH-1480	Tatra 813 NT + NS-26280
4.1.	White 9700 Axial	Z-12018 + N-901 S
4.2.	White 9700 Axial	Tatra 815 Agro
4.3.	White 9700 Axial	Tatra 813 NT + NS-26280

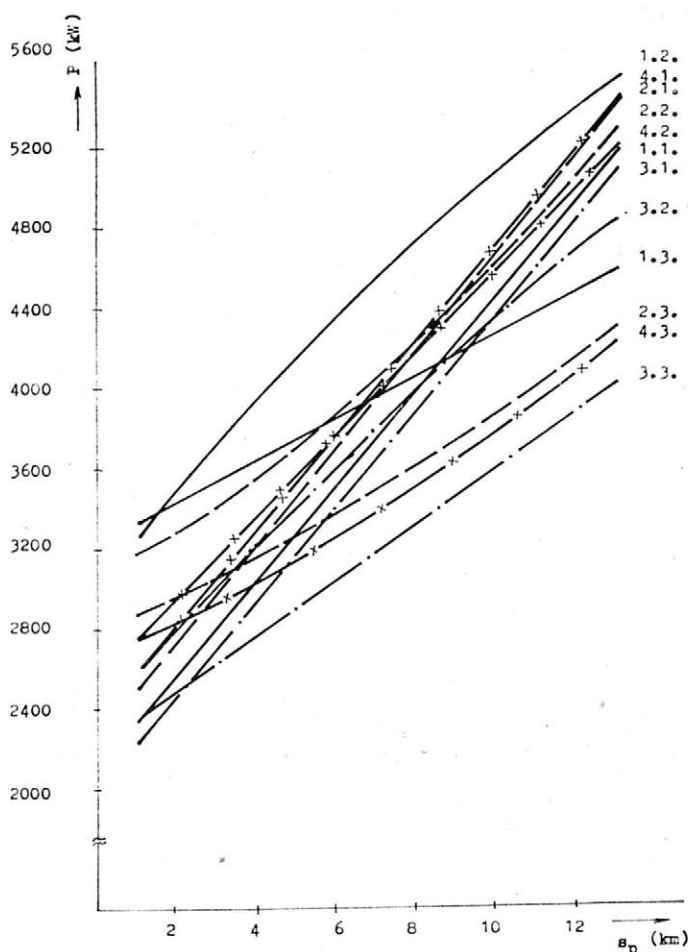
2. Potřeba strojové práce A ($\text{h} \cdot \text{t}^{-1}$) — The consumption of machine work A (h per t)



mechanizačních prostředků. Výrazný je nárůst potřeby strojové práce u traktorové dopravy s růstem přepravní vzdálenosti. Zjevně se projevuje vliv zvětšení velikosti zásobníku zrna na snížení potřeby strojové práce u sklízecích mlátiček White 9700 Axial i IH-1480 proti sklízecí mlátičce E-516. Celkově nejsou ve vzájemných relacích jednotlivých technických řešení významné rozdíly proti předcházejícímu ukazateli — počtu mechanizačních prostředků.

CELKOVÝ INSTALOVANÝ VÝKON

Průběh instalovaného výkonu je znázorněn na obr. 3. Tento ukazatel je významný pro posouzení energetické náročnosti jednotlivých technických řešení. Jejich vzájemné relace jsou proti předchozím dvěma ukazatelům rozdílné.



3. Celkový instalovaný výkon P (kW) — Total installed capacity P (kW)

Je zajímavé, že z hlediska celé strojní linky se jako nejnáročnější na celkový instalovaný výkon projevuje použití sklízecí mlátičky E-512 (která má ze všech posuzovaných sklízecích mlátiček nejnižší výkon motoru) a dopravy automobilem Tatra 815 Agro. Zvětšením ložného objemu dopravní soupravy (Tatra 813 NT + NS-26280) se toto řešení — zejména u větších přepravních vzdáleností — projevuje příznivěji, přesto však zůstává proti sklízecím mlátičkám s většími zásobníky zrna značně nevýhodné. Poměrně příznivé je spojení sklízecí mlátičky E-512 a traktorové dopravy. To je z hlediska instalovaného výkonu proti automobilové dopravě s větším ložným objemem výhodnější až do přepravní vzdálenosti asi 8 km, proti strojním linkám se sklízecími mlátičkami E-516 a White 9700 Axial asi do vzdálenosti 5 km.

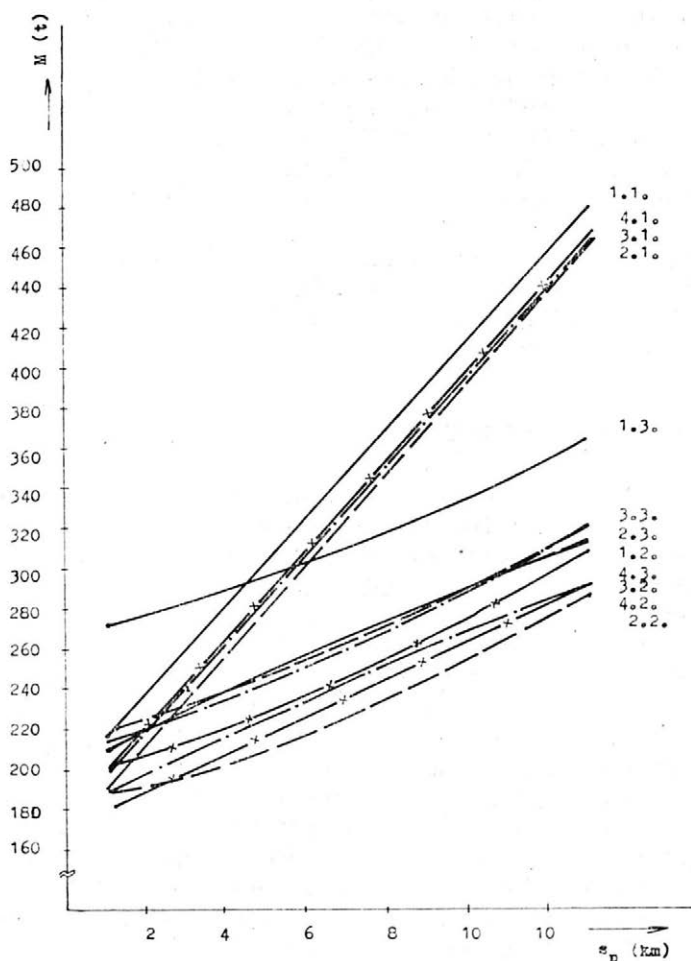
U všech dalších posuzovaných sklízecích mlátiček vychází srovnání traktorové dopravy (ložný objem $9,6 \text{ m}^3$) s automobilovou dopravou ($12,4 \text{ m}^3$) na kratší přepravní vzdálenosti ve prospěch dopravy traktorové, u větších přepravních vzdáleností ve prospěch dopravy automobilové. Mezní přepravní vzdálenosti dopravy traktorové a automobilové jsou u jednotlivých sklízecích mlátiček přibližně tyto: E-516 — 8 až 10 km, IH-1480 — 10 až 11 km, White 9700 Axial — 6 až 8 km. Ten-

to poznatek dokumentuje požadavek na úměrné zvětšení ložného objemu, což se příznivě projevuje u automobilových dopravních souprav Tatra 813 NT + NS-26280 (21 m³). Toto řešení je proti traktorové dopravě výhodnější již při kratších přepravních vzdálenostech: E-516 — 3 až 4 km, IH-1480 — 2 až 3 km, White 9700 Axial — 2 km. Z hlediska instalovaného výkonu jsou nejvýhodnější strojní linky se sklízecí mlátičkou IH-1480 a automobilovou dopravou Tatra 813 NT + NS-26280. Pouze do přepravní vzdálenosti 2 km je u tohoto řešení příznivější traktorová doprava.

HMOTNOST SPOTŘEBOVANÉHO MATERIÁLU

Hmotnost spotřebovaného materiálu je dalším významným ukazatelem, charakterizujícím, jaké množství materiálu je spotřebováno na výrobu mechanizačních prostředků používaných ve strojních linkách.

Průběh změny tohoto ukazatele v závislosti na přepravní vzdálenosti a technickém řešení jednotlivých strojních linek je znázorněn na obr. 4.



4. Hmotnost spotřebovaného materiálu M (t)
— The weight of the consumed material M (t)

Obdobně jako u předchozího ukazatele — instalovaného výkonu — je možné konstatovat, že materiálově nejnáročnější jsou strojní linky, které v hlavním článku používají sklízecí mlátičky s nejnižší hmotností, tj. mlátičky E-512. Zejména traktorová doprava je na spotřebu materiálu vysoce náročná. S automobilovou dopravou je tato náročnost srovnatelná pouze do přepravní vzdálenosti 1 km. U strojních linek se sklízecími mlátičkami E-512 je přijatelné pouze řešení s automobilovou dopravou (Tatra 815 Agro). U automobilové dopravy s větším ložným objemem se dostává do rozporu malý ložný objem zásobníku zrna sklízecí mlátičky ($2,3 \text{ m}^3$) a velký ložný objem návěsu (21 m^3). Devět zásobníků zrna, které jsou potřebné, aby se návěs naplnil, představuje příliš velké zdržení a příliš mnoho přejezdů během plnění ložného prostoru návěsu. U dalších technických řešení s výkonnějšími sklízecími mlátičkami s větším objemem zásobníku zrna je celková materiálová náročnost nižší. Příznivější je doprava automobily Tatra 815 Agro než Tatra 813 NT + NS-26280. Rozdíly podle tohoto ukazatele však nejsou příliš výrazné. Traktorová doprava je ve všech případech nevýhodná.

Ve vzájemných relacích jednotlivých technických řešení strojních linek je možné usuzovat na vliv vzájemného poměru velikosti ložného objemu dopravního prostředku a ložného objemu zásobníku zrna sklízecí mlátičky. Při dopravě autemobylem Tatra 815 Agro je nejvýhodnější vazba na sklízecí mlátičku E-516 (téměř tři zásobníky zrna do ložného prostoru dopravního prostředku), při dopravě autemobylem Tatra 813 NT + NS-26280 vazba na sklízecí mlátičku White 9700 Axial (dva zásobníky zrna do ložného prostoru dopravního prostředku). Tato vzájemná vazba však bude vyžadovat bližší prozkoumání.

Ze všech posuzovaných technických řešení je nejvýhodnější spojení sklízecích mlátiček E-516 s dopravou automobily Tatra 815 Agro. Rozdíly proti strojním linkám se sklízecími mlátičkami IH-1480 a White 9700 Axial nejsou však výrazné a při změně provozních podmínek se dokonce mohou změnit.

INVESTIČNÍ NÁROČNOST

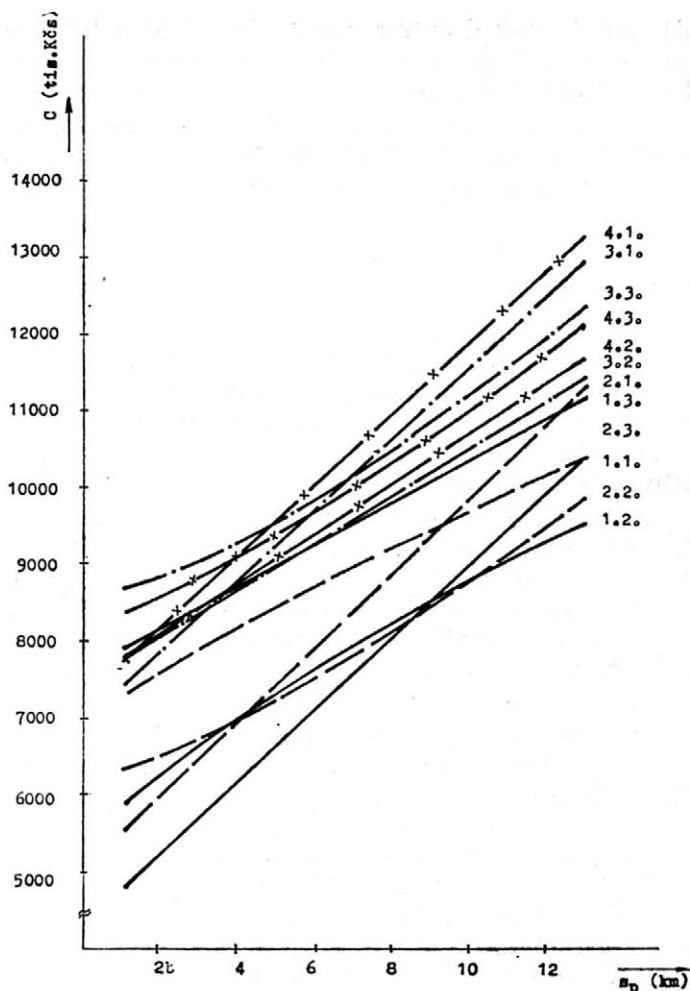
Přestože investiční náročnost je ukazatel, který je pro realizaci technického řešení v provozních podmínkách rozhodující, je nutno jej vzhledem k možným cenovým změnám považovat pouze za orientační. Ceny strojů u technických řešení, která u nás vůbec nejsou k dispozici, jsou orientační zcela jednoznačně.

Průběh změny celkové investiční náročnosti v závislosti na použitém technickém řešení a přepravní vzdálenosti je uveden na obr. 5.

Vzájemné relace jednotlivých řešení posuzovaných podle tohoto ukazatele jsou opět poněkud rozdílné od relací posuzovaných podle ukazatelů v předchozí části.

Strojní linky se sklízecími mlátičkami E-512 jsou investičně nejméně náročné. Až do přepravní vzdálenosti 9 km je nejvýhodnější traktorová doprava, při větších vzdálenostech je výhodnější doprava automobily Tatra 815 Agro. Doprava automobily Tatra 813 NT + NS-26280 je v celém rozsahu posuzovaných přepravních vzdáleností jednoznačně investičně nejnáročnější.

5. Investiční náročnost
C (10³ Kčs) — Invest-
ments C (10³ Kčs)



Poněkud nevýhodnější jsou strojní linky se sklízecími mlátičkami E-516. Na krátké přepravní vzdálenosti je opět přijatelnější traktorová doprava, ale pouze do vzdálenosti 4 km, kdy se do výhody dostává doprava automobily Tatra 815 Agro. Doprava automobily Tatra 813 NT + NS-26280 je sice investičně náročnější, proti traktorové dopravě je však u tohoto řešení příznivější od přepravní vzdálenosti 9 km. Strojní linky se sklízecími mlátičkami IH-1480 a White 9700 Axial se projevují jako investičně náročnější. To je ovšem ovlivněno jejich vyšší předpokládanou pořizovací cenou proti technickým řešením u nás používaným (vyšší kilogramové cena). Zde je vhodné povšimnout si vzájemných relací mezi jednotlivými způsoby řešení dopravního článku. Zřejmě se projevuje vliv velikosti zásobníku zrna. U strojních linek se sklízecí mlátičkou IH-1480 se traktorová doprava dostává do nevýhody proti dopravě automobily Tatra 815 Agro již při přepravní vzdálenosti 3 až 4 km, proti dopravě automobily Tatra 813 NT + NS-26280 při vzdálenosti 7 až 8 km.

U strojních linek se sklízecí mlátičkou White 9700 Axial jsou relace ještě výraznější. U těchto strojních linek je traktorová doprava

příznivější než doprava automobily Tatra 815 Agro pouze do přepravní vzdálenosti 2 km a než doprava automobily Tatra 813 NT + NS-26280 do vzdálenosti 4 km.

Dá se předpokládat, že při srovnatelných pořizovacích cenách (tj. u výroby v zemích RVHP) by řešení s větším objemem zásobníku mělo podstatně příznivější cenové relace.

DISKUSE A ZÁVĚR

Přestože záměrem práce bylo posoudit vliv velikosti zásobníků na výsledné parametry strojních linek určených ke sklizni zrna obilovin, je dopad posuzovaných ukazatelů podstatně širší. Významnou roli při posuzování hraje výkonnost sklízecích mlátiček, přepravní rychlost dopravních souprav, která se projevuje změnou jejich výkonnosti.

Vzájemné relace jednotlivých technických řešení jsou rozdílné podle posuzovaného kritéria. Zcela jednoznačně je však možné konstatovat, že podstatný význam pro posuzování jednotlivých řešení má přepravní vzdálenost, na kterou přepravujeme sklizené zrna. Pro každý zemědělský podnik z toho vyplývá nutnost předcházející optimalizace materiálového toku.

Pro možnost realizace technického řešení v zemědělském podniku je rozhodující cenová dostupnost. Z tohoto pohledu bychom dávali přednost řešení sklízecími mlátičkami o nižší výkonnosti (E-512) s traktorovou dopravou zrna. Toto řešení je příznivé až do dopravní vzdálenosti 8 až 9 km. Stejně příznivé je toto řešení i z hlediska instalovaného výkonu, který hraje rozhodující roli při posuzování spotřeby energie, a tím i spotřeby paliva. Zde však existují již technická řešení s použitím většího zásobníku, která jsou při přepravní vzdálenosti větší než 2 km příznivá. Zcela nepříznivé je však uvedené technické řešení (sklízecí mlátička E-512 s traktorovou dopravou zrna) podle hlediska potřeby strojové práce i podle hlediska celkové spotřeby materiálu. Dokazuje to, že řešení s nižší výkonností a s menší velikostí zásobníku mohou být pouze přechodná, vycházející z určitých momentálně omezujících podmínek (investiční limity, limity spotřeby PHM), nikoliv však koncepční.

Pro koncepční řešení jsou významné ukazatele jako potřeba strojové práce, instalovaný výkon, celková spotřeba materiálu, které potvrzují oprávněnost požadavku zvyšovat výkonnost sklízecích mlátiček a zvětšovat velikost zásobníků. Cenové relace by pak měly zvýhodňovat efektivnější technická řešení.

Není možné opomenout požadavek vzájemného sladění velikosti zásobníku zrna sklízecí mlátičky a ložného prostoru dopravního prostředku. Tento požadavek souvisí i s požadavkem na vytváření vhodné velikosti skupin sklízecích mlátiček. Teoretický předpoklad je, že vhodná velikost skupiny by měla být celým násobkem poměru ložného objemu dopravního prostředku k ložnému objemu zásobníku zrna sklízecí mlátičky. Prakticky však dochází k určitým výkyvům v činnosti jednotlivých prvků strojních linek, bude proto nutné uvedený předpoklad upřesnit v provozních podmínkách.

Literatura

SÖRÖS, I.: Ergebnisse der Vergleichsprüfung von Mähdreschern hohen Durchsatzes. Tagungsberichte, Technologie in Lehre, Forschung und Überleitung, Halle, 1982, s. 97-100.

ŠREFL, J.: Vliv základních variant technického řešení materiálového toku na využití zemědělské techniky při sklizni plodin. KDIS, VŠZ Brno, 1979, 180 s.

ŠREFL, J. — PROKOP, K.: Posouzení parametrů strojní linky na sklizeň obilovin. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 5, s. 271-282.

ŠREFL, J. — ŠTEFANOVA, J.: Model variant technického řešení materiálového toku při sklizni. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 7, s. 417-431.

Došlo dne 6. 9. 1982

ШРЕФЛ, Й. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Влияние величины бункера на эксплуатационные показатели при уборке зерновых. Земед. Techn., 29, 1983 (8): 473-484.

Важную роль при решении материального потока в машинных линиях играет использование бункеров. Типичным примером уборочной машинной линией с бункером являются машинные линии для уборки зерна хлебных культур с зерноуборочным комбайном. Величина бункера зерна по отношению к производительности зерноуборочного комбайна, транспортного расстояния и транспортной скорости значительно проявляется на окончательных параметрах машинной линии. В статье оцениваются четыре типа зерноуборочных комбайнов с объемом бункера зерна $2,3 \text{ м}^3$, $4,5 \text{ м}^3$, $7,3 \text{ м}^3$, $9,3 \text{ м}^3$ с вариантным решением тракторного транспорта зерна ($9,6 \text{ м}^3$) и автомобильным транспортом ($12,4 \text{ м}^3$ и 21 м^3). Для оценки использованы следующие критерии: потребность зерноуборочных комбайнов и транспортных средств, потребность машинной работы, общая установленная мощность, масса использованного материала и капитальное требование. Согласно использованному критерию отдельные технические решения проявляются по-разному, потому необходимо для практических целей составить сначала очередность значимости используемых критериев. Взаимная реляция значительно влияет на транспортное расстояние, что в производственных условиях требует сначала оптимизировать материальные потоки. С аспекта капитального требования и общей установленной мощности на более короткие транспортные расстояния благоприятным оказалось использование меньшего зерноуборочного комбайна и тракторной транспортировки. Такое решение, однако, весьма неблагоприятно проявилось с аспекта потребности машинной работы. Как концепционное решение потому подтверждается обоснованность требования повышать мощность зерноуборочных комбайнов и увеличивать размер бункера.

машинная линия; материальный поток

ŠREFL, J. (University of Agriculture, Brno): *The Influence of the Size of Hoppers on Exploitation Parameters during Grain Harvest*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8): 473-484.

The use of hoppers plays an important role for the solution of material flow in machine lines. A typical example of the harvest machine line with a hopper are machine lines for grain harvest with the grain hopper on a harvester thresher. The resultant parameters of the machine line are expressively influenced by the size of grain hopper related to the throughput of a harvester-thresher, transport distance and transport speed. Four types of harvester-threshers with the volumes of grain hoppers 2.3 m^3 , 4.5 m^3 , 7.3 m^3 and 9.3 m^3 are evaluated, along with two variants of grain transport — by tractors (9.6 m^3) and by trucks (12.4 m^3 and 21 m^3). The evaluation is based on the criteria as follows: number of harvester-threshers and conveyances, consumption of machine work, total installed capacity, mass of the consumed material and investments. The technical solutions vary according to the particular criterions, therefore it is necessary to determine for practical use the order of the importance of the used criteria. The mutual relations influence significantly the transport distance; first of all the material flow should be optimized in production conditions. With respect to the investments and to the total installed capacity, the variant with the smaller harvester-thresher and tractor appears to be

suitable for the shorter transport distance. However, this variant is not advantageous with respect to the consumption of machine work. Therefore the requirement to increase the throughput of harvester-threshers and the size of grain hoppers is justified as a conceptual design.

machine line; material flow

Adresa autora:

Ing. Josef Šrefl, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

A. Grossmann

GROSSMANN, A. (Vysoká škola zemědělská, Brno, katedra zahradnické technologie a mechanizace, Lednice na Moravě): *Volně průtočný odkapávač pro kapkovou závlahu*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8): 485–493.

Byl navržen nový typ odkapávače pro kapkovou závlahu, který nevyžaduje filtrační zařízení pro závlahovou vodu. Tento odkapávač byl podroben teoretickému rozboru a experimentálnímu ověření z hlediska vytvoření a uvolnění kapky, stékání vody po vnitřním povrchu regulační trubice a přepadu závlahové vody do této trubice. Protože nebylo možné použít vztah $Q_{od} = f(h_z)$, byl odkapávač podroben statistickému ověření, na jehož základě byl určen rozsah jeho použitelnosti.

povrchové napětí vody; průtok vody

K intenzifikačním faktorům zemědělské výroby řadíme především zavlažovací procesy. Obzvláště důležité je zavlažování v zahradnické výrobě, kde mnoho rostlin, pěstovaných obvykle v extrémních teplotních podmínkách, potřebuje pro svůj optimální vegetační proces nutně doplňkovou závlahu.

Zavlažovací systémy používané v zemědělství prošly několika vývojovými etapami. V poslední době jsou navrhovány a využívány takové způsoby zavlažování, které se svým působením co nejvíce přibližují fyziologickým potřebám rostliny, omezují ztráty závlahové vody na minimum, jsou energeticky nenáročné a umožňují automatickou regulaci závlahového režimu. Jedním z takovýchto způsobů zavlažování je kapková závlaha.

Kapková závlaha ve svém principu představuje rovnoměrné zavlažování jednotlivých rostlin, obvykle přímo do oblasti jejich kořenových soustav, v malých dávkách, po kapkách. Hlavním zařízením technického vybavení kapkové závlahy je ústrojí, které tyto kapky vytváří, tzv. odkapávač. Odkapávače můžeme rozdělit z hlediska konstrukčního provedení, praktické využitelnosti i historického vývoje. Všechny doposud známé odkapávače pracují však na základě jednoho principu, a to principu škrcení tlaku protékající kapaliny, ať už pouze otvorem o velmi malém průměru (otvorové), nebo delším kanálkem s velmi malou průtočnou plochou (dlouhocestné).

Ze způsobu práce odkapávačů vyplývá jednak nutnost vyvozovat v kapalině vyšší pracovní tlak, který se v odkapávači spotřebuje na překonání jeho konstrukční ztrátové výšky h_z , jednak podmínka používat čistou závlahovou vodu, což vyžaduje zařazení filtračního zařízení do systému kapkové závlahy. Filtr svou podstatou představuje další zdroj ztrát, které se musí překonat zvýšením pracovního tlaku závlahové vody. To vše klade vyšší energetické nároky. Kromě toho bývá právě filtr zdrojem provozních poruch a vyžaduje pravidelnou kontrolu a údržbu.

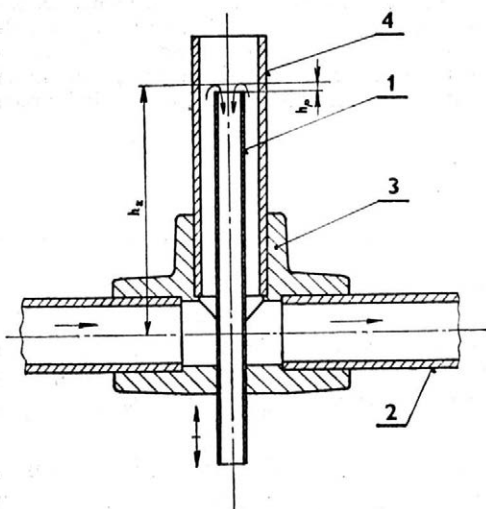
Proto byl stanoven úkol navrhnout a ověřit takový typ odkapávače, který by byl energeticky nenáročný a hlavně by nevyžadoval filtrační zařízení.

Pro splnění daného úkolu byla navržena nová konstrukce odkapávače, přičemž se vycházelo z nového principu vytváření kapky. Voda se přivádí do vlastní odkapávací trubice přes její horní hranu a kapka se vytvoří na jejím spodním konci volným oddělením určité hmotnosti vodního objemu, který překoná svým působením kohezni síly dané povrchovým napětím σ .

VÝSLEDKY

KONSTRUKCE ODKAPÁVAČE

Navržený odkapávač je znázorněn na obr. 1 a skládá se z regulační trubice (1), tvarovky T (3) a nátrubku (4). Odkapávač je pak zabudován do požadovaného místa závlahového potrubí (2).



1. Volně průtočný odkapávač — Free-flow dripper

Činnost odkapávače spočívá v tom, že voda proudící v závlahovém potrubí (2) vystoupí v nátrubku (4) do výšky h_z , která je dána především ztrátami tlaku vznikajícími při proudění vody v závlahovém potrubí, jež budou úměrné vzdálenosti daného odkapávače od zdroje vody. Do téže výšky h_z je nastavena regulační trubice (1), přes jejíž horní hranu se voda přelévá, stéká po jejím vnitřním povrchu a na spodní hraně ve formě kapek odtéká do místa potřeby. Regulační trubice (1) je vsunuta do otvoru ve tvarovce T (3) těsně, ale suvně. Proto můžeme regulační trubici (1) vertikálně posouvat, plynule měnit výšku h_z , a tím také nastavit optimální pracovní režim jednotlivých odkapávačů v libovolném místě závlahového potrubí.

Na uvedenou konstrukci volně průtočného odkapávače pro kapkovou závlahu je uděleno autorské osvědčení č. 213 114.

Jednotlivé části odkapávače byly vyrobeny z těchto materiálů:

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------|
| 1 — regulační trubice | ... trubka z rPE $\varnothing$ 8 mm |
| 2 — závlahové potrubí | ... trubka z rPE $\varnothing$ 20 mm |
| 3 — tvarovka T | ... Js 20 z rPE |
| 4 — nátrubek | ... trubka z rPE $\varnothing$ 20 mm |

Odkapávač byl realizován, podroben teoretickému rozboru a experimentálnímu ověření.

Vycházíme z úvahy, že kapalina pomalu vytékající ze svislé trubice zůstává lpět na jejím spodním okraji ve tvaru kapky, která se odtrhne teprve v okamžiku, když tíha kapky překročí sílu od povrchového napětí působícího na vnějším obvodu kapky; platí tedy:

$$m \cdot g = (\sigma_v + \sigma_m) \cdot 2\pi \cdot r \quad (1)$$

kde: m — hmotnost kapky

r — poloměr kapky

σ_v — povrchové napětí vody ke vzduchu

σ_m — povrchové napětí vody k materiálu trubice

Pro objem kapky platí vztah:

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \quad (2)$$

kde: ρ — měrná hmotnost vody

Po dosazení rovnice (1) do rovnice (2) a po úpravě dostáváme

$$V_1 = \pi \sqrt[3]{\frac{6 \cdot (\sigma_v + \sigma_m)^3}{\rho^3 \cdot g^3}} \quad (3)$$

Hodnotu V_1 potřebujeme znát pro určení průtoku odkapávačem Q_{od} . Jak je z rovnice (3) zřejmé, je nutné znát konkrétní hodnoty povrchových napětí σ_v , σ_m . Velikost hodnoty σ_v udává Maštovský (1956) pro vodu o teplotě 20 °C:

$$\sigma_v = 7,4 \cdot 10^{-2} \quad \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

σ_m znamená v našem konkrétním případě povrchové napětí vody vzhledem k materiálu regulační trubice, což je rozvětvený polyetylén (rPE). Tyto hodnoty nejsou dosud známy, a proto bylo přistoupeno ke změření tohoto povrchového napětí odtrhovací metodou, kterou popisuje Horák (1960).

URČENÍ HODNOTY POVRCHOVÉHO NAPĚTÍ VODY VZHLEDEM K PE

Kousek desky z PE o šířce l se zavěsí na lehké vahadlo, které má na druhém rameni misku. Desku vyvážíme tak, aby visela svou spodní hranou těsně pod povrchem vody, která k ní lne, a přidáváme závaží tak dlouho, až se deska odtrhne od povrchu. Povrchové napětí pak můžeme vypočítat podle vztahu:

I. Hodnoty povrchového napětí vody vzhledem k PE — Values of superficial tension of water related to PE

	Šířka desky l (cm)					
	5	10	15	20	25	30
Hmotnost závaží m (mg)	302	650	980	1300	1620	1950
Povrchové napětí σ_m (N · m ⁻¹)	0,0314	0,0320	0,0321	0,0319	0,0318	0,0319

$$\sigma_m = \frac{m \cdot g}{2 \cdot l} \quad (4)$$

Při vlastním měření byla použita voda o teplotě 20 °C a polyetylenová deska o tloušťce 2 mm a o různých šířkách. Výsledky měření jsou obsaženy v tab. I. Jako aritmetický průměr byla určena z této tabulky velikost povrchového napětí vody vzhledem k PE:

$$\sigma_m \doteq 3,2 \cdot 10^{-2} \quad \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$$

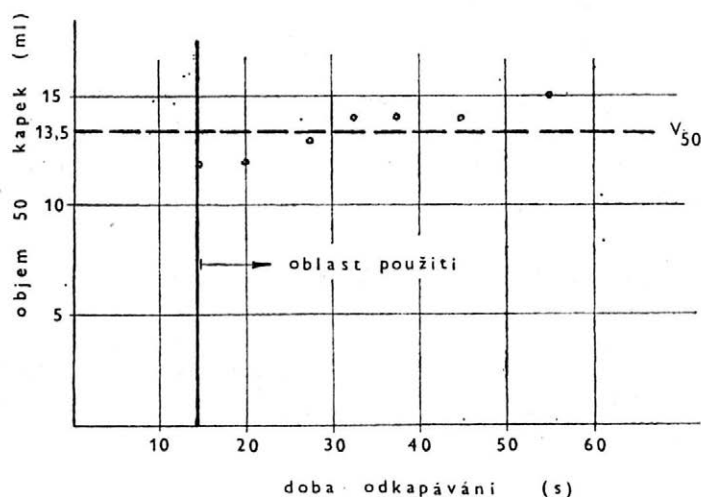
URČENÍ MAXIMÁLNÍHO PRŮTOKU VODY ODKAPÁVAČEM

Po dosažení zjištěných hodnot do vztahu (3) a po vynásobení této hodnoty padesáti dostaneme objem padesáti kapek:

$$V_{50} = 13,5 \quad \text{ml}$$

Pro ověření funkce odkapávání byl použit daný odkapávač s přítokem vody regulovaným škrticím ventilem, přičemž byl měřen objem odkápnutých padesáti kapek při různých rychlostech odkapávání. Současně byla zjištěna maximální rychlost odkapávání v době, kdy se ještě vytvářejí jednotlivé kapky. Výsledky zkoušky odkapávání jsou graficky znázorněny na obr. 2. Z tohoto grafu můžeme odečíst hodnotu maximálního průtoku odkapávačem, která odpovídá největší možné rychlosti odkapávání a která je po přepočtu

$$Q_{od\max} = 1,12 \cdot 10^{-6} \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (5)$$



2. Měření objemu odkápnutých kapek — Measuring the volume of droplets

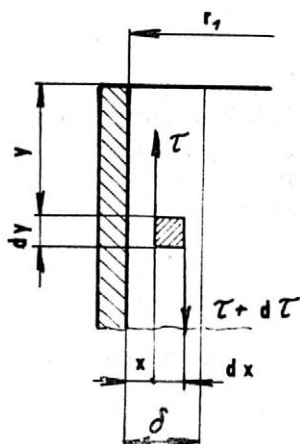
STÉKÁNÍ VODY PO VNITŘNÍM POVRCHU REGULAČNÍ TRUBICE

Množství vody nutné k vytvoření průtoku odkapávačem v rozmezí $Q_{od\min}$ až $Q_{od\max}$ musí stéci po vnitřním povrchu regulační trubice od její horní přepadové hrany až po spodní výtokovou hranu. Předpokládáme, že půjde o laminární proudění vazké kapaliny po svislé ploše.

Máme-li na mysli případ ustáleného pohybu podél stěny o šířce $b = 1$ (obr. 3), pak budou na částici kapaliny o tíže $\gamma \cdot dx \cdot dy$, která je v hloubce y a ve vzdálenosti x od stěny, působit jen tíha a rozdíl smykových sil. Z rovnováhy pak plyne rovnice:

$$dy \cdot d\tau + \gamma \cdot dx \cdot dy = 0 \quad (6)$$

3. Stékání vody po vnitřním povrchu regulační trubice
— Water flowing on the inside of a regulation tube



ze které po dosazení za změnu smykového napětí

$$d\tau = \frac{\partial \tau}{\partial x} dx = \eta \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} dx \quad (7)$$

a po zavedení kinematické viskozity $\nu = \frac{\eta}{\rho}$ dostaneme

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = - \frac{g}{\nu} \quad (8)$$

Po vyřešení této parciální diferenciální rovnice určíme integrační konstanty z okrajových podmínek: pro $x = 0$ bude $v = 0$, neboť kapalina na stěně lpí, a pro $x = \delta$ bude $v' = 0$, neboť předpokládáme, že na povrchu vrstvy o tloušťce δ nepůsobí žádná smyková síla.

Po úpravě dostaneme vztah pro určení průběhu průtokové rychlosti:

$$v = \frac{g}{\nu} \left(\delta \cdot x - \frac{1}{2} x^2 \right) \quad (9)$$

Hodnotu jednotkového průtoku podél stěny Q_{s1} určíme vztahem:

$$Q_{s1} = \int_0^\delta v \cdot dx = \frac{g}{\nu} \int_0^\delta \left(\delta \cdot x - \frac{1}{2} x^2 \right) dx = \frac{g}{3\nu} \delta^3 \quad (10)$$

Průtok vody podél vnitřního obvodu trubice odkapávače $2\pi r_1$ pak bude

$$Q_s = \frac{2}{3} \cdot \frac{\pi \cdot g \cdot r_1}{\nu} \cdot \delta^3 \quad (11)$$

kde: r_1 — vnitřní poloměr regulační trubice

Tloušťku proudící vrstvy určíme z rovnice (11)

$$\delta = \sqrt[3]{\frac{Q_s \cdot 3 \cdot \nu}{2\pi \cdot g \cdot r_1}} \quad (12)$$

Pro posouzení charakteru vypočteme konkrétní hodnotu δ pro daný případ. Když dosadíme $Q_s = Q_{od \max} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $r_1 = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, dostaneme

$$\delta_{\max} = 2,5 \cdot 10^{-4} \quad \text{m}$$

Tloušťka této vrstvy je velmi obtížně měřitelná, takže je mnohem složitější sledovat pohyb kapaliny. Musíme zde počítat i s vlivem povrchového napětí, které mimo jiné působí i na vznik vlnění toku kapaliny, tj. na místní zvětšování či zmenšování tloušťky vrstvy. Z tohoto důvodu není možné rovnici (11) použít jako charakteristiku vyjadřující činnost tohoto odkapávače.

PŘEPAD ZÁVLAHOVÉ VODY DO REGULAČNÍ TRUBICE

Vycházíme z upraveného vztahu pro průtok vody přepadem:

$$Q_p = \frac{2}{3} \pi \cdot d_1 \cdot \mu_p \cdot h_p \sqrt{2g \cdot h_p} \quad (13)$$

kde: d_1 — vnitřní průměr regulační trubice
 μ_p — součinitel přepadu
 h_p — přepadová výška

Velikost přepadové výšky určíme z rovnice (13)

$$h_p = \sqrt[3]{\frac{9 \cdot Q_p^2}{8 \cdot g \cdot \pi^2 \cdot d_1^2 \cdot \mu_p^2}} \quad (14)$$

Dosadíme $Q_p = Q_{od \max} = 1,12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; $d_1 = 7,10^{-3} \text{ m}$; $\mu_p = 0,63$ a určíme maximální hodnotu přepadové výšky

$$h_{d \max} = 9 \cdot 10^{-4} \quad \text{m}$$

Přesné nastavení této hodnoty je velmi obtížné.

Při zkušebním ověřování činnosti tohoto odkapávače byla nastavena minimální hodnota h_p , které odpovídá také minimální průtok odkapávačem

$$Q_{od \min} = 0,23 \cdot 10^{-6} \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (15)$$

PROVOZNÍ ZKOUŠKY ODKAPÁVAČE

Používané odkapávače jsou obvykle charakterizovány vztahem

$$Q_{od} = f(h_z)$$

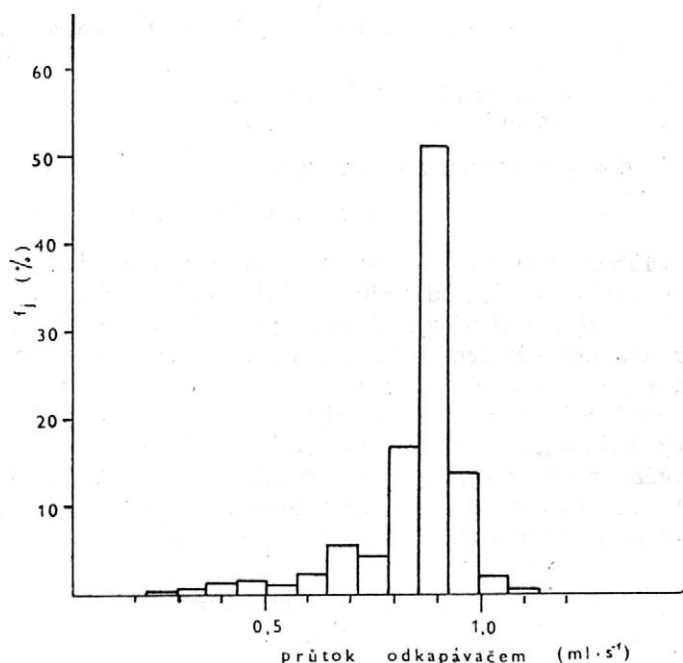
kde: h_z — ztrátová výška odkapávače

V našem případě, jak je zřejmé z předcházejících úvah, tohoto vztahu použít nemůžeme, neboť ztrátová výška, určená ze vzorce (14), se pohybuje řádově v desetinách milimetru, což znemožňuje přesně a jednoznačně nastavit parametry tohoto odkapávače.

Proto bylo přistoupeno ke zhodnocení funkce odkapávače a k určení jeho jmenovitých parametrů na základě metod matematické statistiky. Jako jmenovitá hodnota ztrátové výšky byla stanovena výšková vzdálenost horní hrany regulační trubice od osy závlahového potrubí h_z (obr. 1). Hodnota h_z zde bude závislá pouze na vzdálenosti daného odkapávače od začátku závlahového potrubí a určí se v souvislosti s průběhem ztrát tlaku vody podél délky závlahového potrubí. Výpočet není předmětem tohoto příspěvku. Z hlediska konstrukčního uspořádání a praktické upotřebitelnosti se doporučuje, aby h_z byla v rozmezí

$$h_z = 50 \text{ až } 300 \quad \text{mm} \quad (17)$$

4. Histogram relativních četností průtoku odkapávačem — Histogram of relative frequencies in a flow dripper



Pro určení jmenovitého průtoku odkapávačem Q_{odj} byl tento odkapávač podroben měření proteklého množství vody při několikanásobném nastavení regulační trubice do pracovní polohy, kdy byla zaručena funkce odkapávání při libovolné frekvenci odkapávání.

Při konkrétních zkouškách byl použit odkapávač s délkou regulační trubice $h_z = 150$ mm, přičemž proteklé množství bylo měřeno odměrnou nádobou. Pokusné nastavení regulační trubice bylo opakováno celkem $1000 \times$.

Byl tedy získán statistický soubor 1000 údajů o velikosti průtoku vody odkapávačem při libovolně náhodném nastavení regulační trubice, zaručující funkci odkapávače, tj. odkapávání. Bylo vytvořeno skupinové rozdělení četností jednotlivých hodnot průtoku do počtu tříd $k = 13$, přičemž délka třídy byla určena $h = 0,07 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-3}$. Variační rozpětí bylo vypočteno

$$R = Q_{od \max} - Q_{od \min} = 0,89 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Histogram na obr. 4 udává, jaké jsou relativní četnosti průtoku vody odkapávačem v procentech.

Po provedení všech výpočtů dostaneme aritmetický průměr hodnoty průtoku

$$\bar{x} = 0,84744 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

což po zaokrouhlení dává jmenovitý průtok odkapávačem

$$Q_{odj} = 0,85 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad (18)$$

a určíme hodnotu směrodatné odchylky

$$s = 0,12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

Stanovíme dále 95% interval spolehlivosti pro parametr μ , tj. pro jmenovitou hodnotu průtoku odkapávačem. Použijeme vztah

$$\bar{x} - u_{0,05} \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \leq \mu \leq \bar{x} + u_{0,05} \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \quad (19)$$

kde: $u_{0,05}$ — normovaná náhodná veličina = 1,96
 n — počet měření = 1000

Po dosazení a výpočtu dostaneme:

$$0,840 \cdot 10^{-6} \leq \mu \leq 0,855 \cdot 10^{-6} \quad (20)$$

Můžeme tedy tvrdit, že průměrný průtok vody odkapávačem bude s 95% pravděpodobností v intervalu od $0,840 \cdot 10^{-6}$ do $0,855 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Naše závěry, dané vyhodnocením statistického souboru konkrétních hodnot průtoku vody odkapávačem, ověříme testem významnosti. Byl použit test podle Kolmogorova-Smirnova pro jeden výběr.

Zvolíme hladinu významnosti $p = 0,05$ a výsledky měření průtoku vody rozřídíme do třinácti zvolených skupin. Očekávané četnosti $n_{o,j}$ stanovíme se zřetelem k nulové hypotéze, podle níž činíme předpoklad rovnoměrného výskytu jednotlivých průtoků odkapávačem, a proto jsou všechny četnosti $n_{o,j}$ stejně velké a mají hodnotu $n_{o,j} = 77$. Testovacím kritériem je veličina D_1 , daná vztahem

$$D_1 = \frac{1}{n} \cdot \text{maximum } |N_{e,j} - N_{o,j}| \quad (21)$$

kde: $N_{e,j}$ — kumulativní četnost experimentální
 $N_{o,j}$ — kumulativní četnost očekávaná
 n — počet měření

Po dosazení konkrétních hodnot dostaneme

$$D_1 = 0,452$$

Kritickou hodnotu $D_{1; 0,05}$ vypočítáme

$$D_{1; 0,05} = \frac{1,36}{\sqrt{n}} \quad (22)$$

po dosazení $D_{1; 0,05} = 0,043$

Závěrem zjišťujeme, že

$$D_1 = 0,452 > D_{1; 0,05} = 0,043 \quad (23)$$

Proto zamítáme nulovou hypotézu. Nerovnoměrnost velikosti průtoku není způsobena náhodnými příčinami, ale faktory, které jsou dány konstrukcí odkapávače, jehož průtok inklinuje k předpokládané hodnotě $Q_{odj} = 0,85 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

DISKUSE

Jak ukázal teoretický rozbor i experimentální ověření, není možné předkládanou konstrukci volně průtočného odkapávače pro kapkovou závlahu charakterizovat funkční závislostí

$$Q_{od} = f(h_z)$$

Proto bylo přistoupeno ke statistickému vyhodnocení funkce odkapávače při různém, nahodilém způsobu nastavení regulační trubice, které by ovšem zabezpečilo normální funkci odkapávání. Vypočítaný 95% interval spolehlivosti, jak je zřejmé z rovnice (20), plně vyhovuje.

Pro uplatnění těchto závěrů v praxi můžeme vyjít z konkrétních příkladů realizovaných systémů kapkové závlahy. Předpokládá se, že jeden ucelený soubor technického zařízení pro kapkovou závlahu je instalován maximálně na rozloze 40 ha, což reprezentuje v průměru asi 20 000 odkapávačů. V případě, že počítáme s 99% pravděpodobností výskytu požadovaného průtoku, znamenající nutnost dodatečně nastavit pouze 200 odkapávačů, bude průměrný průtok vody odkapávačem v intervalu od $0,838 \cdot 10^{-6}$ do $0,860 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tento interval se od intervalu pro 95% pravděpodobnost liší pouze nepatrně a pro praxi samozřejmě plně vyhovuje.

Literatura

Autorské osvědčení ČSSR 213 114. GROSSMANN, A.: Volně průtočný odkapávač pro kapkovou závlahu. 3. 10. 1980.

MAŠTOVSKÝ, O.: Hydromechanika. Praha, Stát. nakl. techn. literatury 1956.

HORÁK, Z.: Technická fyzika. Praha, Stát. nakl. techn. literatury 1960.

Došlo dne 21. 1. 1983

ГРОССМАНН, А. (Сельскохозяйственный институт, Брно; кафедра садоводческой технологии и механизации, Леднице на Мораве): Установка для свободно-проточного стекания капель при капельном орошении. Земед. Техн., 29, 1983 (8): 485-493.

Byl představen nový typ instalace pro stékání kapek při kapkovém oрошении, která ne требует filtračního vybavení pro оросительную воду. Byly provedeny podrobný теоретический анализ и экспериментальное обследование этой установки с аспекта образования и освобождения капли, стекания воды по внутренней поверхности регуляционной трубки и перепад оросительной воды в эту трубку. Поскольку нельзя было использовать отношение $Q_{od} = f(h_z)$, было проведено статистическое обследование установки, на основании которого был определен диапазон его использования.

поверхностное натяжение воды; проток воды

GROSSMANN, A. (University of Agriculture, Brno; Department of Horticultural Technology and Mechanization, Lednice na Moravě): *Freeflow Dripper for Droplet Irrigation*. Земед. Техн., 29, 1983 (8): 485-493.

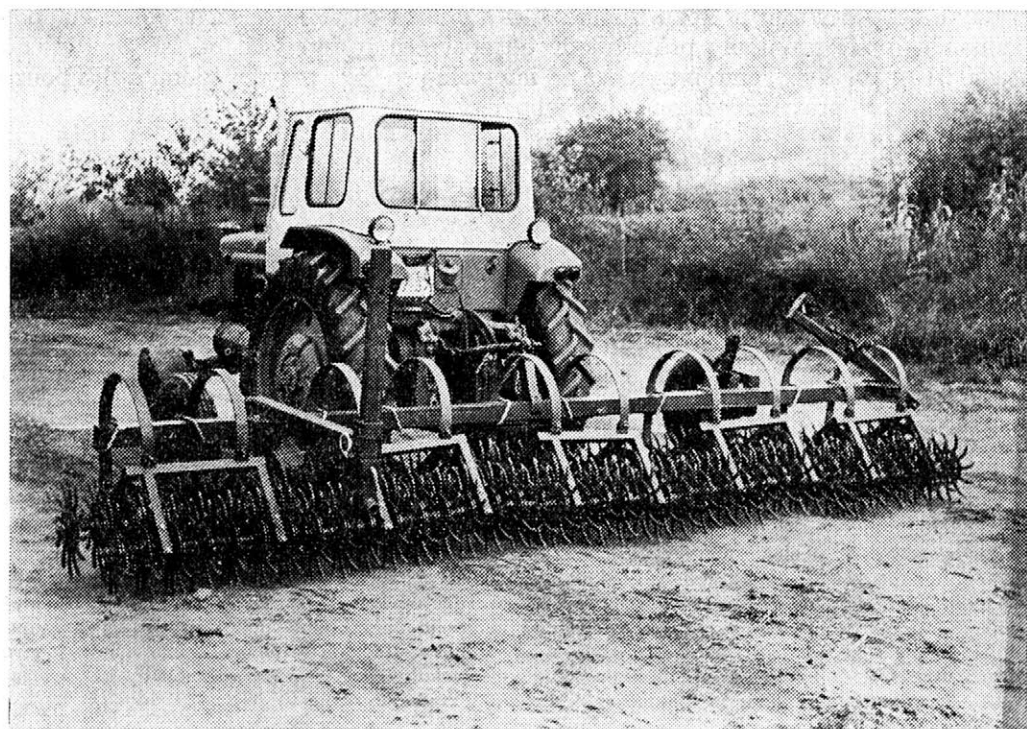
A new type of dripper for droplet irrigation has been designed where no filtration equipment of irrigation water is necessary. This dripper was subjected to a theoretical analysis and was checked experimentally from the aspect of droplet formation and release, water flowing inside the regulation tube and irrigation water flow into this tube. As it was not possible to use the equation $Q_{od} = f(h_z)$, the dripper was subjected to statistical checks and the range of its applicability was determined.

superficial tension of water; water flow rate

Adresa autora:

Ing. Antonín Grossmann, CSc., Vysoká škola zemědělská, Brno, katedra zahradnické technologie a mechanizace, 691 44 Lednice na Moravě

Brány rotační ježkové BRI-5,6



Rotační ježkové brány jsou určeny pro rozrušení půdního škrálopu a kypření půdy do hloubky 3 až 7 cm. Používají se při jarním setí a pro částečné hubení plevelů na půdách do sklonu 8°.

Agromachinaimpex



Vývozce: Podnik zahraničního obchodu
VTO AGROMAŠINAIMPEX
Bulharsko, Sofia
ul. St. Lepoeva č. 1
telefon: 23 03 91
telex: 022 563

SLEDOVÁNÍ PARAMETRŮ ZUBOVÝCH HYDROGENERÁTORŮ TRAKTORU

F. Bauer

BAUER, F. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Sledování parametrů zubových hydrogenerátorů traktoru*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (8) : 495-504.

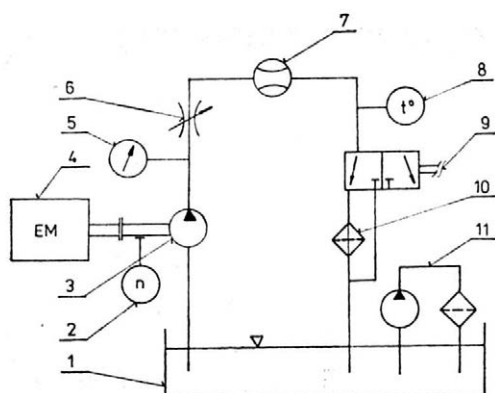
Jedním ze znaků současných traktorů a zemědělských strojů je jejich vybavenost hydraulickými obvody, které usnadňují obsluhu a zvyšují jejich širokou využitelnost. V článku jsou uvedeny výsledky dlouhodobého sledování parametrů zubových hydrogenerátorů traktorů. Výkon a technický stav hydraulických obvodů lze posoudit změřením dvou základních veličin, a to tlaku p a průtoku Q . Tyto dvě veličiny jsou rozhodující pro posouzení technického stavu jednotlivých hydraulických obvodů a z tohoto hlediska je důležité věnovat pozornost této problematice v zemědělské praxi.

průtoková charakteristika; průtoková účinnost; hydraulický obvod; hydrostatický pohon; vnější obvod hydrauliky traktorů

Používání hydraulických prvků na traktorech a zemědělských strojích je na stálém vzestupu. U nových konstrukcí zemědělských strojů se projevuje rostoucí trend používání hydrostatických pohonů. Hydraulické obvody na traktorech využívají tlakové energie kapaliny na dosažení sil nebo točivých momentů. Zdrojem tlakové energie hydraulických obvodů traktorů jsou ve většině případů zubové hydrogenerátory, které jsou v současnosti nejrozšířenějším typem generátorů používaných v hydraulických obvodech mobilních energetických prostředků v zemědělství. Je to hlavně pro jejich poměrně jednoduché konstrukční řešení, kompaktnost a relativně nízké výrobní náklady. Jsou schopné pracovat i v obtížných provozních podmínkách. Zubové hydrogenerátory jsou důležitým hydraulickým prvkem, na němž závisí funkčnost hydraulických mechanismů z hlediska jejich výkonnosti a stupně mechanizace.

METODIKA

U traktorů Zetor UR I jsme v provozu sledovali jejich provozní spolehlivost — kromě jiných funkčních částí také technický stav hydraulických obvodů. Po určitém počtu odpracovaných motohodin (Mh) byly zubové hydrogenerátory měřeny na zkušebním stavu, jehož schéma je uvedeno na obr. 1. Z celkového počtu sledovaných traktorů byly vybrány dva stroje s charakteristickými provozními vlastnostmi zubových hydrogenerátorů: Zetor 6945, číslo hydrogenerátoru 803 140, a Zetor 6911, číslo hydrogenerátoru 802 1686.



1. Schéma zkušebního stavu pro měření zubových hydrogenerátorů — Diagram of the experimental equipment for testing gear hydrogenerators

1 — nádrž, 2 — otáčkoměr, 3 — zubový hydrogenerátor, 4 — elektromotor, 5 — manometr, 6 — regulační škrticí ventil, 7 — průtokoměr, 8 — teploměr, 9 — rozvaděč, 10 — tepelný regulátor, 11 — filtrační okruh

I. Naměřené a vypočtené hodnoty hydrogenerátoru č. 803 140 při 90 odpracovaných motohodinách — Recorded and calculated values of hydrogenerator no. 803 140 after 90 operation hours

Měření číslo	Hodnoty naměřené				Hodnoty vypočtené		
	p MPa	t °C	n_G min ⁻¹	Q_G l.min ⁻¹	Q_S l.min ⁻¹	Q_T l.min ⁻¹	η_Q %
1	0	52,1	621	12,50	12,07	12	100
2	3	52,1	612	11,80	11,56	12	96,40
3	6	52,1	607	11,10	10,97	12	91,43
4	9	52,0	603	10,60	10,54	12	87,89
5	12	52,0	598	10,10	10,13	12	84,44
6	15	52,0	596	9,10	9,16	12	76,34
7	18	51,8	590	8,40	8,54	12	71,19
8	0	51,0	1197	24,00	24,06	24	100
9	3	51,4	1201	23,70	23,68	24	98,67
10	6	51,7	1197	23,10	23,15	24	96,49
11	9	49,9	1204	22,90	22,82	24	95,01
12	12	49,9	1199	22,20	22,21	24	92,58
13	15	51,0	1199	21,10	21,11	24	87,99
14	18	51,8	1198	20,30	20,33	24	84,72
15	0	49,1	1811	36,10	35,88	36	99,67
16	3	49,5	1801	35,80	35,78	36	99,39
17	6	49,5	1808	35,60	35,44	36	98,45
18	9	49,8	1792	34,70	34,85	36	96,82
19	12	50,1	1802	34,30	34,35	36	95,17
20	15	50,7	1802	33,70	33,66	36	93,51
21	18	53,1	1784	27,80	28,04	36	77,92

II. Naměřené a vypočtené hodnoty hydrogenerátoru č. 803 140 při 2142 odpracovaných motohodinách — Recorded and calculated values of hydrogenerator no. 803 140 after 2142 operation hours

Měření číslo	Hodnoty naměřené				Hodnoty vypočtené		
	p MPa	t °C	n_G min ⁻¹	Q_G l.min ⁻¹	Q_S l.min ⁻¹	Q_T l.min ⁻¹	η_Q %
1	0	50,0	623	12,50	12,03	12	100
2	3	50,1	618	11,90	11,55	12	96,28
3	6	50,0	612	11,20	10,98	12	91,50
4	9	49,7	608	9,30	9,17	12	76,48
5	12	49,7	604	7,80	7,74	12	64,57
6	15	49,7	600	6,50	6,50	12	54,17
7	18	49,6	595	4,60	4,63	12	38,66
8	0	49,2	1201	24,00	23,97	24	99,92
9	3	49,1	1200	23,60	23,6	24	98,33
10	6	48,9	1200	22,60	22,6	24	94,17
11	9	49	1206	21,50	21,39	24	89,14
12	12	49,2	1203	20,20	20,14	24	83,96
13	15	49,3	1207	19,00	18,88	24	78,71
14	18	49,7	1204	17,20	17,14	24	71,43
15	0	49,3	1802	35,60	35,56	36	98,78
16	3	49,4	1806	35,30	35,18	36	97,73
17	6	49,6	1804	34,30	34,42	36	95,62
18	9	49,8	1801	33,30	33,28	36	92,45
19	12	50,1	1795	32,80	32,89	36	91,36
20	15	50,7	1808	30,80	30,66	36	85,18
21	18	51,3	1797	28,80	28,84	36	80,13

VÝSLEDKY

Výsledky naměřené u traktoru Zetor 6945, hydrogenerátor č. 803 140, jsou uvedeny v tab. I—IV. Průtoková účinnost η_Q byla vypočtena podle vztahu

$$\eta_Q = \frac{Q_S}{Q_T}$$

kde: Q_T — teoreticky dodávané množství
 Q_S — skutečně dodávané množství

Z naměřených a vypočtených hodnot byly sestrojeny grafy na obr. č. 2 a 3.

U traktoru Zetor 6911, č. hydrogenerátoru 802 1686, jsou uvedeny pouze grafy (obr. 4 a 5).

Zubové hydrogenerátory byly měřeny při otáčkách n 600, 1200, 1800 min⁻¹ a tlak p se postupně zvyšoval, a to 0, 3, 6, 9, 12, 15 a 18 MPa.

III. Naměřené a vypočtené hodnoty hydrogenerátoru č. 803 140 při 3660 odpracovaných motohodinách — Recorded and calculated values of hydrogenerator no. 803 140 after 3660 operation hours

Měření číslo	Hodnoty naměřené				Hodnoty vypočtené		
	p MPa	t °C	n_G min ⁻¹	Q_G l.min ⁻¹	Q_S l.min ⁻¹	Q_T l.min ⁻¹	η_Q %
1	0	49,2	622	12,50	12,05	12	100
2	3	49,2	621	11,80	11,40	12	94,00
3	6	49,4	609	10,40	10,24	12	85,39
4	9	49,5	605	8,90	8,82	12	73,55
5	12	49,6	602	7,20	7,17	12	59,80
6	15	49,9	596	5,40	5,43	12	45,30
7	18	50,0	605	3,80	3,76	12	31,40
8	0	50,0	1205	23,20	23,30	24	96,68
9	3	50,2	1200	23,10	23,10	24	96,25
10	6	50,2	1202	22,40	22,36	24	93,18
11	9	50,4	1205	21,30	21,21	24	88,38
12	12	50,5	1205	19,90	19,81	24	82,57
13	15	50,7	1204	18,20	18,23	24	76,00
14	18	50,9	1199	16,60	16,61	24	69,22
15	0	49,2	1807	35,70	35,56	36	98,78
16	3	49,2	1803	35,30	35,24	36	97,89
17	6	49,6	1799	34,50	34,51	36	95,89
18	9	49,9	1811	33,60	33,39	36	92,77
19	12	50,2	1794	32,00	32,10	36	89,19
20	15	50,4	1804	30,80	30,73	36	85,37
21	18	50,8	1798	28,80	28,83	36	80,90

DISKUSE

V grafech na obr. 2 a 4 je znázorněn průběh skutečného množství oleje Q_S (l.min⁻¹) dodávaného hydrogenerátorem v závislosti na tlaku p (MPa). Z grafů je patrna změna průtoku Q_S , která se vzrůstajícím počtem motohodin (Mh) a s rostoucím zatížením — tlakem p — klesá. Sklon jednotlivých křivek průtoku Q_S v závislosti na tlaku p ukazuje technický stav (opotřebení) zubového hydrogenerátoru. Vlivem opotřebení, které závisí na čistotě oleje, na jeho filtraci, dochází k tomu, že se s narůstajícím tlakem zmenšuje dodávané množství Q_S , a tím klesá výkon.

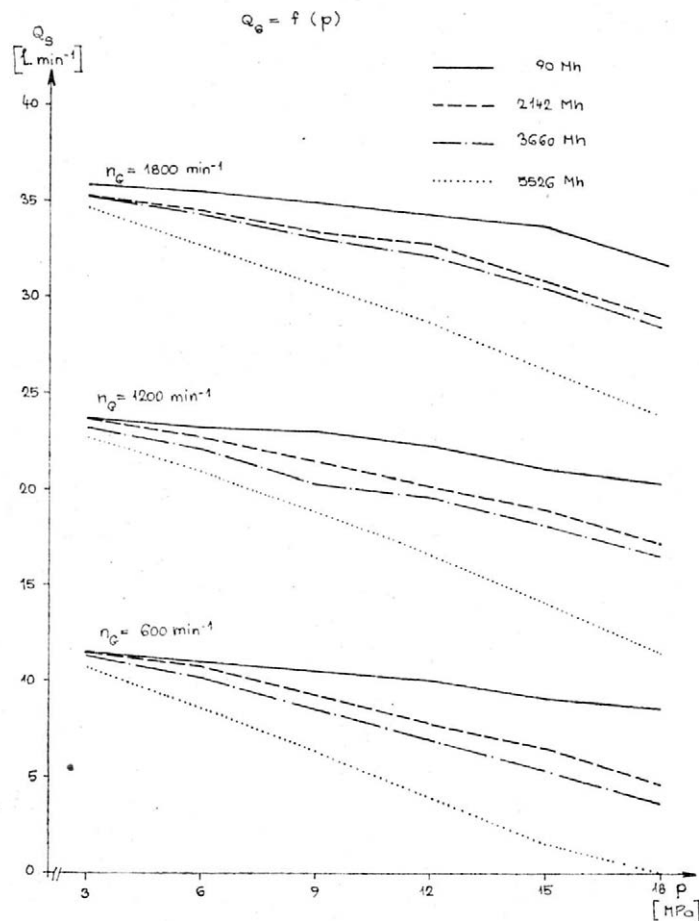
Obr. 3 a 5 ukazují pokles průtokové účinnosti η_Q v závislosti na tlaku p . Při poklesu η_Q pod 50 % by měl být zubový hydrogenerátor vyřazen z provozu, poněvadž práce s takovýmto zařízením se stává značně neefektivní.

IV. Naměřené a vypočtené hodnoty hydrogenerátoru č. 803 140 při 5526 odpracovaných motohodinách — Recorded and calculated values of hydrogenerator no. 803 140 after 5526 operation hours

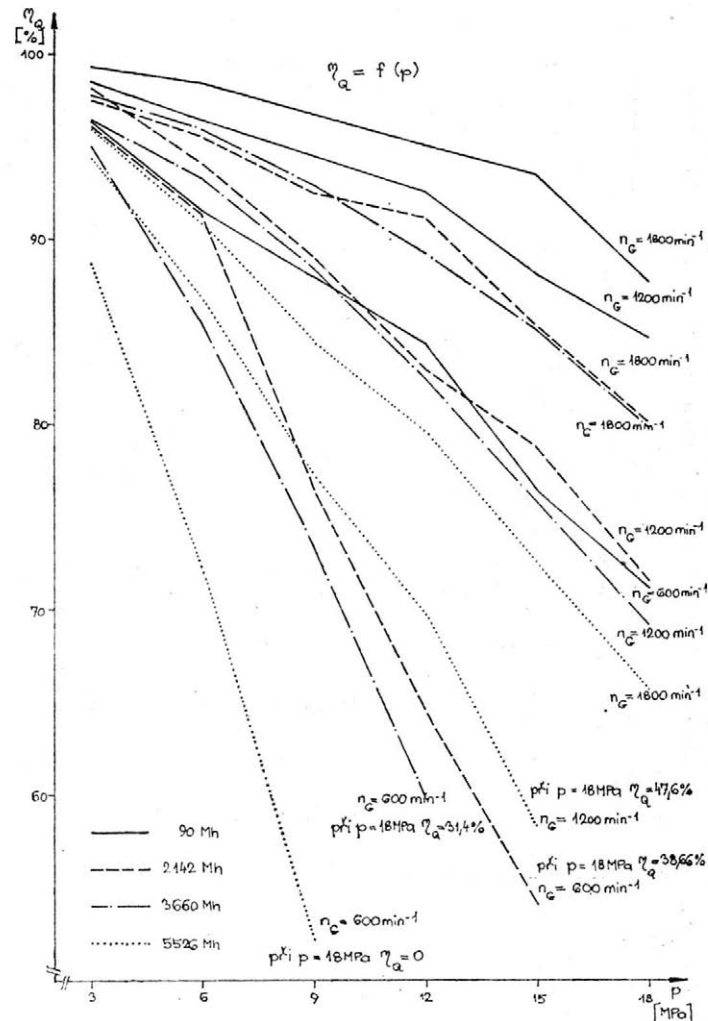
Měření číslo	Hodnoty naměřené				Hodnoty vypočtené		
	p MPa	t °C	n_G min ⁻¹	Q_G l.min ⁻¹	Q_S l.min ⁻¹	Q_T l.min ⁻¹	η_Q %
1	0	51,0	624	12,30	11,84	12	98,67
2	3	51,0	621	11,00	10,66	12	88,83
3	6	51,0	610	8,80	8,67	12	72,25
4	9	51,0	607	6,30	6,26	12	52,17
5	12	52,0	596	3,80	3,90	12	32,5
6	15	51,2	597	1,50	1,52	12	12,67
7	18	51,2	594	0,00	0,00	12	0,00
8	0	51,1	1200	23,70	23,70	24	98,75
9	3	51,1	1205	22,70	22,66	24	94,42
10	6	51,0	1204	20,90	20,85	24	86,88
11	9	51,1	1204	18,60	18,53	24	77,21
12	12	51,2	1199	16,70	16,77	24	69,88
13	15	50,2	1199	13,90	13,96	24	58,17
14	18	52,6	1203	11,50	11,43	24	47,63
15	0	51,3	1803	35,50	35,48	36	98,56
16	3	50,2	1802	34,70	34,62	36	96,17
17	6	50,5	1800	32,70	32,71	36	90,86
18	9	51,2	1803	30,50	30,40	36	84,44
19	12	52,0	1801	28,70	28,67	36	79,64
20	15	52,1	1803	26,10	26,07	36	72,42
21	18	50,3	1803	23,90	23,82	36	66,17

Počet odpracovaných motohodin traktoru je pro posuzování výkonnosti hydrogenerátorů relativní, poněvadž při některých druzích prací traktoru nemusí být hydrogenerátor v činnosti, nebo je v činnosti jen krátkodobě. Naproti tomu při orbě traktorem na silovou nebo směšnou regulaci je hydrogenerátor značně zatěžován. Podle výsledků terénního měření prováděného ve spolupráci s n. p. Zetor, při němž byla měřena velikost tlaku p a frekvence zapínání hlavního šoupátka hydrauliky na zvedání, dochází ke značnému zatěžování (Kovář, 1982). Frekvence zapínání byla 1 až 2 Hz s hodnotami tlaků p 6 až 8 MPa. Tab. V ukazuje procentuální zastoupení různých druhů prací traktoru Zetor 6945 za kalendářní rok; z ní vidíme, že nasazení traktoru v orbě činilo 23,79 % z celkového objemu prací.

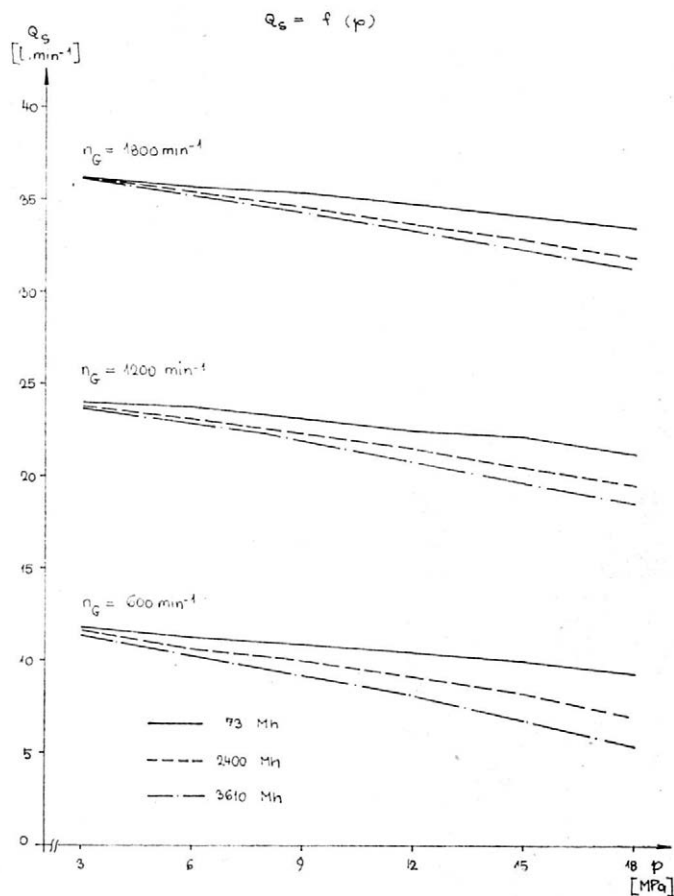
Pro zemědělskou praxi má větší význam měření, které lze dělat přes vnější okruh hydrauliky přímo na traktoru bez demontáže hydrogenerátoru. Při tomto způsobu měření je třeba myslet na to, že získané



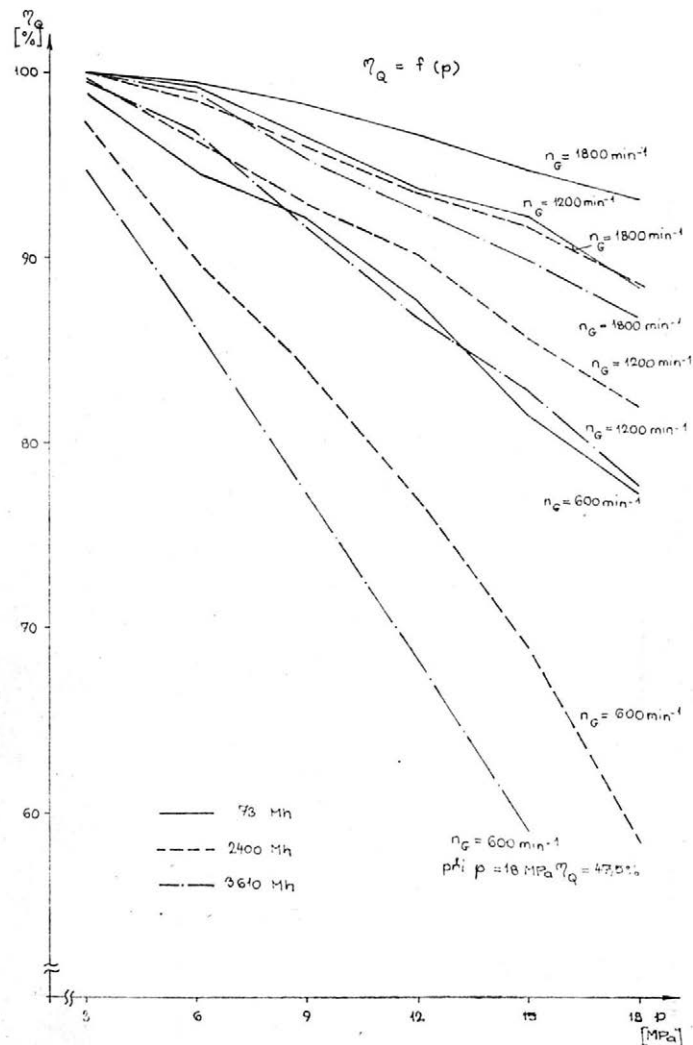
2. Změna průtočného množství Q_s v závislosti na tlaku p zubového hydrogenerátoru č. 803 140 — Change in the flow rate Q_s related to the pressure p of gear hydrogenerator no. 803 140



3. Změna průtokové účinnosti η_Q v závislosti na tlaku p zubového hydrogenerátoru č. 803 140 — Change in the flow efficiency η_Q related to the pressure p of gear hydrogenerator no. 803 140



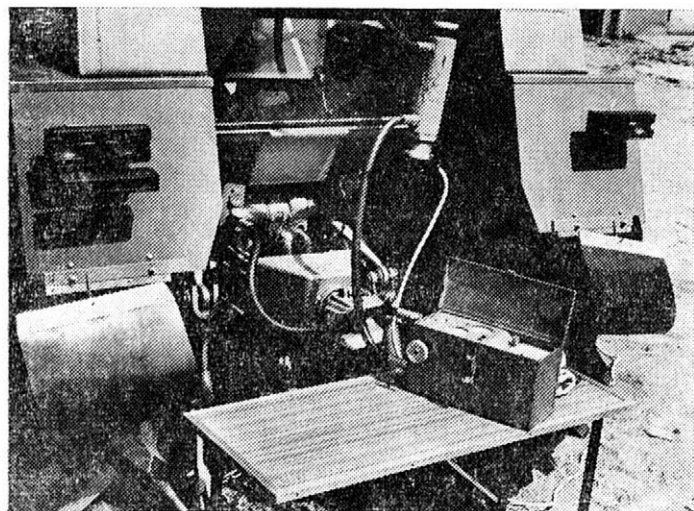
4. Změna průtokového množství Q_s v závislosti na tlaku p zubového hydrogenerátoru č. 802 1686 — Change in the flow rate Q_s related to the pressure p of gear hydrogenerator no. 802 1686



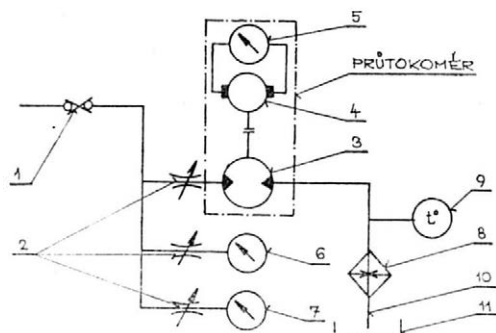
5. Změna průtokové účinnosti η_Q v závislosti na tlaku p zubového hydrogenerátoru č. 802 1686 — Change in the flow efficiency η_Q related to the pressure p of gear hydrogenerator no. 802 1686

V. Procentuální zastoupení prací traktoru Z 6945 za kalendářní rok — Percent proportion of the operations of the Z 6945 tractor over a calendary year

Operace	Procento zastoupení
Doprava	35,68
Sečení	15,85
Setí	15,42
Orba	23,79
Lisování	2,50
Sběr sena	2,43
Kultivace	2,36
Sázení brambor	1,49
Smykování + vláčení	0,48
	100,00



6. Měření přes vnější okruh hydrauliky traktoru — Measurements via the external hydraulic circuit of a tractor



7. Schéma měření přes vnější okruh hydrauliky traktorů — Diagram of measurements via the external hydraulic circuit of tractors

1 — rychospojka, 2 — regulační škrťací ventil, 3 — hydromotor, 4 — tachodynamo, 5 — měřič průtoku, 6, 7 — manometr, 8 — ohřívač, 9 — teploměr, 10 — odpadní potrubí, 11 — nádrž

hodnoty mohou být ovlivněny špatným seřazením pojišťovacího ventilu nebo netěsností vzniklou v okruhu za hydrogenerátorem, např. netěsností šoupátka. Na vnější okruh hydrauliky traktorů zapojíme pomocí vysokotlakých hadic průtokoměr s manometry a ohřívачem (obr. 6). Měření přes vnější okruh hydrauliky traktoru je schematicky znázorněno na obr. 7. Měřením otáček hydrogenerátoru n přes otáčky vývodového hřídele, průtokového množství Q_s a tlaku p jsme schopni posoudit okamžitý výkon a momentální technický stav hydrogenerátoru.

ZÁVĚR

Účelem tohoto příspěvku bylo ukázat změny výkonu traktorových hydrogenerátorů, zjištěné na základě sledování a měření těchto hydraulických prvků v zemědělském provozu. Naměřené výsledky, uváděné v práci, je možné brát jako orientační ukazatel při porovnání stavu hydrogenerátoru (např. při opravách traktorů), nikoliv jako absolutní hodnoty charakterizující hydrogenerátor ve vztahu k počtu odpracovaných motohodin traktoru. Měřit lze přímo v provozu přenosným měřicím zařízením, které je v článku popsáno. Takto získané hodnoty by měly být podkladem pro opravárenský zásah nebo údržbu hydraulických obvodů.

Literatura

BAUER, F.: Rozbor sil v třibodovém závěsu traktoru agregovaného s neseným pluhem, a problematika silové regulace. [Kandidátská disertační práce.] Brno 1981. — Vysoká škola zemědělská.

KOVÁŘ, R.: Sledování provozu a diagnostická měření traktorů Z 6911, Z 6945 a Z 7045. [Závěrečná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1982.

Došlo dne 7. 3. 1983

BAUER, Ф. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Исследование параметров зубчатых гидрогенераторов трактора. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (8): 495-504.

Одним из признаков существующих тракторов и сельскохозяйственных машин является их оснащённость гидравлическими цепями, облегчающие и повышающие их широкую использование. В статье приведены результаты долгосрочного исследования параметров зубчатых гидрогенераторов тракторов. Производительность и техническое состояние гидравлических цепей можно оценивать путем измерения двух основных величин, а именно давления p и потока Q . Эти две величины являются решающими для оценки технического состояния отдельных гидравлических цепей, а с этого аспекта необходимо уделять внимание этой проблематике в сельскохозяйственной практике.

проточная характеристика; проточная эффективность; гидравлическая цепь; гидростатический привод; внешняя система гидравлики тракторов

BAUER, F. (University of Agriculture, Brno): *Study of the Parameters of Gear Hydrogenerators of a Tractor*. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (8): 495-504.

One of the features of current tractors and farm machines are the hydraulic circuits, making easier the operation and control of the machines and increasing their wide

applicability. The results of a long-term observation of the parameters of gear hydrogenerators of tractors are given. The performance and technical condition of hydraulic circuits can be stated by measuring two basic parameters — pressure p and flow rate Q . These two parameters are decisive for evaluating the technical state of different hydraulic circuits; therefore it is important to study these problems in agricultural practice.

flow characteristics; flow efficiency; hydraulic circuit; hydrostatic drive; external hydraulic circuit of tractors

Adresa autora:

Ing. František Bauer, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA V PRAXI

PERSPEKTIVY VYBAVENÍ MOBILNÍ ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY NĚKTERÝMI PRVKY AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY

Na novou zemědělskou techniku jsou kladeny požadavky vyšší výkonnosti, provozuschopnosti, tj. především snížení poruchovosti, snížení počtu obsluhou kontrolovaných míst stroje, zjednodušení systému, resp. konstrukce, snížení námahy při obsluze (řízení a další úkony), snížení energetické náročnosti a informovanost obsluhy o stavu důležitých uzlů a kontrolovaných míst. Tyto skutečnosti nutí nejenom hledat při vývoji nových strojů nové konstrukce a principy, ale i uplatňovat prvky, resp. systémy automatizace v daleko větší míře než dosud.

Automatizaci lze realizovat jednak dosud používanými způsoby, tj. na principu mechanickém, hydraulickém a pneumatickém, jednak použitím elektroniky, a to především s ohledem na její značné technické možnosti.

APLIKACE AUTOMATIZAČNÍ TECHNIKY

Z hlediska aplikace automatizace je možné mobilní zemědělské stroje rozdělit zhruba do čtyř skupin:

- samojízdné stroje,
- traktory a zemědělské tahače,
- přívěsné stroje a nářadí,
- zemědělské automobily (včetně vybavení).

V tomto pořadí bude pravděpodobně — s ohledem na složitost a cenu zařízení — systém postupně aplikován. Velkou roli při rozhodování o prioritě aplikace hraje i složitost a důležitost zemědělského stroje, který je zařazen do konkrétní technologické linky, jeho provozní pohotovost, možnost náhrady (zastoupení) dalším strojem, ekonomická efektivnost apod.

Z rozboru činnosti zemědělských strojů je patrné, že uplatnění automatizace lze obecně rozdělit do těchto skupin:

- kontrolní systémy, poruchová signalizace a ochrana,
- řízení výkonnosti,
- řízení kvalitativní,
- řízení směru jízdy,
- pomocné ovládací mechanismy,
- přenos informací [stroj → řídicí centrum [počítač, databanka, dispečink]; stroj → další stroj v lince [např. sklizeč — dopravní prostředek atp.]].

Do tohoto rozdělení lze dále zařadit komplexně mechanizované a automatizované linky.

Vzhledem k tomu, že mobilní zemědělské stroje bez obsluhy jsou prozatím vzdálenou budoucností, je zřejmé, že při vývoji nových strojů bude nutné pamatovat na to, aby byly vybaveny především kontrolními systémy, automatickými zabezpečovacími systémy, systémy poruchové

signalizace a některé stroje a agregáty podle možnosti také systémy automatického řízení (směr jízdy, výkonnost, kvalita). Tato zařízení umožní zajišťovat požadovanou výkonnost, snížit vznikající ztráty a „hlídat“ i bezporuchový provoz. Důležité signály z okruhu automatického systému budou jako informace předávány obsluze, některé v budoucnu do řídicího centra.

S ohledem na duševní zatížení obsluhy vlivem značného množství informací, které může informační systém poskytnout, bude nutné případ od případu (pro konkrétní typy strojů) zvážit jak počet informací, tak i vhodné rozmístění všech zobrazovačů. V opačném případě a v případě, že by nebyly respektovány ergonomické zásady při realizaci systému, by po určité době provozu stroje obsluha přestala „dodávané“ informace částečně nebo i zcela úplně vnímat a řídit se jimi, se všemi důsledky z toho vyplývajících.

Pro řešení informačního systému, především při volbě typu, počtu a rozmístění zobrazovačů v kabině zemědělských strojů, bude podle důležitosti pravděpodobně vhodné toto dělení:

Funkce často sledované — zobrazovače umístěné v zorném poli obsluhy stroje, tzn. buď na panelu před volantem, nebo vpředu nad čelním sklem kabiny. Řešení zobrazovačů a jejich poloha by měla (kromě digitálních) umožňovat i jejich nepřímé sledování, tj. vnímání světla a polohy ručiček analogových strojů bez přímého pohledu na ně. Do této skupiny patří zejména zobrazovače:

- otáček (hnací motor, pracovní orgány s automatickou nebo ruční změnou převodového poměru),
- speciální (ztráta zrna, funkce postřikovačů, funkce výsevního ústrojí apod.),
- hlavní informační světla (stav vyhovující, mezní, havarijní — nepřípustný), udávající centrální stav ze všech sledovaných míst — vazba na signalizační obvody uvedené v další části,
- předepsané vyhláškou federálního ministerstva dopravy pro provoz motorových vozidel.

Funkce občas sledované — zobrazovače doplňující předešlý systém. Podle typu stroje a kabiny je rozmístění libovolné, ale musí být v dosahu ruky obsluhy (ovládání tlačítek) a ve vzdálenosti umožňující bezpečné čtení. Do této skupiny patří všechny ostatní zobrazovače uvedené dále (analogové i digitální) u systému kontroly a signalizace. Dále se předpokládá, že digitální displej udávající čas umožní navíc pomocí tlačítek zobrazit vypočtené hodnoty a systémem naměřené hodnoty (prosvětlená tlačítka).

Do světelné signalizace patří:

- kontrolky svítící při překročení mezního stavu (kontrola nabíjení, opotřebení brzdového obložení apod.),
- tlačítka se světelnou signalizací, umožňující zobrazit naměřené hodnoty na displeji.

AUTOMATIZAČNÍ SYSTÉMY

Při vývoji zemědělských strojů příštích generací nebo při modernizaci současných strojů bude třeba řešit problematiku kontrolních, signalizačních, informačních a řídicích systémů komplexně jako univerzální

systém, použitelný v různých konfiguracích jak pro traktory, tak i pro samojízdné stroje. Znamená to vyřešit modulovou stavbu systému, tj. centrální jednotku pro příjem a zpracování informací z různých snímačů s výměnným „pamětovým modulem“ provozních hodnot a programem konkrétního stroje jednak s výstupem na zobrazovací a řídicí panel, zkompletovaný z informačních prvků (zobrazovačů) a ovladačů podle potřeby, jednak s výstupem pro řízení (řízení směru jízdy, otáček apod.).

Z hlediska představ o vybavenosti traktorů a zemědělských strojů automatizačními a informačními systémy, uváděných v literatuře, by u příštích generací strojů měly být vyřešeny a instalovány tyto obvody:

1. Kontrolní systémy, poruchová signalizace a ochrana

a) motor a jeho příslušenství:

- otáčky — počítač motohodin,
- teplota a množství chladicí kapaliny (vzduchu),
- teplota, tlak a množství motorového oleje,
- nabíjení akumulátoru,
- znečištění vzduchového čističe,
- spotřeba paliva ($l. hod^{-1}$, $l. ha^{-1}$);

b) podvozková část:

- množství a teplota oleje v hlavní převodovce, event. v hydrostatickém převodovém systému,
- množství a tlak oleje v hydraulickém systému, včetně okruhu řízení,
- množství paliva v nádrži,
- tlak vzduchu v brzdovém systému nebo množství brzdové kapaliny,
- opotřebení brzdového obložení (indikace minimální vrstvy),
- snímání otáček pojezdových kol,
- zatažení ruční brzdy (indikace),
- přípojka pro diagnostický (testovací) přístroj;

traktory:

- zapnutí uzávěrek diferenciálu (indikace),
- zapnutí vývodového hřídele (indikace i podle otáček),
- zapnutí náhonu přední nápravy (indikace),
- přípojka pro kontrolu činnosti připojených strojů;

c) pracovní orgány:

- otáčky vybraných hřídelů,
- pohyb (poloha) vybraných nerotačních orgánů,
- signalizace a ochrana proti vnikání cizího tělesa do příjmové části stroje,
- naplnění zásobníku materiálem,
- speciální signalizace, např. překročení ztrát zrna atp.,

d) výstup pro připojení přenosového systému (přenos vybraných dat mezi strojem a řídicím počítačem — dispečerské pracoviště).

2. Řízení výkonnosti, kvality a směru jízdy

- řízení pojezdové rychlosti v závislosti na množství, event. stavu (vlhkosti) sklizeného materiálu,
- řízení pojezdové rychlosti v závislosti na zatížení (hlavního motoru, pracovní odpor atp.),
- korekce otáček vybraných pracovních uzlů,

- korekce pojezdové rychlosti v závislosti na ztrátách,
- řízení směru jízdy podél dané trajektorie (obilní stěna, posečený řádek, brázda, uměle vytvořená stopa atp.),
- řízení chodu hnacího motoru.

Všechny samojízdné stroje a traktory by měly mít kabinu obsluhy řešenou tak, aby dodatečně mohla být instalována — jako samostatný výměnný blok — plně automatizovaná klimatizační jednotka. Tato jednotka, dodávaná z ekonomických důvodů samostatně v množství podle potřeb uživatelů, by tak mohla být instalována pouze na stroje v provozu.

ŘEŠENÍ PRO JEDNOTLIVÉ TYPY STROJŮ

Samojízdné řezačky

Předpokládá se realizace všech položek uvedených pod body 1a—1c. U pracovních orgánů se to bude týkat zejména kontroly otáček řezacího bubnu, event. vyřezávacího systému.

U řezaček se dnes řeší především ochrana proti vniknutí cizího tělesa (kámen, kovové předměty) do řezacího ústrojí. Většina dosavadních řešení však reaguje pouze na přítomnost ferromagnetických materiálů. Bude tedy nutné vyvinout zařízení (snímače) reagující i na ostatní materiály, v našich podmínkách je to zejména ve zvýšené míře se vyskytující kámen. Z hlediska principu detekce předmětu se nabízí např. mikrovlnná nebo laserová technika a radioizotopy.

Z položek uvedených pod bodem 2 lze uvažovat o aplikaci řízení rychlosti v závislosti na množství, stavu a druhu zpracovávaného materiálu s korekcí podle zatížení hnacího motoru. Bude se tedy jednat o optimalizaci pracovního režimu řezačky. U předních výrobců zemědělské techniky byla vyvinuta řešení, jež se principiálně liší především typem a umístěním snímačů poruchových veličin. V podstatě se používají snímače množství materiálu umístěné v příjmovém ústrojí (snímače vrstvy nebo krouticího momentu), nebo snímače ultrazvukové, umožňující měřit hustotu porostu před strojem, což je z hlediska regulace mnohem výhodnější. Toto technicky zajímavé řešení lze s ohledem na jeho univerzálnost pokládat za perspektivní i pro další stroje a aplikace.

Samojízdné seřezávače chrástu

U těchto strojů se předpokládá použití systému 1a a 1b v plném rozsahu. Z hlediska bodu 1c se předpokládá kontrola chodu pracovních orgánů umístěných mimo zorné pole obsluhy (kontrola činnosti čističů řádků, některých dopravníků a podle nutnosti i dalších rotačních orgánů).

Podle bodu 2 bude u současné koncepce sklízeců pravděpodobně použito pouze směrové řízení. Vzhledem k požadavku vyšších pojezdových rychlostí bude asi třeba v současné době používanou regulaci výšky sřezu mechanickým kopírovacím systémem nahradit systémem elektronickým, umožňujícím nejen pracovat rychleji a přesněji, ale především „změřit“ více bulev za sebou a určit nejvýhodnější dráhu pohybu seřezávacího ústrojí. Ústřední elektronický systém potom řídí hydraulické výkonové členy v jednotlivých sekcích.

Samojízdný vyoráváč bulev

U těchto strojů se předpokládá sledování všech parametrů uvedených pod body 1a a 1b; z parametrů uvedených pod bodem 1c se to týká kontroly funkce dopravního a čistícího systému stroje a pohonu vyorávacích kotoučů.

U sklízeců bude z hlediska bodu 2 řešeno především automatické směrové řízení stroje podle řádku řepy. U současně vyráběných strojů se používají jednoduché mechanicko-hydraulické systémy. Prutové (dotykové) snímače polohy ovládají hydraulický rozvaděč silové části okruhu přímo. Zpětná vazba od polohy kol je mechanická — zpět na uvedený rozvaděč. Tento zdánlivě jednoduchý systém je však citlivý na mechanické poškození a na přesné nastavení především vlastních snímačů. Seřízení není jednoduché. Pro měřící a řídicí systém bude perspektivně výhodnější použití elektronických obvodů, které kromě toho, že odstraní složitý a roz-

měrný mechanismus se všemi nedostatky z toho vyplývajících, umožní přesněji řešit algoritmus řízení, usnadní korekci, zajistí vyšší spolehlivost atd.

Vzhledem k tomu, že se zvyšující se pojezdovou rychlostí je stále obtížnější přesné směrové vedení celého sklízecího (vliv terénních nerovností, značná hmotnost stroje, pružnost pneumatik, příčný skluz apod.), bude v některých případech vhodné doplnit automatické směrové řízení celého stroje automatickým směrovým řízením pracovních orgánů (všech současně, nebo po sekcích). Tento systém řízení by v budoucnu mohl být doplněn o automatickou regulaci zahloubení pracovních orgánů.

Samojízdný vyoráváč brambor

Vzhledem k tomu, že uspořádání hnací jednotky a celého podvozku vůbec je téměř shodné s podvozky ostatních samozjízdných strojů, bude i technické řešení sledování parametrů uvedených pod body 1a a 1b shodné. Aplikace řešení podle bodu 1c bude ve značné míře záviset na koncepčním řešení vyorávacích, čistících a dopravních orgánů. V každém případě bude nutné sledovat funkci vyorávacích orgánů při použití aktivních těles a činnost čistících a dopravních zařízení umístěných v krytech nebo mimo zorné pole obsluhy stroje.

Z hlediska bodu 2 bude vhodné aplikovat automatické směrové řízení a automatické zahloubení pracovních orgánů podle hloubky uložení hlíz. Technickým problémem dosud zůstává vyřešení, resp. nalezení metody, podle níž by se zjišťovala poloha hlíz vzhledem k povrchu pole. Jestliže by se podařilo tento problém úspěšně zvládnout, znamenalo by to buď zvýšení výkonnosti stroje, nebo zmenšení jeho hmotnosti (čistící zařízení by mělo menší rozměry) a snížení energetické náročnosti na 1 tunu sklizených brambor.

Vzhledem k tomu, že u těchto strojů se předpokládá kontinuální vykládka do souběžně jedoucího dopravního prostředku, bylo by možné uplatnit automatickou regulaci výšky vynášecího dopravníku, event. dálkové ovládání zapínání chodu.

Samojízdné sklízecí mlátičky

Tyto stroje patří k nejsložitějším samozjízdným zemědělským strojům. Proto pro ně v praxi a v patentové literatuře existuje největší počet možností, jak řešit zařízení pro kontrolu chodu, sledování provozních parametrů a regulačních zařízení.

Z hlediska bodů 1a a 1b se předpokládá realizace všech uvedených položek v plném rozsahu a podle bodu 1c toto řešení: kontrola otáček pracovních orgánů — mláticí a separační bubny, dopravník zrna, vytrásadla, štípač slámy, ventilátory, pohon sít. Signalizaci a ochranu proti vniknutí cizího tělesa je třeba řešit tak, aby snímač byl pokud možno umístěn v prostoru žací lišty a aby systém v případě nebezpečí zajistil zastavení chodu všech pracovních orgánů na žacím stole (včetně šikmého dopravníku) i pojezdu stroje. Kontrolu naplnění zásobníku zrnem je třeba spojit se signalizačním zařízením pro obsluhu stroje u obsluhy dopravních prostředků.

Dále se počítá s tím, že všechny sklízecí mlátičky budou standardně vybaveny monitorem zrát, jehož výstupní signál (event. i signál z měřiče vlhkosti) bude použit pro korekci automatické regulace pojezdové rychlosti podle průchodnosti, popř. pro korekci otáček mláticího bubnu (obr. 1).

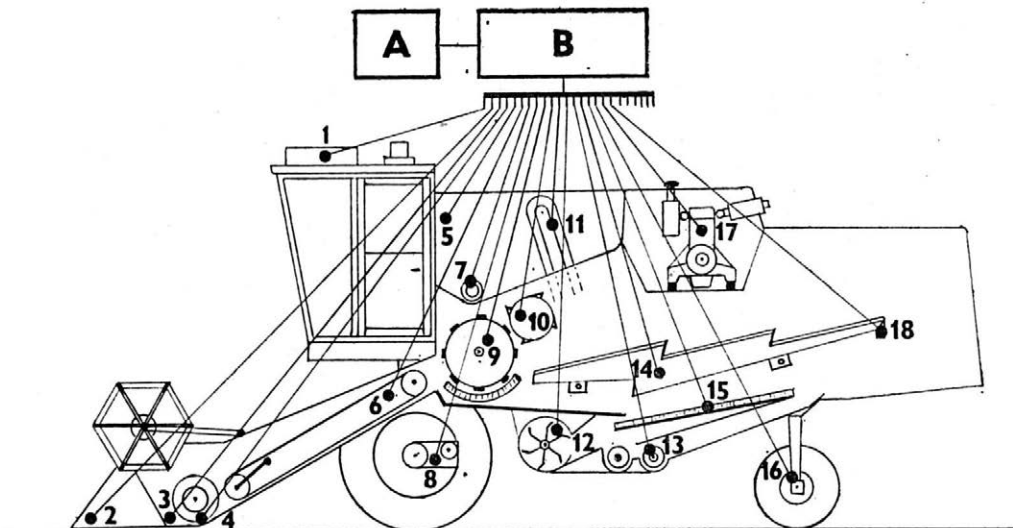
Řízení chodu stroje podle bodu 2 předpokládá jako standardní výbavu všechny uvedené automatizační řídicí obvody. Podle konstrukčního řešení žacího stolu budou některé stroje vybaveny automatickou výškovou regulací žací lišty podle povrchu terénu.

Sklízecí mlátičky pro horské oblasti jsou již dnes řešeny s automatickou stabilizací svislé polohy vlastní mlátičky podle sklonu terénu.

V současné době je přenos pohonu pojezdu řešen hydrostatickými převody, umožňujícími plynulou změnu převodového poměru, resp. pracovní pojezdové rychlosti od 0 do maxima. Tyto převodovky regulují rychlost pomocí elektroniky a zároveň ji mohou pomocí vhodných snímačů korigovat podle vlhkosti sklizené plodiny, množství zrát, popř. podle zatížení hlavního motoru.

Pro měření směrové odchylky a množství procházejícího materiálu se dnes nejčastěji používají mechanické snímače, jejichž pohyb je převáděn na elektrický signál. Z hlediska regulace, životnosti a poruchovosti je pro oba systémy mnohem výhodnější použít bezdotykových snímačů, např. ultrazvuku.

Z předchozího přehledu a aplikací řešení podle bodů 1 a 2 je zřejmé, že speciálně pro tyto stroje je ideální řešit celý systém na bázi mikroelektroniky, včetně aplikace mikroprocesoru: centrální kontrolní řídicí jednotka (mikropočítač) + příslušné periferie (snímače, převodníky, informační a ovládací panel, akční členy).



1. Řešení kontroly a optimalizace chodu sklízecí mlátičky ústředním řídicím členem A — informační a ovládací panel řešený podle dispozic kabiny a ergonomických zásad; B — ústřední člen (mikropočítač): 1 — klimatizace kabiny; 2 — snímače hustoty porostu a směrové odchylky; 3 — snímače cizích předmětů; 4 — snímače vlhkosti; 5 — snímače množství zrna v zásobníku; 6 — snímače pohybu šikmého dopravníku; 7 — snímače činnosti vyprazdňovacího zařízení; 8 — řízení rychlosti pojezdu (hydrostatický pohon); 9 — otáčky mláticího bubnu; 10 — otáčky odmítacího bubnu; 11 — otáčky dopravníku zrna; 12 — otáčky ventilátorů; 13 — otáčky šnekových dopravníků; 14 — činnost vytrásadel; 15 — činnost čistících sít; 16 — automatické směrové řízení; 17 — parametry hnacího motoru, jeho příslušenství a hydrogenerátoru; 18 — snímače zráta zrna

Traktory a zemědělské tahače

V podstatě se používají stejné kontrolní přístroje jako u silničních motorových vozidel, řešené jako samostatné montážní celky. Sdružené systémy využívají moderních stavebních prvků, především z oblasti elektroniky, nejsou však prozatím příliš rozšířeny a teprve v poslední době se začínají ojediněle objevovat u nejnovějších traktorů předních světových výrobců.

Z hlediska bodů 1a a 1b se předpokládá realizace všech uvedených položek včetně vybavení, jež předpisuje vyhláška FMD pro provoz motorových vozidel. Kromě uvedeného systému se podle konstrukce traktoru, jeho velikosti a mnohdy i „cenové“ kategorie objevují některé další přístroje, např. měření teploty výfukových plynů, otáčky vývodových hřídelí, teploty vzduchu v kabině aj.

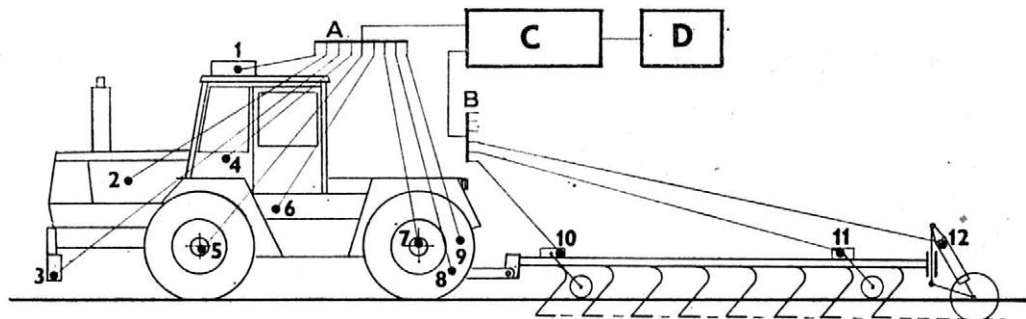
U traktorů (mimo přívěsné stroje) bude možné podle bodu 2 v různém rozsahu realizovat řízení pojezdové rychlosti podle zatížení, řízení směru jízdy, řízení třibodového závěsu a řízení chodu motoru. Úspěšné technické řešení těchto systémů je však podmíněno i odpovídajícím technickým řešením traktoru samého (obr. 2).

Řízení pojezdové rychlosti bude možné realizovat pouze u traktorů vybavených:

- a) dvoustupňovým nebo třístupňovým planetovým násobičem krouticího momentu, řaditelným pod zatížením,
- b) dvoustupňovými a vícestupňovými převodovkami řaditelnými pod zatížením s hydrodynamickými měniči,
- c) hydrostatickým pohonem s plynule měnitelným převodem kombinovaným s přídatnou mechanickou dvoustupňovou až čtyřstupňovou převodovkou.

Tento systém je v různých podobách mnoha výrobci odzkoušen. Za předpokladu, že většina traktorů s výkonností $P > 15$ kW bude vybavena účinným a přesným posilovačem řízení (hydraulickým servořízením) nebo čistě hydraulickým, resp. hydrostatickým řízením s dostatečnou přesností, bude možné systém automatického směrového řízení řešit jako celek na elektrickém (elektronickém) principu.

Vzhledem k tomu, že traktor bez obsluhy je vzdálenou budoucností, je zřejmé, že bude nutné především vyřešit směrové vedení traktoru podle dané trajektorie



2. Řešení činnosti a kontroly provozních parametrů traktoru a připojeného nářadí
 A — přípojka snímačů a akčních členů traktoru; B — přípojka snímačů a akčních členů připojeného nářadí; C — ústřední řídicí člen (mikropočítač); D — informační a ovládací panel řešený podle dispozic kabiny a ergonomických zásad: 1 — klimatizace; 2 — motor a jeho příslušenství; 3 — automatické směrové řízení (naznačen snímač směrové odchylky); 4 — příslušenství traktoru (okruh brzdového systému, elektrovýzbroj, hydraulické systémy, ...); 5 — hnací náprava (prokluz, brzdy, uzávěrky diferenciálu); 6 — převody (olej, řazení, ...); 7 — hnací náprava (prokluz, brzdy, uzávěrky diferenciálu); 8 — tříbodový závěs; 9 — vnější hydraulické okruhy; 10, 11 — snímače polohy; 12 — akční člen (hydraulický válec)

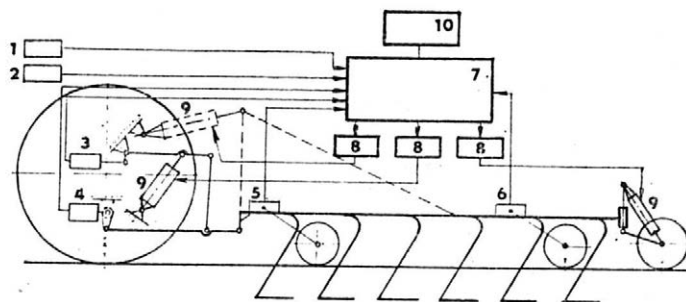
(uměle vytvořená stopa předchozí jízdy, řádek rostlin, brázda atp.). Z tohoto hlediska však dosud není uspokojivě vyřešen problém měření polohy (vzdálenosti) vozidla. Dokud např. nebude vyvinut spolehlivý, levný a prostorově nenáročný „inteligentní“ videosystém využívající TV kameru jako snímače polohy, bude nutné aplikovat „levnější“ principy a konstrukce i za cenu různých kompromisů.

U bezkontaktních principů to budou zejména ultrazvukové měřiče vzdálenosti (polohy) a světelná technika (rolišování intenzity a plošného rozložení infračerveného světla odraženého od terénu), u jednoduchých systémů potom mechanické hmatče spřažené s elektrickými převodníky.

Většina současně vyráběných traktorů s tříbodovým závěsem je vybavena tzv. regulační hydraulikou. Výjimkou jsou zejména některé traktory s uspořádáním 4K4 s motorickým výkonem přibližně $P > 130$ kW, které mají hydrauliku polohovou nebo většinou volnou (obr. 3).

Dnes používaný mechanicko-hydraulický systém regulační hydrauliky představuje množství mechanických dílů, zejména v regulační části. Jeho aplikace na traktory s koncepcí podvozku 4K4 je obtížnější (konstrukčním řešením a uspořádáním motoru, převodovky, náprav a řízení). Pro tento i pro ostatní typy se k realizaci celého řídicího obvodu, včetně snímačů polohy a síly, nabízí řešení využívající elektronické obvody. Elektronický obvod umožňuje využít pro regulaci i další parametry, např. prokluz nebo zatížení motoru.

- 1 — snímač zatížení motoru
- 2 — snímač prokluzu hnacích kol
- 3 — snímač polohy ramen tříbodového závěsu
- 4 — snímač tažného odporu
- 5, 6 — snímače hloubky
- 7 — ústřední řídicí člen na traktoru
- 8 — zesilovače a elektrohydraulické převodníky
- 9 — hydraulické válce
- 10 — informační a ovládací panel na traktoru



3. Příklad řešení řízení hloubky orby pro různé kombinace vstupních veličin a konstrukci pluhu (nesený, polonesený)

Regulaci polohy připojeného nářadí lze řešit vlastním tříbodovým závěsem nebo vnějšími hydraulickými okruhy. Celý hydraulický systém, tj. jeden a více nezávisle ovládaných hydraulických válců, je řízen jedním ústředním členem zpracovávajícím informace ze snímačů polohy, síly, event. prokluzu a zatížení motoru. Centrální řídicí člen umožní ovládat jednotlivé hydraulické okruhy, resp. hydromotory nejen individuálně, ale i závisle (programově).

Samojízdné nosiče nářadí jsou z hlediska koncepce podvozku blízké zemědělským traktorům — často jsou při jejich realizaci použity hnací agregáty a některé další prvky z traktorů. Proto bude i řešení automatického systému podle bodů 1 a 2 obdobné. S ohledem na pracovní určení nosičů (práce zejména v řádcích) budou kladeny maximální nároky na přesnost systému automatického směrového řízení a specifické požadavky na systém kontroly činnosti nesených adaptérů.

ZÁVĚR

Má-li být zajištěna provozní a ekonomická efektivnost nově řešených zemědělských strojů, je nutné v plné šíři uplatnit automatizaci (systémy automatické kontroly, signalizace a řízení).

Aplikace elektronických prvků při řešení systémů řízení, kontroly a signalizace v nově vyvíjených zemědělských strojích by měla přinést především tyto klady:

- usnadnění obsluhy a zkulturnění pracoviště,
- snížení ztrátových časů,
- snížení poruchovosti,
- zlepšení využití strojů,
- zvýšení kvality práce strojů.

Široké uplatnění elektroniky u všech automatizovaných systémů je nezbytným předpokladem budoucího přechodu na řízení zemědělských strojů v provozu za pomoci výpočetní techniky (mikroprocesory, mikropočítače) a přenosu informací do centrálního výpočetního systému a na dispečerské pracoviště.

Má-li být tento konečný cíl v maximální míře efektivní a má-li splňovat uvedené požadavky, je zapotřebí, aby vývoj nových zemědělských strojů byl řešen komplexně, a to nejen z hlediska konstrukce stroje samého (funkce, pevnost, hmotnost, spolehlivost, energetická náročnost atd.), ale i z hlediska maximálního uplatnění automatizace. Nasazení strojů příštích generací, jejichž složitost bude podstatně vyšší než dosud, bude vyžadovat od uživatelů, tj. od zemědělské praxe, vyšší znalosti a kvalifikaci, a to nejen pracovníků obsluhujících techniku, ale i pracovníků řídicích. Bude tedy třeba s patřičným časovým předstihem zajistit:

- školení pracovníků z praxe (mechanizátoři, technici, obsluhy strojů) o obsluze, údržbě a možnostech využití nové zemědělské techniky vybavené automatizační technikou,
- výběr svědomitých pracovníků na požadované technické výši pro obsluhu zemědělské techniky,
- dokonalý servis, tj. především vysoce kvalifikované specialisty-opraváře, vybavené potřebným diagnostickým a speciálním opravárenským zařízením a dostatkem náhradních dílů,
- pravidelné školení servisních opravářů, zejména o nových strojích.

Ing. Jan Souček, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy