

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

12

ROČNÍK 24 (LI)
PRAHA
PROSINEC 1978
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Vladimír Dufek, doc. ing. Marko Đuriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, Jan Květoň, ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višinský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1978

■

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. 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 разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает 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.

■

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben von der Tschechoslowakischen landwirtschaftlichen Akademie — Institut für wissenschaftlich-technische Information der Landwirtschaft. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Praha 2, Slezská 7.

Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze - Řepích

Úkoly Výzkumného ústavu zemědělské techniky jsou zaměřeny v souladu se závěry XV. sjezdu KSČ na řešení základních a nejožehavějších problémů zemědělské techniky. Ve vývojovém procesu rozvoje socialistické zemědělské velkovýroby se formulovalo i nové vědecké odvětví zemědělského výzkumu – výzkum zemědělské techniky a Výzkumný ústav zemědělské techniky jako gesční pracoviště s celostátní působností byl v roce 1978 pověřen funkcí vedoucího pracoviště vědeckotechnického rozvoje v této oblasti, kde vykonává tyto hlavní činnosti:

- koordinuje a řeší úkoly státního plánu základního výzkumu, státního plánu rozvoje vědy a techniky a resortního plánu v rámci federálního ministerstva zemědělství a výživy;

- je pověřen funkcí Koordinačního střediska pro problém „Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě“ členských států RVHP;

- je pověřen činností střediska vědeckotechnických informací v oboru zemědělská technika;

- zabývá se činností v oblasti vynálezů, zlepšovacích návrhů, tematických úkolů a průmyslových vzorů;

- je pověřen činností normalizačního střediska pro obor zemědělská technika;

- je školicím pracovištěm pro výchovu vědeckých pracovníků v oboru 41-15-9 – zemědělská technika.

Tento soubor činností ukazuje na velmi široké spektrum úkolů, které VÚZT řeší nebo na kterých spolupracuje. Kromě specializovaného výzkumu, jehož cílem je formulace technologických požadavků na komplexní mechanizaci a automatizaci jednotlivých odvětví zemědělské výroby a hledání cest dalšího růstu produktivity práce, se stále větší měrou rozvíjí základní výzkum specifických vlastností zemědělských materiálů. Tomu odpovídá i růst úrovně teoretické práce a rozvoj exaktních experimentálních metod.

V oblasti rostlinné a živočišné výroby se těžiště prací soustřeďuje na zjišťování základních činitelů ovlivňujících výrobní proces, tj. určení fyzikálně mechanických vlastností zpracovávaných materiálů, a na shrnutí těchto poznatků do agrotechnických a zootechnických požadavků na pracovní vlastnosti zemědělských strojů. Zvláštní pozornost je věnována syntéze agrotechnických požadavků a formulaci racionálních technologických postupů a požadavků na technologické linky pro tyto výrobní postupy.

Technologický výzkum je úzce spjat s výzkumem využití progresivní techniky, automatizace a kybernetiky, možnosti racionalizace spotřeby a využívání různých forem energie, včetně odpadního tepla, biologického tepla, sluneční energie, popřípadě energie nekonvenčních zdrojů. Úzká návaznost je dále na řešení problémů mobilních dopravních a energetických prostředků, racionalizaci materiálových toků a manipulaci s materiálem.

Výzkum je tedy zaměřen na všechny stránky technologického procesu a zkoumáním vlastností vyráběných nebo zpracovávaných materiálů a pracovního prostředí ve vztahu k výrobním nástrojům a organizaci pracovního procesu se dostáváme k úzké návaznosti biologie, užití fyziky a technických věd. Syntetický charakter výzkumné práce je podtržen technickoekonomickými a organizačními pohledy na využití zemědělské techniky.

Práce publikované v tomto čísle časopisu *Zemědělská technika* jsou typickým výběrem z vědecké činnosti ústavu, i když nezasahují do řady řešitelských problematik. Avšak i tento poměrně malý úsek poskytuje představu o charakteru, metodách a úrovni výzkumné práce ústavu v období rozpracovaných úkolů šestého pětiletého plánu.

Vědecké práce ing. J. Vegricha, CSc., „Vybirání krmiva uskladněného v silážním žlabu rotační frézou a šnekovou vybirací jednotkou“ a ing. J. Féra „Pneumatické rozdrůžování brambor a kamenů“ jsou zaměřeny na vyřešení principů a základních parametrů zemědělských strojů, které chybí ke komplexnosti v příslušných technologických linkách. Vlastní technologický výzkum, i když mnohdy přistupuje k modelovému řešení, se neobejde bez takto pojatého ověření hypotéz v praktickém provozu. Použité nové principy strojů v případě vybirací jednotky na siláž

i rozdrůžovadlo brambor plně odpovídají požadavkům na ně kladeným a dosažené výsledky jsou přínosem pro teorii i praxi.

Vědecká práce ing. S. Haše, CSc., „Analýza ukazatelů spotřeby elektrické energie v zemědělství“ se zabývá velmi závažnou oblastí elektroenergetiky v zemědělství. Zdůrazňuje nezbytnost regulovaného vývoje v budoucnosti, který má zabránit materiálovým a energetickým krizím, a nutnost využití nekonvenčních zdrojů energie.

„Digitální zařízení k měření průtoku mléka“ ing. J. Vidiečana, CSc., ing. S. Čekala, CSc., a J. Švarc b e k a je novým perspektivním zařízením pro měření v prostředí podtlaku. V zemědělské velkovýrobě umožňuje toto zařízení nejen registraci měřených hodnot k následným analýzám a kontrole, ale je jedním z nezbytných předpokladů automatizace procesu dojení.

Je charakteristické, že v tematickém čísle Výzkumného ústavu zemědělské techniky je závěr věnován mezinárodní vědeckotechnické spolupráci v rámci RVHP. Všichni pracovníci ústavu jsou si vědomi toho, že není v kapacitních možnostech ústavu zabezpečit řešení všech úkolů v odpovídajících proporcích a požadované kvalitě. Jen účelná dělba práce i v této oblasti může v budoucnu pomoci ke splnění všech náročných úkolů.

Ing. Jiří Fiala, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

VYBÍRÁNÍ KRMIVA USKLADNĚNÉHO V SILÁŽNÍM ŽLABU ROTAČNÍ FRÉZOU A ŠNEKOVOU VYBÍRACÍ JEDNOTKOU

J. Vegricht

VEGRICHT, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Vybírání krmiva uskladněného v silážním žlabu rotační frézou a šnekovou vybírací jednotkou*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12): 707–722.

Pro vybírání krmiva uskladněného v silážním žlabu je používáno množství mechanizačních prostředků založených na různých principech činnosti. V předložené práci jsou zhodnoceny — především z hlediska výkonnosti a příkonu — dvě konstrukce vybíracích orgánů vybíračů siláže — rotační fréza a šneková vybírací jednotka. Při ověřovacích zkouškách bylo zjištěno, že šneková vybírací jednotka má podstatně příznivější parametry — při stejné výkonnosti oddělování krmiva je měrná spotřeba energie ve srovnání s rotační frézou přibližně třikrát nižší. Další významnou předností šnekové vybírací jednotky je okolnost, že její činnost je jen nepatrně závislá na délce řezanky. Např. neřezanou travní senáž odděluje bez jakýchkoliv nesnází, zatímco rotační fréza za těchto podmínek pracuje jen obtížně. Ve srovnání s rotační frézou skýtá šneková vybírací jednotka podstatně příznivější podmínky pro uplatnění prvků automatizace a samočinné regulace. Výsledky uvedené v této práci se dobře shodují i s výsledky jiných autorů.

vybírání siláže; příkon; výkonnost; automatizace

Vybírání krmiva ze silážních žlabů zůstává i v současné době závažným problémem. Existuje množství různých mechanizačních prostředků určených k tomuto účelu, ale ani jeden dosud nemá požadované parametry. O tom nepřímo svědčí i různorodost konstrukčních řešení hlavních pracovních orgánů oddělujících krmivo.

Obecně je možné formulovat požadavky na vybírač siláže uskladněné v silážním žlabu takto:

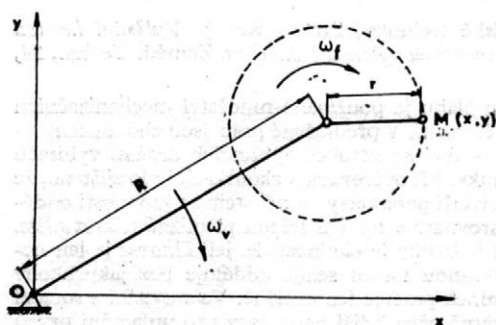
- a) musí umožnit odběr všech krmiv, která budou v budoucnu konzervována v silážních žlabech, především kukuřičné, skrojkové a řízkové siláže a travní senáže bez ohledu na délku řezanky;
- b) musí umožnit odběr krmiva s dostatečnou výkonností při minimální potřebě energie;
- c) musí zajistit odběr krmiva při minimálních ztrátách na živinách tak, aby byla umožněna plně mechanizovaná a v případě potřeby i automatizovaná manipulace s odebraným krmivem;
- d) musí umožnit, aby se v budoucnu uplatnily prvky samočinné regulace a automatizace.

K oddělování krmiva jsou nejčastěji používány vybírače siláže, jejichž hlavním pracovním orgánem je rotační fréza, řetězová fréza, nebo — zejména v poslední době — šnekové pracovní orgány. Předmětem této práce je zhodnocení vybíračů siláže vybavených buď rotační frézou, nebo šnekovou vybírací jednotkou.

ODDĚLOVÁNÍ KRMIVA ROTAČNÍ FRÉZOU

Nejčastějším případem bývá taková konstrukce vybírače siláže, kdy rotační fréza je válcový pracovní orgán, opatřený na obvodě zuby nebo noži a otočně uchycený na výložníku. Výložník jednak přivádí k rotační fríze krouticí moment, jednak obstarává přemístování frézy při vybírání.

Základní kinematické poměry při odběru krmiva rotační frézou uchycenou na výložníku jsou zřejmé z obr. 1.



1. Kinematické schéma rotační frézy ovládané výložníkem — A kinematic scheme of a rotary cutter controlled by a jib

Koncové body rotační frézy opisují při odběru krmiva dráhu, která je výslednicí otáčivého pohybu výložníku a rotačního pohybu frézy.

Použijeme-li pro její vyjádření pravoúhlý souřadnicový systém s počátkem v ose otáčení výložníku, je možné prokázat, že koncové body nožů rotační frézy opisují prodlouženou epicykloidu, jejíž rovnice v parametrickém vyjádření jsou

$$x = R \cdot \sin \omega_v t + r \sin (\omega_f + \omega_v) t \quad (1)$$

$$y = R \cdot \cos \omega_v t - r \cos (\omega_f + \omega_v) t \quad (2)$$

kde: R — poloměr otáčení středu rotační frézy, tj. délka výložníku

r — poloměr rotační frézy

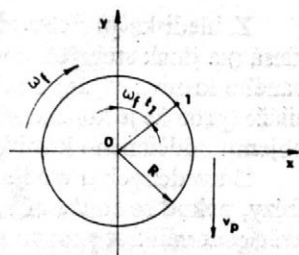
ω_v — úhlová rychlost otáčení výložníku

ω_f — úhlová rychlost otáčení rotační frézy

Protože u většiny vyráběných vybíračů siláže s rotační frézou je úhlová rychlost otáčení výložníku ω_v , ve srovnání s rychlostí ω_f nepatrná (např. u vybírače VSZ-140 je poměr $\omega_v : \omega_f \approx 0,001$), ovlivňuje dráhu koncového bodu nože frézy téměř výhradně velikost rychlosti ω_f a vliv rychlosti ω_v můžeme pro účely této práce zanedbat.

Podobně je možné s malou nepřesností přijmout předpoklad, že poloměr R je dostatečně veliký, aby kruhovou dráhu klesání osy rotační frézy bylo možné nahradit přímkou.

2. Zjednodušené kinematické schéma rotační frézy –
– A simplified kinematic scheme of a rotary cutter



Po tomto zjednodušení můžeme dráhu koncového bodu prvního nože rotační frézy (bod 1) vyjádřit podle obr. 2 rovnicemi

$$y_1 = R \cos \omega_f t_1 - v_p t_1 \quad (3)$$

$$x_1 = R \sin \omega_f t_1 \quad (4)$$

pro dráhu dalšího nože, který je proti prvnímu posunut na obvodě frézy o úhel $\frac{2\pi}{i}$, platí obdobně rovnice

$$y_2 = R \cos \left(\omega_f t_2 - \frac{2\pi}{i} \right) - v_p t_2 \quad (5)$$

$$x_2 = R \sin \left(\omega_f t_2 - \frac{2\pi}{i} \right) \quad (6)$$

kde: t_1 – čas otáčení prvního nože

t_2 – čas otáčení druhého nože

v_p – rychlost klesání frézy.

i – počet nožů na obvodě frézy rotující v jedné rovině

R – poloměr rotační frézy

Posuv o jeden nůž s_1 je dán svislou odlehlostí drah po sobě následujících nožů

$$s_1 = y_2 - y_1 \quad (7)$$

$$s_1 = R \cos \left(\omega_f t_2 - \frac{2\pi}{i} \right) - R \cos \omega_f t_1 + v_p t_1 - v_p t_2$$

Čas určíme z podmínky

$$x_1 = x_2$$

$$R \sin \left(\omega_f t_2 - \frac{2\pi}{i} \right) = R \sin \omega_f t_1$$

$$t_1 = t_2 - \frac{2\pi}{i \omega_f} \quad (8)$$

a po provedení naznačených početních úkonů

$$s_1 = - \frac{2\pi \cdot v_p}{i \cdot \omega_f} \quad (9)$$

Z rovnice (9) vyplývá, že velikost posuvu o jeden nůž s_1 závisí pouze na rychlosti klesání frézy v_p a na úhlové rychlosti otáčení frézy ω_f .

Z hlediska potřeby energie lze soudit, že s rostoucí velikostí posuvu o jeden nůž klesá (za jinak stejných podmínek) potřeba práce vztažená na jednotku objemu odfrézovaného krmiva, tj. zmenšuje se potřeba práce na pružnou dynamickou deformaci vrstvy siláže (protože je konána méně často) a zmenšuje se také plocha řezu vztažená na jednotku objemu odděleného krmiva.

Z uvedených důvodů není možné doporučovat, aby se zvyšoval počet otáček rotační frézy, pokud se současně nezvyšuje rychlost klesání frézy do záběru. Naopak je výhodné zvětšovat velikost posuvu snížením úhlové rychlosti otáčení frézy a zvyšováním rychlosti klesání frézy při oddělování krmiva.

Teoreticky nejvýhodnější (z hlediska potřeby práce na oddělování krmiva) by byl případ, kdy nůž rotační frézy odděluje krmivo v celém profilu vrstvy, tj. posuv o jeden nůž by byl roven výšce vrstvy oddělovaného krmiva.

Prakticky je ovšem těžko možné takového stavu dosáhnout, nehledě na to, že z hlediska potřeby rozrušení krmiva a další mechanizované manipulace s krmivem by nebyl žádoucí.

Dalším omezujícím faktorem při zvyšování výkonnosti vybírače siláže je odpor vrstvy krmiva proti stlačení.

Je zřejmé, že oddělení krmiva musí předcházet jeho stlačení na určitou minimální míru. K tomu je spotřebována část přivedené energie. V opačném případě se pouze vrstva krmiva periodicky pružně deformuje, ale neodděluje se.

Abychom zajistili požadovanou rychlost vnikání rotační frézy do krmiva při vybírání, je tedy důležité volit nejen optimální konstrukční řešení pracovních orgánů i jejich nejvhodnější kinematické poměry, ale vedle zajištění energie pro vlastní oddělování krmiva z vrstvy je třeba také zajistit, aby fréza byla zahlubována silou zajišťující překonání odporu vrstvy krmiva proti stlačení při frézování.

METODIKA ZKOUŠEK PRÁCE ROTAČNÍ FRÉZY

Na základě uvedených úvah a získaných praktických zkušeností a poznatků jsme přistoupili k rekonstrukci rotační frézy vybírače VSZ-140 s cílem zlepšit její vlastnosti při oddělování krmiva, zejména krmiva s dlouhou řezankou, a umožnit odběr neřezané travní senáže.

Úpravy spočívají v podstatě v náhradě dosavadních tangenciálních nožů (obr. 3) ozubenými disky (obr. 4). Ostatní části vybírače VSZ-140 nebyly funkčně upravovány.

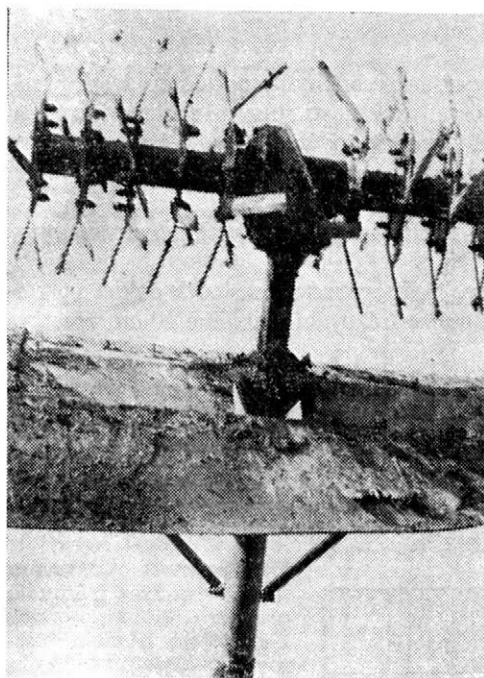
Byly zhotoveny dva funkční modely rotační frézy; jeden byl vytvořen soustavou 18 ozubených disků s vnějším průměrem 450 mm, druhý byl sestaven ze stejného počtu disků s vnějším průměrem 600 mm.

Tvar zubů byl záměrně volen tak, aby oddělované krmivo neklouzalo po jeho pracovní hraně. Během zkoušek se totiž ukázalo, že jenom část krmiva se odděluje čistým řezem a ostatní krmivo je oddělováno vytrhováním nebo rozdrcením, event. přetržením nebo přeražením částic krmiva. Je tomu tak i tehdy, když je krmivo oddělováno nabroušenými noži s aktivním skluzem ostří po částicích krmiva (jako např. u původní frézy vybírače VSZ-140).

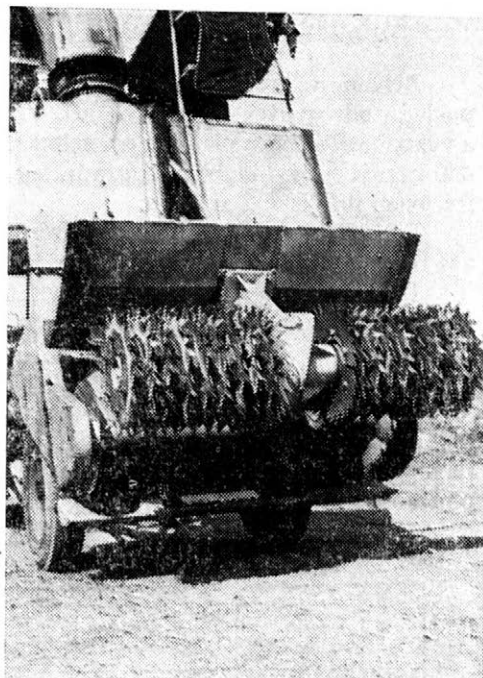
Praktické zkoušky s takto upravenou frézou prokázaly oprávněnost těchto úprav.

Neřezaná travní senáž, uskladněná v silážním žlabu, byla upravenými frézami dobře oddělována z vrstvy krmiva, zatímco původní fréza s tangenciálními noži nedokázala tento druh krmiva oddělovat ani v malém množství.

V ověřovacích zkouškách jsme sledovali a měřili především výkonnost vybírače při frézování v závislosti na různé hloubce frézování a současně jsme sledovali a zaznamenávali průběh kroutícího momentu a otáčky frézy. Průběh kroutícího momentu a otáček



3. Fréza vybírače VSZ-140 před úpravou
— The cutter of the emptier VSZ-140
before adaptation



4. Rekonstruovaná rotační fréza vybírače
o průměru 450 mm — Re-designed rota-
ry cutter of the emptier (450 mm in dia-
meter)

se zaznamenával registračním voltmetrem Vareg. Krouticí moment byl snímán tenzometricky na hřídeli pojistné spojky vybírače. Otáčky byly měřeny kroužkovým agregátem na stejné hřídeli.

Výkonnost rotační frézy je možné vyjádřit rovnicí

$$W = B \cdot h \cdot v_p \cdot \rho \quad (10)$$

kde: W — výkonost oddělování krmiva frézou vybírače ($t \cdot h^{-1}$)

B — šířka záběru frézy (m)

h — hloubka frézování (m)

v_p — rychlost klesání frézy ($m \cdot h^{-1}$)

ρ — objemová hmotnost krmiva ($t \cdot m^{-3}$)

Protože šířka frézy je dána její konstrukcí a objemová hmotnost je určena druhem uskladněného krmiva, můžeme obě tyto veličiny považovat za konstantní. Za určitých, předem zvolených podmínek, můžeme i rychlost klesání frézy do záběru považovat za konstantní. Potom mezi výkoností oddělování krmiva a hloubkou frézování při dodržení uvedených podmínek platí podle rovnice (10) vztah přímé úměrnosti.

Při vlastních zkouškách se ukázalo, že hmotnost rekonstruované frézy o průměru 600 mm je příliš velká a působí obtíže při jejím přemísťování. Proto nejsou dále výsledky zkoušek této frézy uváděny a je hodnocena pouze rekonstruovaná fréza o průměru 450 mm. Všechny uváděné výsledky jsme získali, pokud nebude uvedeno jinak, při odběru neřezané travní senáže s obsahem sušiny 32 až 36 %.

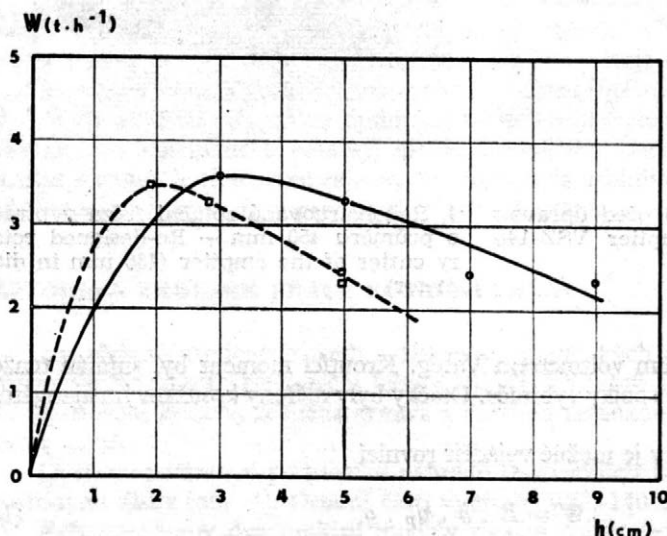
Během ověřovacích zkoušek jsme zjistili významné odchylky od teoretických předpokladů odvozených z rovnice (10). Vztah přímé úměrnosti mezi hloubkou frézování a výkonností odběru platí jen při velmi malých hloubkách frézování. U frézy o průměru 450 mm je mezi hloubkou frézování a výkonností lineární závislost pouze do hloubky frézování přibližně 2 až 3 cm.

Při dalším zvětšování hloubky frézování výkonnost z počátku ještě nepatrně stoupá a při hloubce 3 cm dosahuje maxima.

Další zvětšování hloubky frézování nad tyto hodnoty má za následek pokles výkonnosti, přičemž fréza o průměru 450 mm při hloubce frézování přibližně 10 cm přestává klesat.

Měřili jsme při hloubkách frézování postupně 3, 5, 7 a 9 cm.

Bylo však zjištěno, že je velmi obtížné dodržet v průběhu měření nastavenou hodnotu hloubky frézování. Pro lepší názornost i kontrolu přesnosti měření byla vypočítána opravná hloubka frézování na základě hmotnosti krmiva odděleného během zkoušky a změřené objemové hmotnosti krmiva (600 kg m^{-3}).



5. Výkonnost oddělování travní senáže frézou o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování – Performance in separating grass haylage with a cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting

Graficky jsou získané výsledky z názorně na obr. 5. Přerušovanou čarou zakreslené závislosti byly získány propočtem na opravenou hloubku frézování a plnou čarou uvedené závislosti odpovídají nastaveným hodnotám hloubky frézování.

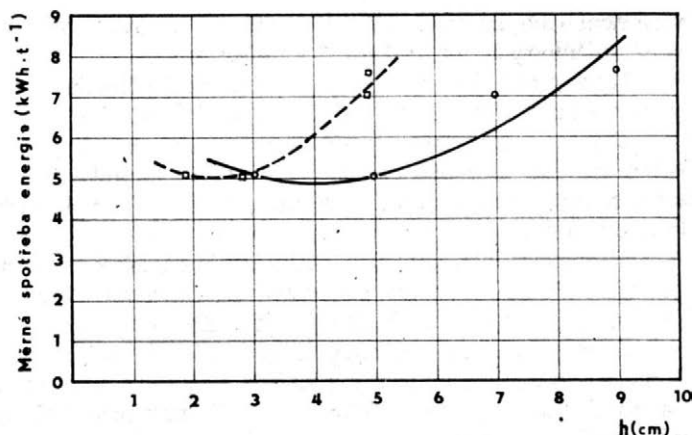
Z výsledků je možné zjistit, že čas jedné zkoušky se s rostoucí hloubkou frézování prodlužuje. Vzhledem k tomu, že během měření fréza vykonávala pouze jeden pohyb shora dolů a průměrná výška vrstvy krmiva v silážním žlabu byla konstantní (190 cm), nebyla — v rozporu s původním předpokladem — rychlost klesání frézy při různých hloubkách frézování konstantní, ale s rostoucí hloubkou frézování se zmenšovala.

Příčinu tohoto jevu je možné spatřovat v tom, že s rostoucí hloubkou frézování roste i odpor vrstvy krmiva proti stlačování, který není fréza vybírače schopna překonat.

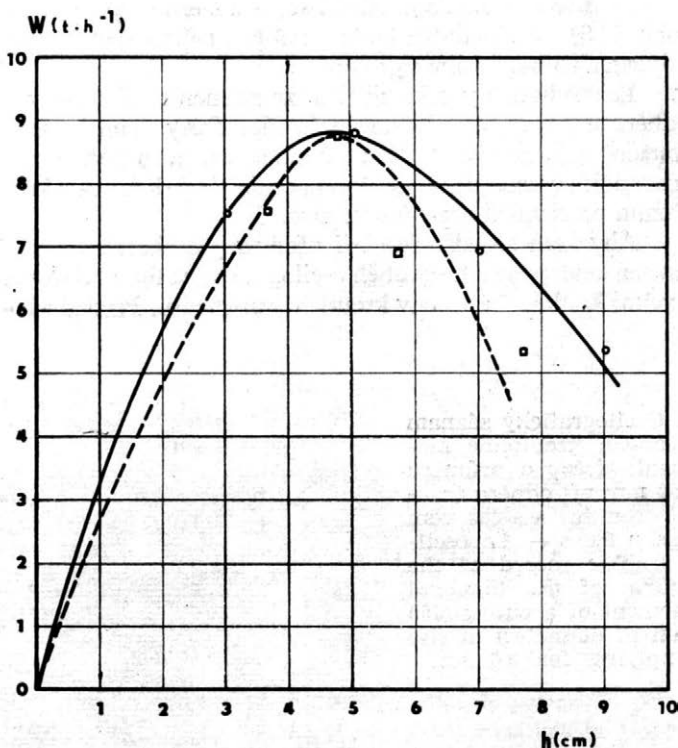
Abychom tento předpoklad ověřili, měřili jsme závislost mezi hloubkou frézování a výkonností oddělování krmiva tak, že krmivo bylo oddělováno pouze polovinou frézy o průměru 450 mm. Výsledky jsou uvedeny na obr. 6 a 7.

Naměřené hodnoty prokazují, že uvedená rotační fréza s rostoucí hloubkou frézování

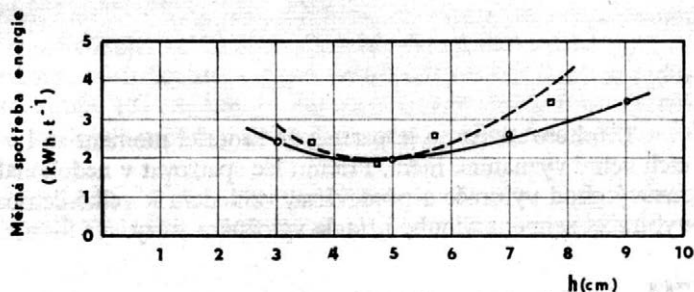
6. Měrná spotřeba energie při oddělování travní senáže frézou o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování – Specific power demand for separating grass haylage with a cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting



7. Výkonnost oddělování travní senáže polovinou frézy o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování – Performance in separating grass haylage with a half of the cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting



8. Měrná spotřeba energie při oddělování travní senáže polovinou frézy o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování – Specific power demand for separating grass haylage with a half of the cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting



vání není schopna překonávat odpor vrstev krmiva proti stlačování, což má za následek, že se snižuje rychlost klesání frézy i výkonnost.

Na základě získaných výsledků je možné přibližně stanovit velikost odporu silážní vrstvy proti stlačování a základní energetické rozměry vybírače.

Vycházíme z předpokladu, že při oddělování krmiva polovinou frézy o průměru 450 mm je zachován předpoklad linearit mezi hloubkou frézování a výkonností do hloubky frézování 5 cm (obr. 6). Za těchto podmínek je rychlost klesání frézy do záběru i výkonnost přiměřená a vyhovující.

Maximální síla, kterou může fréza být zahlubována (měřeno ze středu frézy), je přibližně 7000 N při tlaku oleje v hydraulickém válci 1600 kPa. V tomto případě působí fréza na půdorysnou plochu krmiva přibližně 0,024 m².

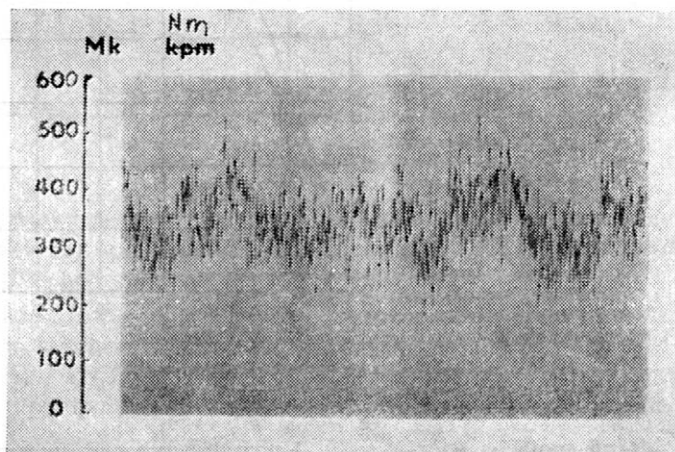
Znamená to, že pro dobré překonání odporu silážní vrstvy proti stlačení při frézování neřezané travní senáže je třeba zajistit, aby fréza byla zahlubována silou, která vyvine na půdorysnou plochu oddělované senáže tlak přibližně 290 kPa. Tyto hodnoty jsou přirozeně jen orientační a budou závislé jak na oddělováném krmivu, tak i na konstrukci frézy.

Zajímavá je naměřená závislost mezi měrnou spotřebou energie a hloubkou frézování (obr. 7, 8). Minimálních hodnot nabývá měrná spotřeba energie při hloubce frézování odpovídající maximální výkonnosti.

Pozoruhodné je také zjištění, že nejmenší měrná spotřeba energie byla zjištěna při odběru krmiva pouze jednou polovinou frézy. Tím je opět potvrzena úvaha, že nedostatečná síla, kterou je fréza zahlubována, nebo nedostatečný příkon mají za následek růst spotřeby energie na pružnou periodickou deformaci krmiva a ztrát energie vzniklých třením pracovních orgánů o krmivo.

Abychom získali přesnější představy o skutečném průběhu krouticího momentu, zaznamenali jsme jeho průběh oscilografem na fotografický papír. Tak byly zaznamenány i velmi krátkodobé změny krouticího momentu. Příklad záznamu je na obr. 9.

9. Oscilografický záznam průběhu krouticího momentu frézy o průměru 450 mm při odběru travní senáže v časovém úseku 0,6 s — An oscilographic record of the course of the torsional moment of a cutter (450 mm in diameter) in silo emptying for 0.6 sec.



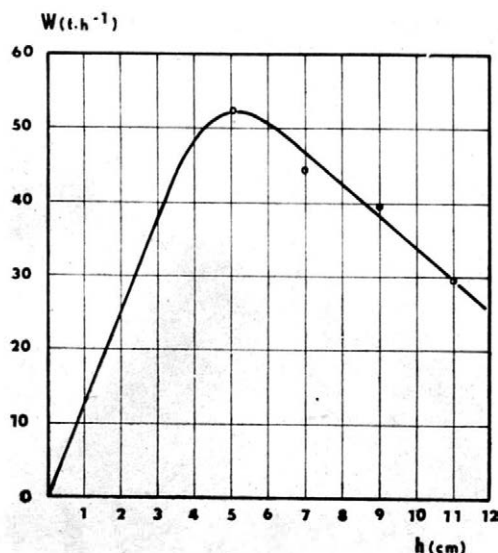
Z tohoto záznamu je patrné, že krouticí moment se i v krátkých časových okamžicích velmi významně mění. Příčinu lze spatřovat v nedokonalé konstrukci frézy působící rázový chod vybírače a především, vzhledem k velké četnosti změn, v kmitání hřídelů vybírače, zejména dlouhé hřídele výložníku frézy.

Je proto důležité, aby konstruktéři tuto okolnost znali a při návrhu konstrukce vybírače s rotační frézou náležitě dimenzovali na únavu materiálu hřídele a další součásti.

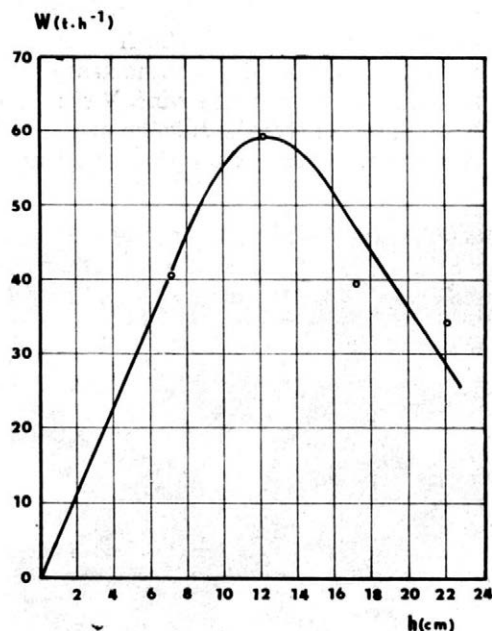
Pro srovnání jsme také krátkodobě měřili při odběru kukuřičné siláže, uskladněné v silážním žlabu.

Výška vrstvy uskladněného krmiva byla 290 cm, objemová hmotnost 780 kg m^{-3} , obsah sušiny 33,5 % a průměrná délka řezanky 2,32 cm.

Krmivo se odebíralo jednak při plném záběru frézy, jednak jednou její polovinou. V obou případech fréza odebírala příkon 17 až 19 kW, podobně jako při odběru travní senáže. Naměřené výsledky jsou uvedeny na obr. 10 a 11.



10. Výkonnost oddělování kukuřičné siláže frézou o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování — Performance in separating maize silage with a cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting



11. Výkonnost oddělování kukuřičné siláže polovinou frézy o průměru 450 mm v závislosti na hloubce frézování — Performance in separating maize silage with a half of the cutter (450 mm in diameter), as depending on the depth of cutting

Podobně jako při odběru travní senáže je možné konstatovat, že přiváděný příkon není dostatečný a při hloubce frézování nad 5 cm působí pokles výkonosti. Naproti tomu odpor vrstvy proti stlačení je menší a fréza jej dokáže překonat i při větší hloubce frézování.

Tyto okolnosti byly prokázány i při odběru kukuřičné siláže pouze jednou polovinou frézy, kdy byla největší změřená výkonost $59,5 \text{ t h}^{-1}$ při hloubce frézování 12 cm.

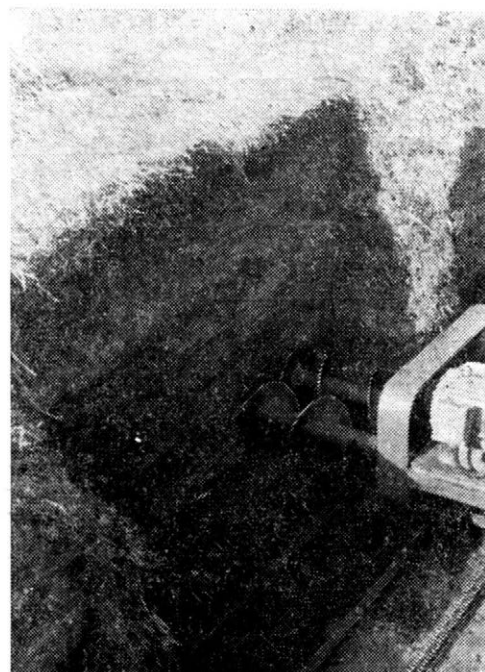
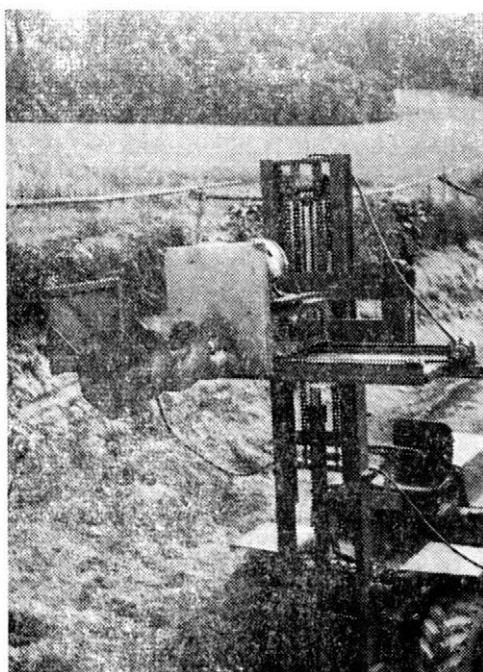
Celkově je možné považovat výsledky získané při zkouškách rotační frézy za vyhovující při vybírání kukuřičné siláže. Při oddělování neřezané travní senáže fréza spotřebovává příliš vysoký příkon, má-li být zajištěna alespoň minimální výkonost oddělování krmiva.

Nelze samozřejmě vyloučit, že dalším zdokonalováním konstrukce rotační frézy by bylo možné dosáhnout lepších výsledků. Nicméně zkoušky potvrdily teoreticky odvo-

zený předpoklad, že při odběru krmiva rotační frézou je značná část přiváděné energie spotřebována na neúčinnou práci, především na tření pracovních orgánů o krmivo a na periodickou pružnou deformaci krmiva. Dosažené výsledky a způsob práce rotační frézy neskýtají předpoklady pro splnění cílů uvedených v úvodu této práce. Proto jsme se rozhodli ověřit nový pracovní orgán pro oddělování krmiva v silážním žlabu — šnekové vybírací jednotky.

ODDĚLOVÁNÍ KRMIVA ŠNEKOVOU VYBÍRACÍ JEDNOTKOU

Z teorie o oddělování krmiva uskladněného v silážním žlabu vyplývá, že z hlediska potřeby energie je nejvýhodnější takový způsob, kdy jsou částice nejprve odděleny řezem kolmým na stébla uskladněného krmiva a tato stébla jsou potom oddělována (shrnována, zdvihána) ve vodorovné rovině. V praxi bývá tento způsob oddělování krmiva realizován buď za pomoci různého ručního nářadí (pily, sekáče, nože), nebo různými tzv. odřezávacími vybírači, které se zejména v poslední době rozšiřují v západních zemích.



12. Jednošneková vybírací jednotka —
A one-auger emptying device

13. Dvoušneková vybírací jednotka při
vybírání — A two-auger emptying device
in action

Třetím zařízením, které dokáže tento teoreticky nejvýhodnější způsob oddělování krmiva prakticky realizovat, je šneková vybírací jednotka. Jak je zřejmé z obr. 12, je tvořena šnekem, na jehož konci je uchycen rotační nůž oddělující krmivo v rovině kolmé na osu šneku. Zařízení pracuje potom tak, že rotačním nožem se krmivo odděluje v rovině kolmé na částice krmiva a vzápětí je takto oddělené krmivo šnekem v horizontální rovině shrnováno. Uvedený postup oddělování krmiva je dobře zřejmý z obr. 13. V tomto případě vykonává práci šneková vybírací jednotka, tvořená dvěma šneky s navzájem opačným

smyslem otáčení s horizontálním vratným pohybem a se zahlubováním v úvratích tohoto pohybu. V dalším výkladu budeme hodnotu, o kterou v každé úvratí pohybu klesne šneková jednotka směrem dolů, nazývat hloubkou frézování.

METODIKA ZKOUŠEK ŠNEKOVÉ VYBÍRACÍ JEDNOTKY

Abychom mohli ověřit vlastnosti šnekových vybíracích jednotek, zhotovili jsme dva funkční modely — jednošnekovou a dvoušnekovou vybírací jednotku.

Jednošneková vybírací jednotka sloužila jen k základní orientaci, aby prokázala, že zvolené řešení je správné. Byla tvořena šnekem o průměru 300 mm a byla poháněna elektromotorem o jmenovitém příkonu 3 kW. Otáčela se frekvencí 8,33 Hz. Vykonávala vratný pohyb se zahlubováním v jedné úvratí pohybu.

Ověřovací zkoušky se dělaly při odběru travní senáže s průměrnou délkou řezanky 5,2 cm při obsahu sušiny 33,1 %. Objemová hmotnost odebíraného krmiva byla 720 kg m^{-3} .

Za těchto podmínek pracovala šneková vybírací jednotka s výkonností 4,34 až $6,20 \text{ t h}^{-1}$ při příkonu 3 až 5 kW.

Při odběru stejného krmiva rotační frézou, popsanou v předcházející části, pracoval vybírač s výkonností 6,0 až $7,0 \text{ t h}^{-1}$ při výkonu frézy kolem 20 až 25 kW.

Již tento první pokus naznačil správnost orientace na šnekové vybírací jednotky. Proto jsme přikročili ke konstrukci dvoušnekové vybírací jednotky (obr. 13).

Každý šnek byl poháněn vlastním elektromotorem o příkonu 4 kW. Šneky se otáčejí proti sobě rychlostí 500 otáček za minutu, přičemž jejich šnekovice mají opačné stoupání. Průměr šneků byl z výrobních důvodů volen 240 mm. Pro dopravu a spouštění vybírací jednotky do záběru byl použit traktor Zetor 4011 s vysokozdvizným zařízením (obr. 14).

Dvoušneková vybírací jednotka byla ověřována při odběru travní senáže s průměr-



14. Dvoušneková vybírací jednotka — celkový pohled — A two-auger emptying device — general view

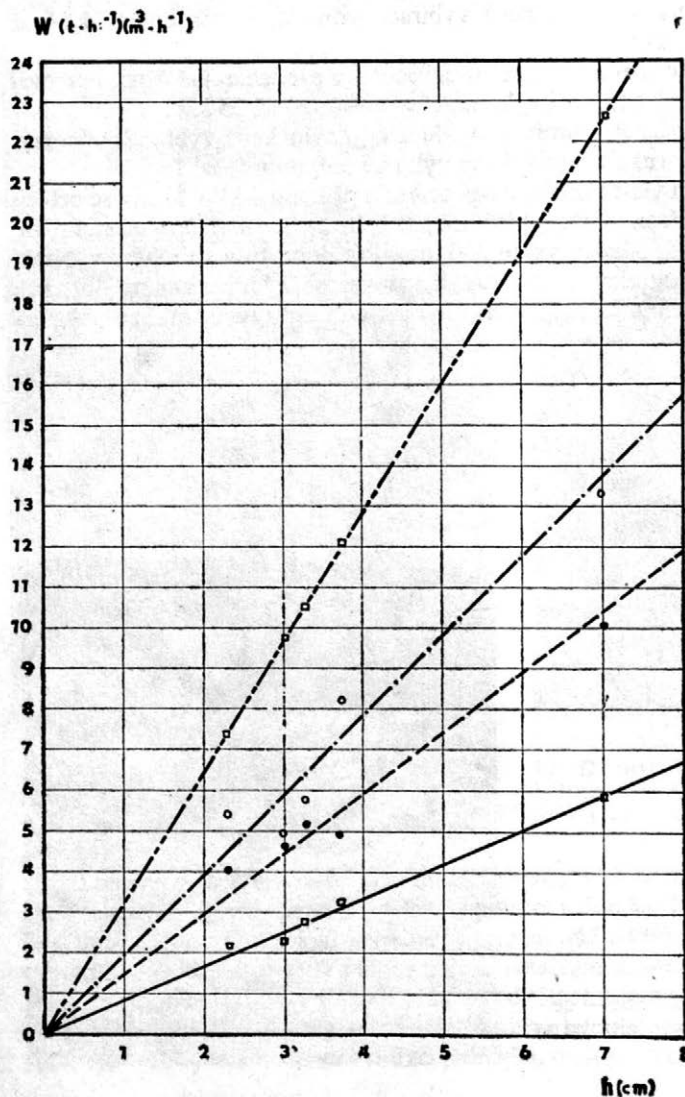
nou délkou řezanky 4,5 cm a s obsahem sušiny 34 %. Pro srovnání jsme několikrát také měřili při odběru siláže ze řepných skrojků.

Během zkoušek jsme sledovali výkonnost vybírací jednotky při oddělování krmiva v závislosti na hloubce frézování a zaznamenávali jsme průběh příkonu jednotlivých šneků při různých podmínkách práce dvoušnekové vybírací jednotky. Příkon se graficky zaznamenával registračním ampérmetrem Vereg a registračním wattmetrem Wattreg.

Výkonnost dvoušnekové vybírací jednotky je možné vyjádřit rovnicí

$$W = \frac{h \cdot s \cdot l \cdot \rho}{t_1 + t_2} \quad (\text{t h}^{-1}) \quad (11)$$

- kde: s — délka pracovních částí šneků (m)
 h — hloubka frézování (m)
 l — šířka záběru vybírací jednotky (m)
 ρ — objemová hmotnost oddělovaného krmiva (t m^{-3})
 t_1 — čas zahlubování šneků (h)
 t_2 — čas frézování (h)



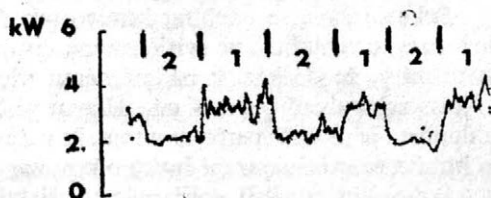
15. Výkonnost oddělování travní senáže dvoušnekovou vybírací jednotkou v závislosti na hloubce frézování — Performance in separating grass haylage with a two-auger emptying device, as depending on the depth of cutting

Z rovnice (11) vyplývá, že při jinak stejných podmínkách je závislost mezi hloubkou frézování a výkonností lineární. Linearitu tohoto vztahu potvrzují i výsledky, které jsou uvedeny v grafu na obr. 15.

Vedle výkonnosti oddělování krmiva byl měřen průběh příkonu dvoušnekové vybírací jednotky pro každý šnek zvlášť.

Pro srozumitelnost dalšího výkladu je na obr. 13 znázorněna dvoušneková vybírací jednotka v levé krajní úvratí. Souhlasně s tím je označen vzdálenější šnek jako levý. Bude-li tedy dále zmínka např. o tom, že se zařízení pohybuje zprava doleva, znamená to, že pohyb začal v pravé krajní úvratí a levý šnek se po krmivu odvaluje třením, zatímco pravý šnek krmivo odděluje. Přitom je třeba mít na zřeteli, že pravý a levý šnek mají navzájem opačné stoupání šnekovice a navzájem opačný smysl otáčení.

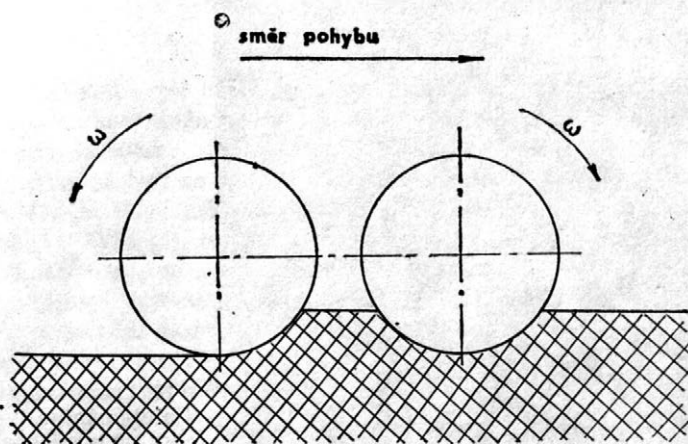
16. Typický průběh příkonu šneku dvoušnekové vybírací jednotky v jednotlivých fázích oddělování krmiva — Typical course of power input to the two-auger emptying device at different stages of fodder separation



Na obr. 16 je znázorněn typický průběh příkonu při oddělování krmiva dvoušnekovou vybírací jednotkou, získaný při měření levého šneku. V oblasti 1 se pohybuje vybírací jednotka zprava doleva, tzn. že měřený levý šnek se odvaluje se třením po krmivu. V oblasti 2 se zařízení pohybuje zleva doprava a měřený šnek (levý) krmivo odděluje.

Ze záznamu je zřejmá do jisté míry překvapivá skutečnost, že šnek v době, kdy v podstatě nevykonává žádnou užitečnou činnost z hlediska oddělování krmiva, spotřebovává největší množství energie.

17. Schéma stlačování krmiva prvním šnekem vybírací jednotky — A scheme of fodder compression by the first auger of the emptying device



Lze to vysvětlit tím (jak ukazuje obr. 17), že šnek tuto energii spotřebovává jednak na stlačení dosud neoddělené vrstvy krmiva, jednak na tření o krmivo.

Z toho vyplývá důležitý poznatek, že z hlediska potřeby energie není výhodná příliš velká hloubka frézování, protože s jejím zvětšováním rychle narůstá spotřeba energie u obou šneků.

Vzhledem k uvedeným okolnostem by bylo výhodné řešit dvoušnekovou vybírací jednotku jako naklápací nebo otočnou tak, aby se mohl nadzvednout první šnek v době, kdy je krmivo oddělováno druhým šnekem.

Největší zjištěný průměrný příkon při oddělování krmiva dvoušnekovou vybírací jednotkou dříve popsaným způsobem byl 2,2 kW pro jeden šnek.

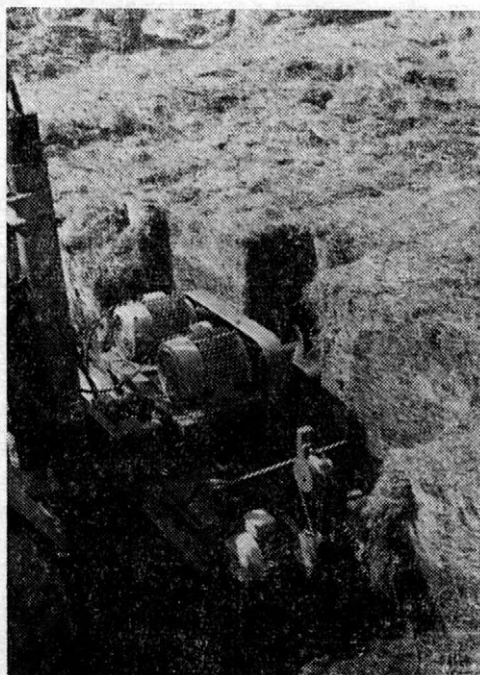
Dojíždějí-li šneky do krajních poloh, vzrůstá většinou v důsledku zvětšení odporů krátkodobě příkon až na 8 kW.

Dále jsme zjistili, že naměřené hodnoty průměrného příkonu a spotřeby elektrické energie jsou velmi úzce závislé na okamžitých podmínkách měření. Např. prokluz klínových řemenů při dojíždění do krajních úvratí, nebo proměnlivý odpor krmiva proti frézování ovlivní celkovou spotřebu energie natolik, že vzhledem ke krátkému trvání jednotlivých zkoušek ji lze jen obtížně srovnávat s jiným měřením. Proto byla věnována pozornost především okamžitým hodnotám příkonu ve vztahu k podmínkám měření a průměrné hodnoty elektrických veličin jsou uvedeny jen rámcově.

Pokusili jsme se odebírat krmivo tak, že dvojice šneků nevykonává boční pohyb, ale pouze se zahlubuje ve svislé rovině. S rostoucím zahloubením však odpory narůstají do té míry, že dochází k nadměrnému přetížení elektromotorů. Maximální dosažená velikost zahloubení byla 49 cm. Hlavní příčinou narůstání odporu s rostoucí velikostí zahloubení je možné spatřovat v tom, že v důsledku rostoucích bočních tlaků neodděleného krmiva se zvětšuje tření šneků o krmivo.

Proto jsme udělali další pokus, při kterém byla silážní vrstva předem ve svislé rovině oddělena dvěma rovnoběžnými řezy motorovou pilou. Vzdálenost řezů byla volena nepatrně větší, než je šířka dvoušnekové vybírací jednotky. Krmivo v prostoru mezi těmito řezy bylo potom oddělováno podobným způsobem jako v předcházejícím pokusu, tj. svislým zahlubováním.

Zahlubování proběhlo bez nejmenších obtíží v celé výšce vrstvy rychlostí $0,41 \text{ m min}^{-1}$ při průměrném příkonu šneků 1,70 kW a 2,07 kW (obr. 18).



18. Oddělování travní senáže svislým zahlubováním dvoušnekové vybírací jednotky po předchozím odříznutí senáže v bočních rovinách — Separation of grass haylage by vertical sinking of the emptying two-auger unit after cutting the material in lateral planes

— výkonost v čase $t_1 + t_2$ (t h^{-1})
--- výkonost v čase t_2 (t h^{-1})
- · - · - výkonost čase $t_1 + t_2$ ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$)
---- výkonost v čase t_2 ($\text{m}^3 \text{ h}^{-1}$)

Tento pokus prokázal, že je možné odebírat travní senáž i bez bočního pohybu vybírací jednotky jenom prostým zahlubováním, ovšem za předpokladu, že je krmivo po stranách vybírací jednotky oddělováno jiným zařízením.

Význam tohoto zjištění je především v tom, že tento způsob oddělování krmiva značně zjednodušuje obsluhu vybíracího zařízení, a tím také vytváří lepší předpoklady pro případnou automatizaci vybírání. Výkonnost, kterou je krmivo oddělováno, je možné regulovat počtem dvojic šneků.

Travní senáž je krmivo, které při odběru působí největší obtíže. Naproti tomu skrojkovou siláž lze vybírat poměrně snadno.

Pro úplnost a možnost srovnání jsme několikrát měření při odběru skrojkové siláže opakovali, a to především proto, abychom zjistili hranice výkonosti šnekových vybíracích jednotek.

Dvoušneková vybírací jednotka dokázala při zahloubení 12,5 cm oddělovat skrojkovou siláž s výkoností $26,3 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ při průměrném příkonu na jeden šnek 1,99 kW. Větší hloubku frézování než 12 až 15 cm není možné doporučovat, protože — obdobně jako při odběru travní senáže — rychle narůstá příkon.

Podobně jako při odběru travní senáže jsme se také při odběru skrojkové siláže pokusili odebírat krmivo pouze vertikálním zahlubováním dvoušnekové vybírací jednotky.

Zahlubování probíhalo bez jakýchkoliv obtíží a bez potřeby bočního odřiznutí vrstvy krmiva rychlostí $2,3 \text{ m min}^{-1}$ při průměrném příkonu 2,64 kW na jeden šnek.

Při odběru řepných skrojků (pokud jsou konzervovány celé) vzniká požadavek, aby byly jednotlivé částice rozřezány na velikost vhodnou pro mechanizovanou manipulaci v krmených linkách.

Proto byl na obvod šnekovic montován postupně různý počet nožů, obdobně jako je tomu u vrchních vybíračů siláže ze silážních věží. Bylo prokázáno, že volbou různého počtu nožů je možné intenzitu řezání a drcení krmiva regulovat v širokém rozsahu v míře plně vyhovující praktickým požadavkům.

DISKUSE

Z porovnání výsledků získaných při ověřování rotační frézy a šnekové vybírací jednotky při oddělování krmiva uskladněného v silážním žlabu vyplývají významné přednosti šnekových vybíracích jednotek.

Šnekové vybírací jednotky potřebují na oddělování krmiva až dosud nejnižší měrné příkony. Např. ověřovaná rotační fréza měla nejpriznivější měrnou spotřebu energie při oddělování travní senáže $1,9 \text{ kWh t}^{-1}$, zatímco dvoušneková vybírací jednotka měla běžně za stejných podmínek měrnou spotřebu energie pod $0,6 \text{ kWh t}^{-1}$.

Podobně z hlediska možnosti automatizace provozu vybírání poskytují šnekové vybírací jednotky podstatně příznivější možnosti než rotační fréza.

Shodně výsledky uvádí i Petersen (1964), který při pokusech s dvoušnekovou vybírací jednotkou při oddělování neřezané siláže dosáhl výkonosti $14,4 \text{ t h}^{-1}$ při příkonu 2 kW. Týž autor popisuje automatizovaný vybírač siláže s použitím šnekových vybíracích jednotek, a tak potvrzuje možnost uplatnění prvků samočinné regulace a automatizace u šnekových vybíracích jednotek.

Ve zprávě N. I. A. E je popsána dvoušneková vybírací jednotka, která při vybírání neřezané siláže pracovala s výkoností 8 až 16 t h^{-1} při příkonu kolem 7 kW.

Lze tedy konstatovat, že z hlediska dosahovaných výsledků jsou šnekové vybírací jednotky jednoznačně lepší než rotační fréza.

Tímto konstatováním nelze přirozeně rotační frézu zavrhnout. Ve srovnání se šne-

kovými vybíracími jednotkami umožňuje jednodušší konstrukci vybírače, což je také hlavní důvod pro to, že je značně rozšířena u současných konstrukcí vybíračů.

Závěrem je třeba uvést, že předložená práce nevyčerpává danou problematiku. Na základě získaných zkušeností lze doporučit, aby se objasnila zejména závislost výkonnosti a příkonu šnekových vybíracích jednotek na kinematických poměrech. Některé práce z poslední doby totiž naznačují, že zvolená frekvence otáčení je vysoká a že optimální bude hodnota přibližně poloviční.

Literatura

PETERSEN, D. R.: Cutter Unit for Horizontal Silo Unloader. Transaction of the ASAE, 1964, č. 1, s. 6-7.

VEGRICHT, J.: Vybírání krmiva ze silážních žlabů. [Výzkumná zpráva. Z-1245.] Praha - Řepy, Výzk. ústav zeměd. techn. 1975.

—: Camp unloader shows promise. Power Farming, 1972, č. 4, s. 31.

Došlo dne 6. 9. 1978

ВЕГРИХТ, И. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Разгрузка кормов, хранимых в силосной траншее, ротационной фрезой и шнековым силосоразгрузчиком. Земед. Techn., 24, 1978 (12): 707-722.

Для разгрузки кормов, хранимых в силосной траншее, применяется много механизированных средств, основанных на разных принципах деятельности. В предлагаемой работе оцениваются, прежде всего с точки зрения производительности и потребляемой мощности, две конструкции силосоразгрузочных органов, ротационная фреза и шнековый силосоразгрузчик. Во время испытаний было установлено, что шнековый силосоразгрузчик имеет более благоприятные параметры — при одинаковой производительности отделения корма удельное потребление энергии, по сравнению с ротационной фрезой, примерно в три раза ниже. Следующим важным преимуществом шнекового силосоразгрузчика является тот факт, что его деятельность только незначительно зависит от длины резки. Например, неизмельченный травяной сенаж он отделяет без затруднений, в то время как ротационная фреза в этих условиях работает с затруднениями. По сравнению с ротационной фрезой шнековый силосоразгрузчик представляет более благоприятные условия для применения элементов автоматизации и автоматической регуляции. Результаты, приведенные в данной работе, хорошо согласуются с результатами других авторов.

силосоразгрузчик; потребляемая мощность; производительность; автоматизация

VEGRICHT, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy): Trench Silo Emptying with a Rotary Cutter and an Auger Emptying Device. Zeméd. Techn., 24, 1978 (12): 707-722.

Various machines and equipments, based on different principles of function, are used for removing silage from trench silos. The author evaluates two types of the emptying device: the rotary cutter and auger emptier. The main criteria of this evaluation are performance and power demand. It was revealed by tests that the auger type of emptier had much better parameters; at the same performance level in feed separation, the auger needed three times less power than the rotary cutter. Another advantage offered by the auger emptier is that its function is just slightly dependent on the length of chopped particles. For instance, chopped grass haylage is separated by the auger without difficulty whereas the same work is a hard job for the rotary cutter. Unlike the cutter, the auger emptier gives much better conditions for the use of automation and self-control. The results presented by this author are in keeping with other authors' results.

silo emptying; power input; performance; automation

Adresa autora:

Ing. Jiří Vegrícht, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

J. Fér

FÉR, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Pneumatické rozdrůžování brambor a kamenů*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12): 723—733.

Na základě teoreticky zjištěných rozdílů vznosných rychlostí brambor a kamenů rozdílných velikostí je navržen funkční model pneumatického rozdrůžovačla ve zmenšeném měřítku 1 : 5, u kterého je ověřován vliv změny rychlosti vzduchu na účinnost správného rozdrůžení brambor a kamenů při různém podílu příměsí kamenů v bramborech. Podle zkušeností se zmenšeným modelem byl navržen a ověřen funkční model s průchodností 30 t h⁻¹ vstupní směsi s účinností rozdrůžení brambor 99,7 % a s účinností rozdrůžení kamenů 88 až 96 %.

pneumatické rozdrůžovačlo; vznosná rychlost; účinnost rozdrůžení brambor a kamenů

Rozdrůžování brambor od příměsí, tj. oddělení brambor od hrud a kamenů, je stále základním problémem mechanizace sklizně brambor. Většina fyzikálně mechanických vlastností rozdrůžované směsi je podobná, a proto je velmi obtížné zajistit mechanizované rozdrůžení. Z toho důvodu většina vyráběných sklizečů brambor musí být doplňována lidskou obsluhou pro ruční rozdrůžování. Tato skutečnost má za následek nízké výkony, malou produktivitu práce a velké náklady. Předkládaná práce se proto zabývá ověřením vhodnosti pneumatického systému rozdrůžování brambor od příměsí, vyšetřením podmínek a předpoklady pro použití pneumatického systému rozdrůžení ve stacionární lince posklizňové úpravy i na mobilním sklizeči. V USA a v Kanadě se tento systém užívá na několika typech sklizečů a v SSSR je rovněž ověřován, nejsou však známy údaje o technickém řešení, výsledcích při práci a pracovních podmínkách.

METODIKA

Cílem práce bylo navrhnout systém pneumatického rozdrůžovačla, které by bylo možné použít na stacionární lince posklizňové úpravy brambor s průchodností 30 t h⁻¹, technologicky je ověřit a posoudit, jak by se tento systém uplatnil na mobilních sklizečích a ověřované konstrukční řešení posoudit z hlediska vzduchotechnického a energetického.

Práce byla rozdělena do těchto etap:

1. Teoretický výpočet vznosných rychlostí brambor, hrud a kamenů různé velikosti.
2. Experimentální ověření zmenšeného modelu pneumatického rozdrůžovačla, zjištění vlivů složení vstupní směsi, průchodnosti a rychlosti vzduchu na účinnost rozdrůžování.

3. Poloprovodní ověření funkčního modelu pneumatického rozduřovacího zařízení, jeho výkonnosti, účinnosti rozduření, vzduchotechnických parametrů, energetické náročnosti a technologických předpokladů pro použití v lince posklizňové úpravy a mobilním sklízení brambor a porovnání naměřených hodnot s teoretickými předpoklady.

VLASTNÍ PRÁCE

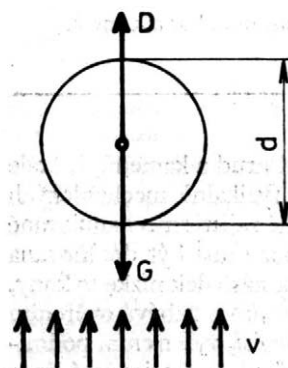
TEORETICKÉ STANOVENÍ VZNOSNÝCH RYCHLOSTÍ ROZDUŽOVANÉ SMĚSI

Základním předpokladem pro použití pneumatického principu k rozduřování je stanovit rozdíly vznosné (rovnovážné) rychlosti vzduchu pro jednotlivé složky rozduřovací směsi (brambory, hroudy, kameny).

Výpočtem stanovíme rychlost proudu vzduchu potřebnou pro to, aby těleso vystavené jejímu vlivu nepůsobilo svou tíhou na podložku (tuto rychlost můžeme také považovat za maximální rychlost tělesa padajícího v ovzduší volným pádem, kterou limituje odpor vzduchu k tělesu). Jde o stav, kdy tíha tělesa a silové působení rychlosti vzduchu jsou v rovnováze.

Zjednodušeně předpokládáme, že půjde o tělesa kulovitěho tvaru v rozlehlém proudu vzduchu. Stanovená rychlost vzduchu pro kulatá tělesa bude vyšší než pro tělesa ostatní, která vzhledem k členitějšímu tvaru budou klást proudu vzduchu větší odpor, a budou tím mít i nižší vznosnou rychlost.

Pro silové poměry platí (obr. 1)



1: Silové působení proudu vzduchu na těleso kulového tvaru — The force action of the air flow on a spherical body

$$D = k \frac{\pi d^2}{4} \gamma_v \frac{v^2}{2g}$$

kde: D — síla působící na těleso o průměru d kulatého tvaru vyvolaná rychlostí vztahu v

Sílu působící tíhou tělesa G na podložku stanovíme ze vzduchu:

$$G = \gamma_t \frac{\pi d^3}{6}$$

Rozhraním mezi smyslem pohybu tělesa vzhůru nebo dolů bude rovnovážný stav, kdy bude platit:

$$D = G$$

$$k \frac{\pi d^2}{4} \gamma_v \frac{v_o^2}{2g} = \gamma_t \frac{\pi d^3}{6}$$

Rovnovážný stav nastane při rovnovážné rychlosti v_o , pro kterou po úpravě získáme vztah:

$$v_o = \sqrt{\frac{4\gamma_t g d}{3\gamma_v k}} = c \sqrt{d}$$

Dosadíme-li do rovnice:

$$\gamma_t = 1,1 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} \text{ pro brambory}$$

$$\gamma_t = (1,5-2) \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} \text{ pro hroudy}$$

$$\gamma_t = (1,9-3) \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3} \text{ pro kameny}$$

$$\gamma_v = 1,2 \text{ kg m}^{-3} \text{ pro vzduch}$$

$$k = 0,4 \text{ (pro } Re \cdot 10^5)$$

Po dosazení získáme rovnovážnou rychlost

$$\text{pro brambory: } v_{oB} = 170 \cdot \sqrt{d}$$

$$\text{pro hroudy: } v_{oH} = (200-235) \sqrt{d}$$

$$\text{pro kameny: } v_{oK} = (200-230) \sqrt{d}$$

Předpokládáme-li, že rozměry brambor a příměsí budou v rozmezí 20 až 100 mm, získáme tato pásma rovnovážných vznosných rychlostí

$$\text{pro brambory } v_{oB} \quad 24-53 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{pro hroudy } v_{oH} \quad 28-74 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{pro kameny } v_{oK} \quad 32-95 \text{ m s}^{-1}$$

Pásma uvedených rovnovážných rychlostí vzduchu pro jednotlivé složky rozdušované směsi v závislosti na jejich rozměrech jsou znázorněna na obr. 2.

Jak vyplývá z obr. 2 nemá tento princip dobré předpoklady pro vzájemné rozdušení brambor a hrud, neboť značná část rozmezí vznosných rychlostí brambor a hrud je ve stejném pásmu. Situace bude příznivější při mokřích hroudách, které jsou těžší. Větší rozdíl vznosných rychlostí brambor a kamenů vytváří lepší předpoklady pro vzájemné rozdušení. Z uvedených teoretických závěrů vyplývá, že vzhledem k tomu, že vznosná rychlost roste s rozměrem složek směsi, lze lepší účinnost očekávat tehdy, pokud bude směs před rozdušením velikostně roztržena.

Teoretický výkon N_t , potřebný pro dosažení vznosné rychlosti v_o v průřezu S při účinnosti ventilátoru 100 %, je dán vztahem:

$$N_t = \frac{\gamma_v \cdot s}{204g} \cdot v_o^3 = K \cdot v_o^3 \quad (\text{kW})$$

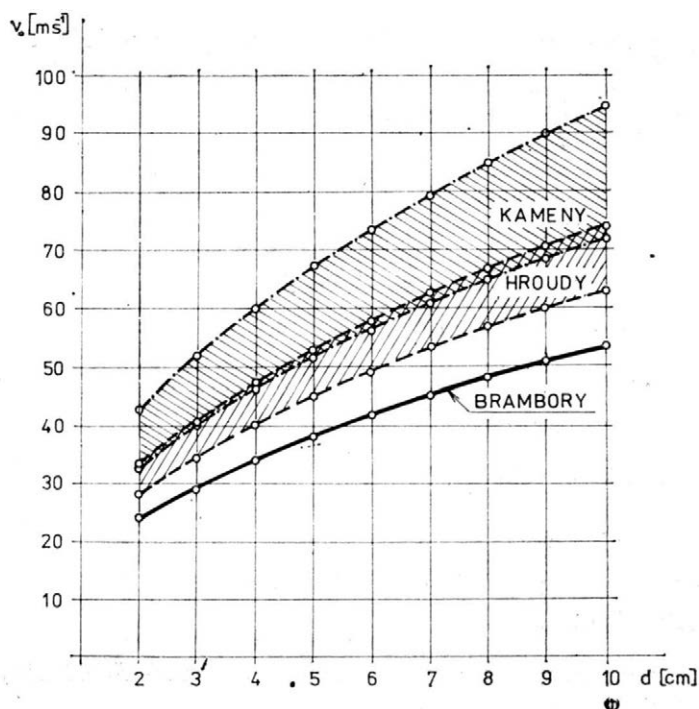
Pro kanál o průřezu $S = 0,1 \text{ m}^2$ bude teoreticky měrný příkon pro dosažení vznosné rychlosti

$$\text{pro brambory} \quad 2 - 9 \text{ kW}$$

$$\text{pro hroudy} \quad 3,3-24 \text{ kW}$$

$$\text{pro kameny} \quad 4,8-51 \text{ kW}$$

2. Závislost vznosné rychlosti v_o na rozměru brambor, hrud a kamenů — The dependence of the elevation speed v_o on the size of potatoes, clods and stones



Při aplikaci výsledků je třeba mít na zřeteli, že byly získány za značně zjednodušených předpokladů. Skutečné poměry budou zřejmě podstatně složitější, především vlivem vzájemného ovlivňování a tvarové rozmanitosti elementů rozdrůžované směsi. Lze však z ní získat některé předběžné závěry pro volbu koncepce rozdrůžovačů:

Vzhledem k malým rozdílům mezi vznosnými rychlostmi brambor a příměsí je třeba zajistit regulaci rychlosti vzduchu v rozdrůžovacím prostoru.

Směr proudu vzduchu je třeba volit tak, aby se maximálně uplatnil rozdíl vznosných rychlostí (při stejných rozměrech rozdrůžovaných předmětů). Z tohoto hlediska je nejvýhodnější směr svislý.

Vliv tvaru není jednoznačný, nelze předem vyloučit potřebu oddělit a samostatně rozdrůžovat tvarově odlišné složky směsi.

Na základě zjištěné závislosti rychlosti vznosu na rozměrech lze předpokládat, že předběžným velikostním roztříděním směsi brambor a příměsí do několika skupin a jejich samostatným rozdrůžením bude možné dosáhnout vyšší účinnosti pneumatického rozdrůžení.

Protože nevíme, jaká bude skutečná tlaková ztráta pro vzduch proudící rozdrůžovadlem, neznáme ani, na jak velké dráze prutového dopravníku (při jeho určité rychlosti), který přivádí směs do rozdrůžovačů, bude muset vznosná rychlost působit, aby došlo k rozdrůžení; při konstantní šířce rozdrůžovačů zvolíme pro experimentování raději ventilátor středotlaký s větším výkonem. S ohledem na průchod drobných částic zeminy ventilátorem je nutné použít ventilátor v transportním provedení.

OVĚŘENÍ ZMENŠENÉHO FUNKČNÍHO MODELU

Na základě předchozích teoretických prací byly vyrobeny dva různé funkční modely pneumatického rozdrůžovačů, zmenšené v měřítku 1 : 5, aby se získalo maximum

zkušenosti pro návrh koncepce pneumatického rozduřovacího zařízení pro požadovanou průchodnost 30 t h^{-1} vstupní směsi. Ověřoval se model rozduřovacího

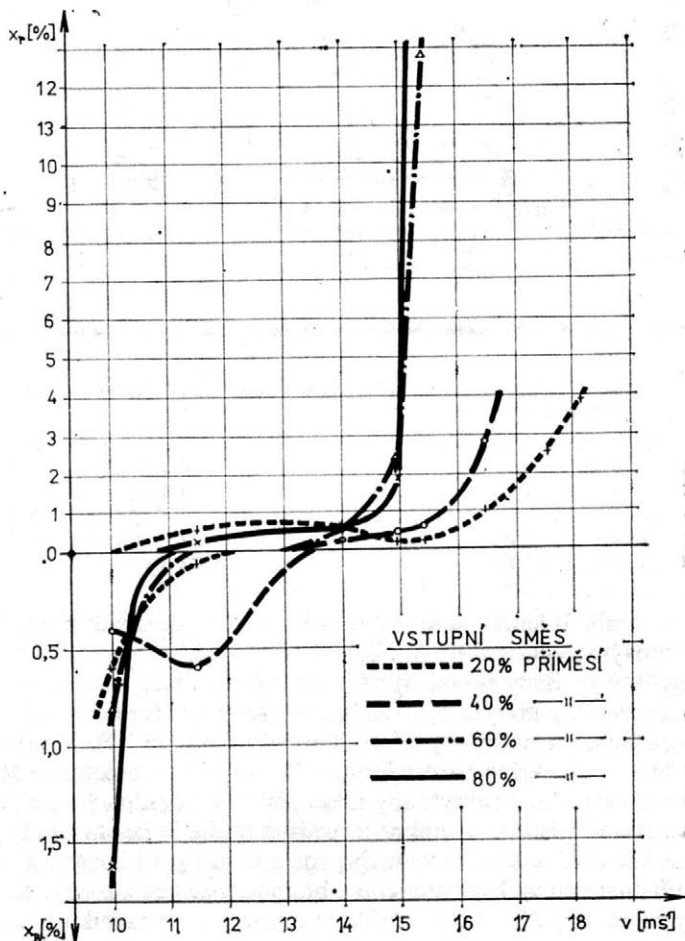
- s přímým výstupem brambor ze stroje vzhledem ke vstupu rozduřované směsi,
- s kolmým výstupem brambor ke vstupu rozduřované směsi.

Výsledky byly lepší u modelu s kolmým výstupem brambor, a proto ty, které uvádíme, vztahují se pouze k tomuto modelu.

Pro odsávání vzduchu z rozduřovacího zařízení jsme použili ventilátor s průměrem oběžného kola 315 mm. Z modelitu, u něhož byla specifická hmotnost upravena na stejnou hodnotu jako u brambor, jsme vyrobili modely hlíz různých velikostí (zmenšené v měřítku 1 : 5). Dále jsme použili drobné kaménky. Pro usnadnění zkoušek jsme na modelech řešili dopravní cesty tak, že rozduřená směs se po výstupu opět smísila a byla přivedena zpět do vstupu rozduřovacího zařízení. Rychlost vzduchu se škrcením na výstupu z ventilátoru měnila. K výstupu ventilátoru bylo připojeno potrubí, ve kterém se dělala vzduchotechnická měření. Z poměru průřezu potrubí v měřeném místě, průřezu, v němž probíhalo rozduření, a naměřené rychlosti jsme výpočtem zjistili rychlosti vzduchu v rozduřovacím prostoru.

Na zmenšeném modelu pneumatického rozduřovacího zařízení s modelovými hlízami a kameny jsme zjišťovali vliv změny rychlosti vzduchu v rozduřovacího zařízení na účinnost rozduře-

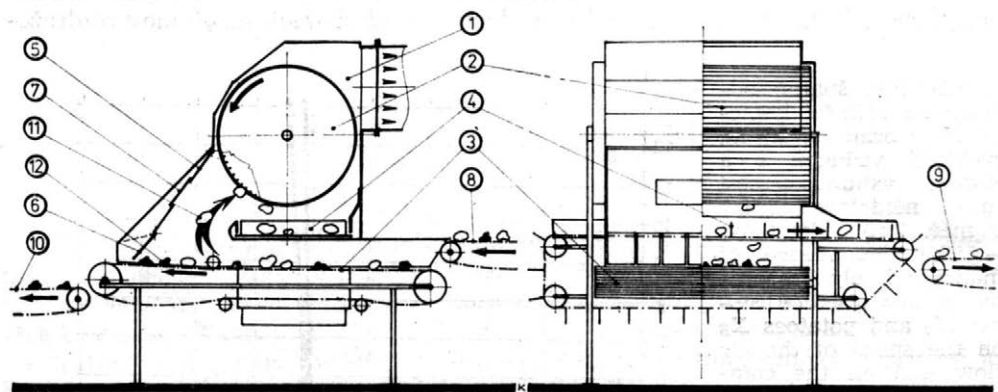
3. Závislost špatně oddělených příměsí kamenných X_p a brambor X_B na rychlosti vzduchu v a složení vstupní směsi (pro modelové hlízy v měř. 1 : 5 a kameny) — The dependence of inappropriately separated admixtures of stones X_p and potatoes X_B on the speed of the air flow and on the composition of the mixture elevated from the ground (for model tubers in 1 : 5 scale and for stones)



ní při různém podílu příměsí. Zkoušky jsme dělali tak, že při různých rychlostech vzduchu a konstantní hmotnosti brambor na vstupním dopravníku rozdrůžovač byly přimíseny různé podíly kamenů. Při měřeních jsme zjišťovali, kolik procent ze vstupního množství 100 % brambor bylo nesprávně rozdrůženo do příměsí (X_B) a kolik kamenů ze vstupního množství 100 % bylo nesprávně rozdrůženo do brambor (X_p). Výsledky jsou zřejmé z obr. 3. Na základě těchto měření zjišťujeme, že při vyšším podílu příměsí při konstantní hmotnosti brambor je třeba vyšší rychlosti vzduchu, abychom dosáhli stejné účinnosti rozdrůžení. Dále vyplývá, že není vhodné zvyšovat rychlost vzduchu, abychom dosáhli toho, že se úplně vyloučí ztráty brambor do příměsí, neboť to má za následek neúměrné zvýšení podílu příměsí v bramborech po rozdrůžení. Ze zkoušek vyplývá, že pro dobré výsledky je třeba zajistit rovnoměrné rozprostření rozdrůžovací směsi na vstupním dopravníku rozdrůžovač v jedné vrstvě.

PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ PNEUMATICKÉHO ROZDRŮŽOVADLA

Z poznatků získaných v teoretické části práce i z poznatků se zmenšeným funkčním modelem byl navržen funkční model pro požadovanou průchodnost rozdrůžované směsi 30 t h⁻¹. Princip pneumatického rozdrůžovač je na obr. 4.



4. Funkční schéma pneumatického rozdrůžovač — Functional diagram of the pneumatic separator

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 1 skříň rozdrůžovač | 7 kontrolní okénko |
| 2 prutový bubn | 8 plnicí dopravník |
| 3 vstupní prutový dopravník | 9 dopravník brambor |
| 4 vynášecí žebrový dopravník | 10 dopravník příměsí |
| 5 nastavitelná clona | 11 brambory |
| 6 výkyvné klapky | 12 příměsí |

Směs brambor a příměsí (kamenů) je do rozdrůžovač dopravována vkladacím prutovým dopravníkem (8). Brambory (11), které mají nižší vznosnou rychlost než kameny, jsou unášeny proudem vzduchu vzhůru, tam jsou zadrženy otáčejícím se prutovým bubnem (2), kterým jsou znovu unášeny do prostoru s nižší rychlostí vzduchu, kde odpadnou na příčný vynášecí žebrový dopravník (4). V prostoru, kde tento dopravník vstupuje do skříně rozdrůžovač (1), musí být prostor v délce nejméně rovné rozteči žeber pásu shora zakryt, aby nedocházelo k nežádoucímu nasávání vzduchu do komory. Na straně výstupu brambor z rozdrůžovač je ke skříně (1) připevněna gumová clona, která je rozdílem tlaku vzduchu vně a uvnitř přitiskována k pásu (4), takže je zabráněno nežádoucímu vnikání vzduchu a brambory se nepoškozují. Kameny (12), jejichž vznosná rychlost je vyšší, zůstávají ležet na prutovém dopravníku (3), z kterého jsou dopravovány

dalším dopravníkem (10). Aby bylo možné při ověřování měnit délku pásma, v kterém působí proud vzduchu na rozdrůžovanou směs, je rozdrůžovadlo opatřeno nastavitelnou clonou (5). Na jejím konci jsou umístěny výkyvné plechové klapky (6), které zabraňují vnikání nežádoucího vzduchu a umožňují vychýlení, prochází-li pod nimi větší kámen. Skříň rozdrůžovadla (1) je spojena potrubím se sacím otvorem ventilátoru. Během zkoušek jsme používali radiální transportní ventilátor RVT-1250-4L vyrobený v ZVVZ Prachatice s těmito parametry:

množství vzduchu	15 m ³ s ⁻¹
celkový tlak	1750 Pa
otáčky	900 min ⁻¹
potřebný příkon	52 kW

K pohonu ventilátoru jsme použili naftový šestiválcový stacionární motor ŘAS 6S-110 s výkonem motoru 72 kW při otáčkách 1500 min⁻¹.

Hlavní technické údaje

Vkládací dopravník

účinná šířka	1000 mm
rozteč prutů	43 mm
průměr prutů (včetně pogum.)	19 mm
mezera mezi pruty	24 mm
rychlost	0,44 m s ⁻¹

Prutový buben

průměr	800 mm
šířka	1030 mm
průměr prutů	5 mm
mezera mezi pruty	25 mm
obvodová rychlost bubnu	1,13 m s ⁻¹

Vynášecí žebrový pás

šířka	650 mm
účinná šířka	600 mm
rozteč žeber	160 mm
výška žeber	100 mm
rychlost	0,71 m s ⁻¹

ZKOUŠKY FUNKČNÍHO MODELU

Funkční model byl ověřován v r. 1976 v JZD Krásná Hora, okr. Havlíčkův Brod, a v r. 1977 ve Škrobárně Boňkov, okr. Havlíčkův Brod. S ohledem na vysokou průchodnost musel být stroj zařazen do linky posklizňové úpravy s potřebnou výkonností přísunu i odsunu rozdrůžované hmoty. Účinnost rozdrůžení se zajišťovala současným odběrem vzorků na obou výstupech rozdrůžovadla po dobu 5 sekund. Po zvážení a oddělení nesprávně rozdrůžovaných brambor a příměsí se zjišťovalo:

- výkonnost stroje (ve vstupní směsi) t h⁻¹
- podíl kamenů ve vstupní směsi (brambory = 100 %) %
- podíl správně rozdrůžených brambor (ze 100 % brambor) %
- podíl správně rozdrůžených kamenů (ze 100 % kamenů) %
- podíl kamenů v rozdrůžených bramborách (směs rozdrůžovaná do brambor = 100 %) %

Výsledky měření jsou obsaženy v tab. I a II.

Měřilo se při ustáleném kontinuálním provozu rozdrůžovačů, při rychlosti vzduchu odpovídající optimální účinnosti rozdrůžení. Regulace rychlosti vzduchu v rozdrůžovačích se zajišťovala změnou otáček ventilátoru.

Měření z roku 1976 při vyšší průchodnosti byla omezena nízkou výkonností linky, která nepostačovala množstvím rozdrůžovačů. Tento nedostatek se již nevyskytoval na lince ve Škrobárnách v roce 1977. Při zkouškách v průběhu obou let bylo dosaženo téměř stejného výsledku správně rozdrůžených brambor — v průměru 99,7 %. Ztráty

I. Výsledky měření v roce 1976 — Results of measurement in 1976

JZD Krásná Hora — rok 1976

odrůdy Astila, Radka, Blaník

Číslo měření	Průchodnost vstupní směsi $t\ h^{-1}$	Složení vstupní směsi		Správné rozdrůžení		Kameny v bramborách po rozdrůžení (směs = 100 %) %
		brambory %	kameny %	brambory %	kameny %	
1	22,43	100	2,13	100,00	69,23	0,65
2	21,67	100	1,69	100,00	100,00	0,00
3	18,96	100	1,15	99,81	100,00	0,00
4	9,10	100	5,16	99,79	76,61	1,19
5	6,05	100	4,53	96,89	82,19	0,83
6	11,80	100	8,90	99,51	96,30	0,33
7	15,67	100	5,19	100,00	95,35	0,24
8	17,96	100	10,15	100,00	91,30	0,88
9	29,39	100	12,11	99,42	83,90	1,92
Průměr				99,69	88,53	0,72

II. Výsledky měření v roce 1977 — Results of measurement in 1977

Škrobárna Boňkov — rok 1977

odrůda Blaník

Číslo měření	Průchodnost vstupní hmoty $t\ h^{-1}$	Složení vstupní směsi		Správné rozdrůžení		Kameny v bramborách po rozdrůžení (směs = 100 %) %
		brambory %	kameny %	brambory %	kameny %	
1	29,30	100	3,74	99,72	100,00	0,00
2	25,20	100	5,13	100,00	89,74	0,54
3	32,20	100	4,43	99,56	97,73	0,09
4	28,70	100	12,08	99,53	96,52	0,42
5	31,30	100	10,86	99,39	97,15	0,31
6	23,10	100	7,83	100,00	96,13	0,30
Průměr				99,70	96,21	0,28

0,3 % brambor do příměsí tvořily pouze velmi malé brambory o maximálním průměru 2 až 3 cm. Tyto ztráty vznikaly jednak propadem mezi pruty vstupního dopravníku, neodsátím a přitisknutím hmotností většího kamene k pásu. Odstranit tuto ztrátu zvyšováním rychlosti vzduchu není žádoucí, neboť má za následek neúměrné zvýšení podílu špatně rozdělených kamenů do brambor. Ztráty by téměř odpadly, kdyby před rozdělovačem byl umístěn předtřidič, který by oddělil podrozměrné brambory a příměsí. Další možností, jak oddělit i tyto brambory z příměsí, je použít ještě dalšího rozdělovače (vodní nebo napichovací). Tyto nízké ztráty je žádoucí odstranit také proto, aby brambory na skládkách kamenů nehnily.

Správné rozdělení kamenů závisí na podílu plochých kamenů ve vstupní směsi. Ploché kameny jsou totiž vzhledem k velikosti čelní plochy v poměru k hmotnosti relativně lehké a jsou nesprávně unášeny do brambor (pokud se během vznosu neotočí). Vliv tvaru kamenů je dokumentován rozdílem výsledků z r. 1976, kdy podíl plochých kamenů byl vyšší, a proto procento správně rozdělených kamenů bylo nižší (88,5 %); v r. 1977, kdy bylo plochých kamenů méně, bylo správně rozdělených kamenů v průměru 96,2 %. Tento nedostatek pneumatického rozdělovače je však možné odstranit zařazením šikmo skloněného pásu s gumovými prsty za rozdělovačem, který poměrně dobře ploché kameny oddělí.

S ohledem na použitý princip — a jak také vyplývá z grafu vznosných rychlostí (obr. 2) — je cca 50 % pevných suchých hruď nesprávně rozdělováno do brambor. S tím je třeba počítat v oblastech, kde je zvětšený předpoklad jejich vzniku. Dále se také nesprávně rozděluje nerozpadlé zbytky hnoje do brambor.

Orientačně byla měřena poškození hlíz odrůdy 'Blaník' při průchodu rozdělovačem při podílu kamenů ve vstupní směsi 10 % hmoty (brambory = 100 %) tak, že bylo náhodně odebráno pět vzorků po 200 hlízách před vstupem do rozdělovače a stejným způsobem pět vzorků po výstupu z rozdělovače. Z rozdílu počtu poškozených hlíz před rozdělovačem a za ním byly stanoveny průměrné hodnoty jednotlivých stupňů poškození.

Poškození brambor rozdělovačem (kusově):

povrchové do hloubky méně než 1,7 mm	4,5 %
1,7—5 mm	0,7 %
více než 5 mm	1,6 %

Abychom si ověřili parametry rozdělovače, dělali jsme rovněž vzduchotechnická měření a měření příkonu ventilátoru při optimálním nastavení.

Vzduchotechnická měření se konala v 6 m dlouhém potrubí na výstupu z ventilátoru ve 32 místech průřezu Prandtlovou trubicí s mikromanometrem Metra a s lihovou náplní. Měřilo se při chodu rozdělovače naprázdno, neboť hrozilo nebezpečí, že by se poškodila měřicí aparatura hliníkem. Tato měření však plně postačují pro posouzení vhodnosti ventilátoru a pohonu, neboť při provozu stroje se ventilátor odlehčuje vlivem zvýšení vzduchotechnického odporu systému. Poměrem průřezů v měřeném místě, v rozdělovacím prostoru a z naměřených hodnot byla vypočtena rychlost vzduchu v rozdělovacím prostoru 26 m s^{-1} , což odpovídá množství vzduchu $10,64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Měřilo se při otáčkách ventilátoru 715 min^{-1} a při teplotě vzduchu 12°C . Příkon ventilátoru při měření byl 28 kW . Z charakteristiky ventilátoru byl stanoven vzduchotechnický odpor systému

$$p_{cv} = 1400 \text{ Pa}$$

Z měření vyplývá, že pro daný průřez rozdělovacího prostoru je zapotřebí podstatně nižší vznosná rychlost vzduchu (při měření bez brambor 26 m s^{-1}) ve srovnání s vypočtenou teoretickou rychlostí 24 až 53 m s^{-1} . Vysvětlujeme to tím, že vznosné rychlosti

se vypočítávaly pro jednotlivou hlízu v rozlehlém prostoru, ve skutečnosti však je rozdužovací prostor zaplněn směsí, takže skutečná rychlost v prostorech mezi hlízami a příměsí bude zřejmě vyšší než rychlost při chodu naprázdno. Toto vysvětlení potvrzuje skutečnost, že pokud se nezaplní rozdužovací prostor, brambory se pouze slabě vznášejí a nerozdužují se. Kromě toho přistupuje také vliv tvaru hlíz; nejhůře se rozdužují brambory malé, protože se nejvíce blíží kulatému tvaru, i když podle rozměru by to mělo být naopak.

Z naměřených hodnot zjišťujeme, že ventilátor RVT-1250 pro tento účel není nejvýhodnější a že byl vzhledem k nízkému odporu rozdužovadla a menší potřebě vzduchu používán v méně příznivé oblasti své charakteristiky s účinností pouze 51 %. Pro ověřované rozdužovadlo proto lze doporučit raději ventilátor Escort 800 ze Strojtexu Dolní Bousov, který pro potřebné hodnoty množství a odporu systému dosahuje účinnosti 71 %.

DISKUSE

Pro ověření teoretických podkladů na zmenšeném modelu pneumatického rozdužovadla byl prakticky ověřen funkční model pneumatického rozdužovadla s průchodností 30 t h^{-1} . Dosažené výsledky jsou příznivé z hlediska výkonnosti, rozdužení brambor i kamenů. Správné rozdužení kamenů je závislé na jejich tvaru; ploché kameny se rozdužují hůře. Tento nedostatek je však možné odstranit tím, že se zařadí šikmý pás s gumovými prsty za výstup rozdužovadla. Správné rozdužení brambor je 99,7 %, rozdužení kamenů v závislosti na jejich tvaru 88,5 až 96,0 %. Účinnost rozdužení suchých tvrdých hrud do příměsí je nízká (pohybuje se kolem 50 %) a vyplývá z použitého principu. Poškození hlíz při průchodu strojem je přijatelná, existují i další možnosti snížení. Příznivá je měrná energetická spotřeba vztažená k průchodnosti vstupní směsí ($1,09 \text{ kWh t}^{-1}$). Pro správný chod stroje je nutné zajistit rovnoměrný kontinuální přísun směsí, neboť kolísání průchodnosti má nepříznivé důsledky na účinnost rozdužení. Při každé změně průchodnosti je třeba znovu seřizovat rychlost vzduchu v rozdužovacím prostoru. Pro zařazení do linky posklizňové úpravy je vhodnější nahradit dosud používaný spalovací motor pro pohon ventilátoru elektromotorem, abychom snížili nároky na obsluhu i náklady. Rychlost vzduchu by se regulovala škrcením vzduchu na výstupu ventilátoru.

ZÁVĚR

Ověřovaný systém pneumatického rozdužovadla má předpoklady pro použití v linkách posklizňové úpravy brambor k rozdužování brambor a kamenů, je méně vhodný pro podmínky s vyšším výskytem suchých pevných hrud. V porovnání s dosavadními elektronickými rozdužovadly má vyšší průchodnost, nižší provozní i pořizovací náklady, je jednodušší, méně náročný na obsluhu, při přibližně stejné účinnosti rozdužení brambor a kamenů i energetické náročnosti. Pneumatické rozdužovadlo se může používat v linkách, které zpracovávají brambory s velkým obsahem příměsí, sklizené vyorávacími nakladači nebo sklízeči bez lidské obsluhy. Je možné usuzovat, že systém je použitelný i pro mobilní sklízeče, které však musí být speciálně pro tento účel konstruovány a musí být vybaveny potřebným pohonem rozdužovacího ventilátoru.

Literatura

CORIN, CH.: Harvesting Apparatus.
SEDLÁK, J.: Rozdužování brambor, hrud a kamenů. [Zpráva Z-1011.] Praha - Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky.

ФЕР, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Пневматическая сепарация картофеля и камней. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (12) : 723-733.

На основе теоретически установленных различий подъемных скоростей у картофеля и камней, разных по величине, предлагается действующая модель пневматического сепаратора в уменьшенном масштабе 1:5, у которого испытывается влияние изменения скорости воздуха на эффективность правильной сепарации картофеля и камней при разной доле примесей камней в картофеле. Согласно опыту с уменьшенной моделью была предложена и испытана действующая модель с пропускной способностью 30 т/час для входной смеси и эффективностью сепарации картофеля 99,7 %, и с эффективностью сепарации камней 88—96 %.

подъемная скорость; эффективность сепарации картофеля и камней

FÉR, J. (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Pneumatic Separation of Potatoes and Stones*. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (12) : 723-733.

On the basis of the theoretically determined differences in the elevation speed of potatoes and stones of varying size, a functional model of pneumatic separator is proposed and constructed in reduced scale (1 : 5) for testing the effect of a change in air flow rate on the efficacy of appropriate separation of potatoes and stones in the cases of different proportions of stones among the potatoes. The experience gained with the reduced model constituted a basis for designing and testing a functional model with throughput of 30 tons of mixture per hour; its potato separation effectiveness is 99.7 % and stone separation effectiveness 88—96 %.

elevation speed; effectiveness of separation of potatoes and stones

FÉR, J. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy): *Pneumatische Kartoffel-Stein-Trennung*. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (12) : 723-733.

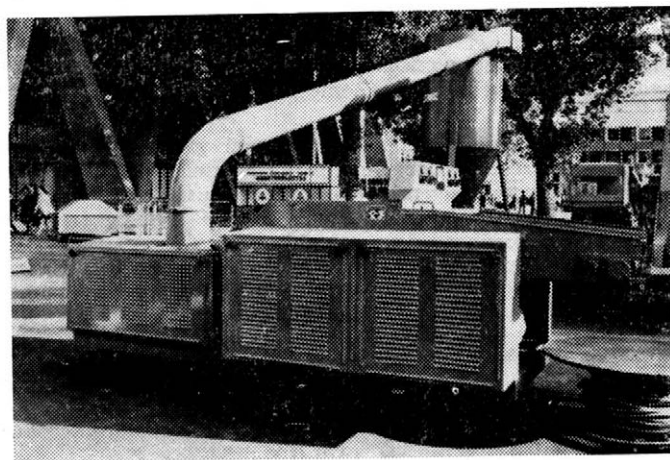
Aufgrund der theoretisch ermittelten Unterschiede der Auftriebsgeschwindigkeiten von Kartoffeln und Steinen unterschiedlicher Größen wird ein Funktionsmuster der pneumatischen Trennanlage im verkleinerten Maßstab von 1 : 5 entworfen, bei dem der Einfluß der Luftgeschwindigkeitsänderung auf den Wirkungsgrad der funktionsgerechten Kartoffel-Stein-Trennung bei verschiedenem Anteil der Steinbeimengungen in den Kartoffeln überprüft wird. Nach den Erfahrungen mit dem verkleinerten Muster wurde ein Funktionsmuster entworfen und überprüft, mit der Durchsatzleistung von 30 t ha⁻¹ Eingangsmischung, mit dem Kartoffeltrennwirkungsgrad von 99,7 % und Steintrennwirkungsgrad von 88—96 %.

Auftriebsgeschwindigkeit; Wirkungsgrad der Kartoffel-Stein-Trennung

Adresa autora:

Ing. Josef Fér, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

DRTIČKA FGF-120MA



rozmělnuje, a tím napomáhá plně využít objemná krmiva – seno, slámu, kukuřičná stébla, kukuřičné palice se zrnem i bez zrna aj.

Výkon: 3050–7800 kg h⁻¹ podle druhu drce-
né hmoty

Výkon motoru: 51 kWh

Obsluha: 1 dělník

Agromachinaimpex



Vývozce PZO Agromašinaimpex
Bulharsko, Sofia
ul. St. Lepoeva 1
telefon: 22 30 94
telex: 022 653

O další informace se laskavě obraťte na Bulharskou obchodní misi v ČSSR,
Praha 1, Krakovská 6, telefon 26 43 06.

ANALÝZA UKAZATELŮ SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE V ZEMĚDĚLSTVÍ

S. Haš

HAŠ, S. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Analýza ukazatelů spotřeby elektrické energie v zemědělství*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12) : 735-746.

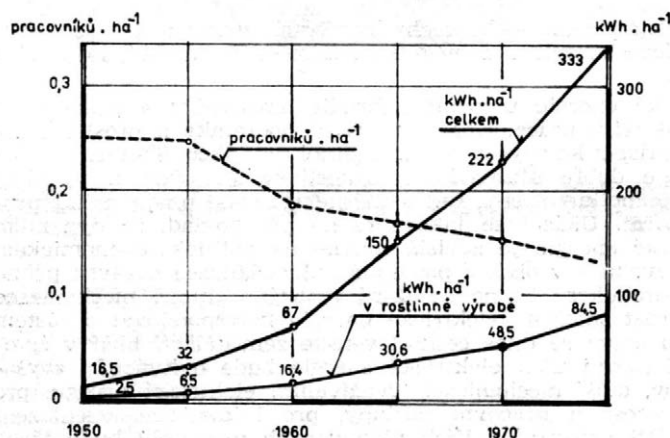
Růst spotřeby elektrické energie umožnil nahradit pracovníky v zemědělské výrobě a zvýšit produktivitu práce, zlepšit pracovní podmínky a prostředí zemědělských objektů a přispět ke zvyšování zemědělské produkce. Skutečný nárůst spotřeby energie dobře souhlasí s prognosticky stanoveným vývojem jak v ukazatelích na jednotku plochy, tak v měrné spotřebě na jednotku produkce i chovaných zvířat. Ukázal se jako správný předpoklad, že dynamika růstu spotřeby elektrické energie je závislá hlavně na politicko-ekonomickém vývoji zemědělských závodů a v období postupné industrializace nezávisí přímo na růstu zemědělské produkce. Až po dosažení vysokého stupně mechanizace začíná ve větší míře růst spotřeby elektrické energie korespondovat s růstem produkce. K takovému stavu se dnes československé zemědělství blíží v živočišné výrobě. Budoucí rozvoj užití elektrické energie bude ovlivňován zvyšováním intenzity výroby, další mechanizací, využíváním elektrické energie pro nové technologické procesy a pracovní postupy, pro klimatizaci a chlazení prostředí i produktů. Při určování dalších plánovaných ukazatelů bude třeba brát v úvahu zvyšování účinnosti elektrických spotřebičů, snižování měrné spotřeby elektrických pohonů, záměny paliv za elektrickou energii ve stacionárních i mobilních pracovních postupech, využívání sluneční energie pro ohřev vody a vzduchu, využívání rekuperované energie a ztrátového tepla.

měrná spotřeba elektrické energie; indexy růstu spotřeby a produkce; ekonomické ukazatele; vývoj spotřeby energie

Energie vkládaná do procesu zemědělské výroby zvyšuje produktivitu práce, zlepšuje pracovní podmínky pracovníků i životní podmínky hospodářských zvířat a v nemalé míře působí přímo na zvyšování zemědělské produkce. Přesto, že hlavní podíl energie v zemědělství připadá na transformaci energie z tekutých paliv, je významný i vliv elektrické energie. Přeměna elektrické energie na mechanickou práci, teplo, světlo i jiné druhy záření se projevuje především v živočišné produkci, ale stále více stoupá i její význam pro pracovní postupy a technologické procesy v rostlinné výrobě.

Po roce 1949, kdy došlo k postupnému slučování půdy jednotlivých rolníků a vznikaly jednotná zemědělská družstva a státní statky, se značně zvětšila plocha jednotlivých zemědělských závodů. Dnes je v Československu 91,8 % půdy v socialistickém vlastnictví. Družstevní podniky mají z toho v držení 67,3 % půdy. Průměrná velikost zemědělského družstva v roce 1975 byla 990 ha zemědělské půdy. Ostatní půdu v socialistickém vlastnictví obhospodařují státní statky, jejichž průměrná velikost v uvedeném roce byla 4900 ha.

Koncentrace půdy a zvětšení velikosti zemědělských podniků umožnilo rychlou mechanizaci rostlinné i živočišné výroby a podstatné snížení počtu pracovníků v zemědělství. Jestliže v roce 1950 pracovali na 1000 ha zemědělské půdy 252 pracovníci, poklesl do roku 1975 jejich počet na 137 (obr. 1).



1. Pokles pracovníků v zemědělství a růst měrné spotřeby elektrické energie — Decrease in the number of persons working in agriculture and the growth of the specific consumption of electric power

V období po roce 1970 dochází k dalšímu soustřeďování půdy — a zejména živočišné výroby — formou integrace a kooperace zemědělských podniků. Jednotlivé zemědělské podniky se specializují a společně budují nové velkozávody pro chov a produkci drůbeže, prasat a v poslední době i skotu. Tyto velkozávody mají vysoký stupeň mechanizace, automatické řízení a kontrolu technologického zařízení.

Mechanizace pracovních postupů, zpracování zemědělských produktů, jejich konzervace, úprava klimatu stájových, skladovacích i pěstebních prostorů předpokládaly podstatné zvýšení dodávky paliv a energie. Pro zajištění potřebného množství elektrické energie bylo potřebné zcela přebudovat celý energetický systém pro napájení zemědělských podniků. Jestliže kolem roku 1950 sloužily pro napájení vesnic transformační stanice s výkonem 15 až 25 kVA, bylo nutné v dalším období postavit jen pro napájení farem stanice o výkonu 100 až 250 kVA. Pro velkoplošné závlahové systémy byly vybudovány stanice s příkonem 400 až 1000 kVA. Obdobné příkony jsou zapotřebí i pro objekty posklizňového zpracování a uchovávání produktů.

K základní rekonstrukci elektroenergetických rozvodných zařízení došlo do roku 1960. V tomto roce byla zároveň připojena k elektrorozvod-

né síti i poslední obec v Československu, takže bylo dosaženo 100% elektrizace venkova. Tím byly řádně připojeny i všechny zemědělské podniky, a tak byla zajištěna možnost dalšího rychlého růstu spotřeby elektrické energie.

Perspektivní vývoj spotřeby elektrické energie byl stanoven na základě rozborů uskutečňovaných podle podkladů z roku 1950 a zejména z roku 1955. Předpokládalo se, že vývoj elektroenergetických ukazatelů v zemědělství bude ovlivňován :

1. počtem velkovýrobních socialistických podniků a jejich organizací,
2. změnami počtu jednotlivých druhů zvířat a jejich užitkovosti,
3. zvyšováním krmných dávek a z toho vyplývající vyšší výrobou živočišných produktů,
4. změnou technologie krmení, způsobu ustájení a chovu zvířat,
5. zvyšováním úrodnosti,
6. změnami v technologii sklizně a zpracování obilovin, píce a ostatních produktů,
7. zaváděním komplexní mechanizace všech výrobních procesů v rostlinné i živočišné výrobě,
8. zlepšováním větrání a zaváděním klimatizace v objektech pro chov zvířat,
9. zvětšováním potřeby ohřáté vody pro zlepšení hygieny práce a biologických podmínek zvířat,
10. zlepšováním osvětlení zemědělských provozních objektů,
11. zvyšováním počtu a vybavení dílen,
12. rozsáhlým zavlažováním a zaváděním elektrické energie do procesů rostlinné výroby,
13. zkracováním pracovní doby, popř. zaváděním více směn.

Kromě uvedených agrotechnických, zootechnických a organizačních předpokladů se důsledně přihlíželo k očekávaným politicko-ekonomickým změnám, o nichž se předpokládalo, že velmi podstatně a revolučním způsobem změní charakter výrobních poměrů v zemědělství, a tím zajistí i náhradu lidské práce energetickými prostředky (H a š, 1960b).

Celý další vývoj ukázal, že stanovené předpoklady byly správné

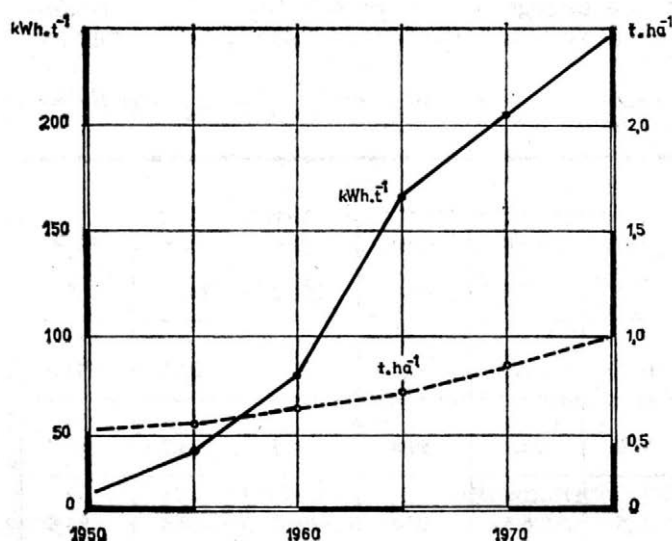
I. Měrná spotřeba elektrické energie na 1 ha zemědělské půdy — The specific consumption of electric power per 1 ha of agricultural land

kWh ha ⁻¹	Rok					
	1950	1955	1960	1965	1970	1975
Předpokládaná spotřeba		32,4	61,7	166,2	247	336
Skutečná spotřeba celkem	16,5	32,4	67,2	150,1	222,2	333,0
živočišná z toho výroba	14,0	25,9	50,8	119,5	173,7	248,5
rostlinná výroba	2,5	6,5	16,4	30,6	48,5	84,5

Roční spotřeba elektrické energie se vyvíjela v podstatě tak, jak bylo prognózou stanoveno. To je zřejmé z tab. I, kde je uvedena v pětiletých intervalech předpokládaná i skutečná roční měrná spotřeba elektrické energie na 1 ha zemědělské půdy. V této tabulce je také uvedeno rozdělení skutečné měrné spotřeby na rostlinnou a živočišnou výrobu. Toto rozdělení není zjištěno měřením, ale analýzou spotřeby pro jednotlivé pracovní a technologické operace a potřeby. Analýza byla provedena na základě měření zjištěných měrných spotřeb elektrické energie pro jednotlivé stroje a zařízení a pro množství zvířat a zpracovávaných materiálů. Přitom se v této tabulce i v dalších ukazatelích zahrnuje do spotřeby pro živočišnou výrobu i spotřeba pro sociální potřeby v umývárkách, šatnách, pro správní potřeby, pro údržbu a pomocnou stavební činnost. Spotřeba elektrické energie pro posklizňovou úpravu, výrobu a skladování krmiv se započítává do rostlinné výroby. Kromě toho se do spotřeby pro rostlinnou výrobu započítává i spotřeba pro opravy traktorů a zemědělských strojů, pro strojní traktorové stanice, spotřeba šlechtitelských stanic, agrochemických středisek a organizací zabývajících se výkupem a skladováním zrnin pro tržní spotřebu a také kvalifikovaně odhadnutá spotřeba pro vedlejší výrobní činnost (přidruženou výrobu).

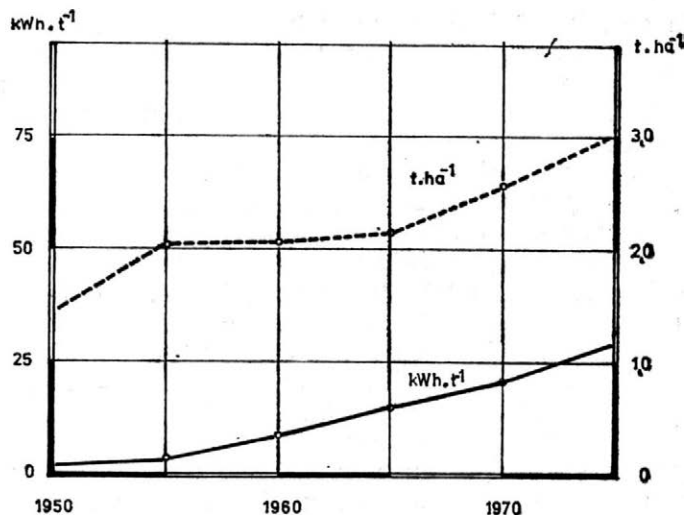
Ve všech uváděných ukazatelích je jen spotřeba pro výrobní potřebu. Spotřeba pro zemědělské domácnosti se do zemědělské spotřeby nezapočítává. Tato skutečnost komplikovala vyčíslení spotřeby elektrické energie pro zemědělství v počátečním období socializace vesnice, kdy se využívalo ve velké míře dřívějších soukromých statků a hospodářství, ve kterých odběr elektrické energie byl měřen jedním elektroměrem pro výrobní potřebu i pro domácnost.

Rozdělení spotřeby pro živočišnou a rostlinnou výrobu není rovnoměrné a konstantní. V poválečném období se téměř 30 % elektrické energie spotřebovalo pro výmlat obilovin. Zakládáním JZD začal prudce narůstat podíl spotřeby pro živočišnou výrobu. Časový průběh měrné spotřeby elektrické energie na 1 tunu průměrné živočišné produkce je



2. Růst produkce živočišné výroby a měrné spotřeby elektrické energie — The growth of the output of animal production and the rise of electric power consumption

3. Růst produkce rostlinné výroby a měrné spotřeby elektrické energie — The growth of the output of crop production and the rise of electric power consumption



II. Měrná roční spotřeba elektrické energie v objektech živočišné výroby — The annual specific consumption of electric power in animal production

Objekt	Skutečná střední měrná spotřeba na jedno zvíře kWh ks ⁻¹	Předpokládaná měrná spotřeba na jedno zvíře kWh ks ⁻¹
Dojnice — neprůjezdná stáj bez dojírny	197	571 (včetně dojírny)
průjezdná stáj bez dojírny	172	508 (včetně dojírny)
dojírna	240—366	
Telata — pavilón mléčné výživy	286	186
pavilón rostlinné výživy	125	
Mladý dobytek — jalovice	109	106
výkrm	94—145	128
Prasnice se selaty	468	591
Odchov prasniček	125	128
Výkrm prasat	38	36
Chov nosnic — klece jednopodlažní	1,3	5,8 10,3
— klece vícepodlažní	5,6	
— podestýlka	8,9	

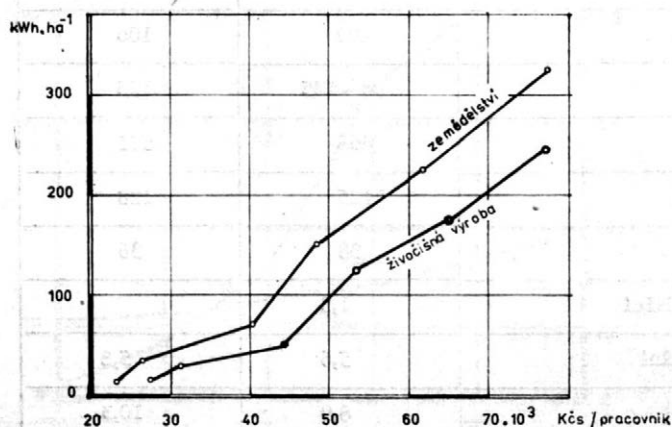
na obr. 2. (Průměrná živočišná produkce obsahuje produkci veškerého masa, mléka a vajec v hmotnostním poměru cca 100 : 400 : 12.) V období let 1950 až 1975 vzrostla celková spotřeba elektrické energie pro živočišnou výrobu 16,6krát. Produkce se za tu dobu zvýšila 1,87krát, měrná spotřeba na 1 tunu produkce stoupla 9,5krát.

Časový průběh měrné spotřeby elektrické energie na 1 tunu rostlinné produkce je na obr. 3. Vzhledem k tomu, že pro sklizeň cukrovky a brambor se dosud spotřebuje zanedbatelné množství elektrické energie, počítá se pro tyto účely rostlinná produkce bez okopanin. S ohledem na rychlý rozvoj závlah, linek posklizňové úpravy plodin a sušárenství vzrostla v období 1950 až 1975 celková spotřeba elektrické energie pro rostlinnou výrobu téměř 35krát. Produkce polních plodin (bez okopanin) se za tu dobu zvýšila dvakrát a měrná spotřeba elektrické energie na 1 tunu produkce stoupla 16krát.

Zajímavé je porovnání předpokládaných a dosahovaných měrných spotřeb elektrické energie na 1 kus jednotlivých druhů hospodářských zvířat. V tab. II jsou uvedeny hodnoty, které byly dříve stanoveny pro jednotlivá zvířata ustájená v komplexně mechanizovaných stájích, včetně podílu na výrobu krmiv, na klimatizaci a podílu na sociální potřebě obsluhujících (H a š, 1960a). Současně jsou zde střední měrné spotřeby, kterých se dosahuje v objektech živočišné výroby, projekčně zpracovaných v letech 1970 až 1975. Srovnání odpovídajících měrných spotřeb ukazuje, že v současnosti je v uvažovaných stavbách dosaženo předpokládané komplexní mechanizace a že další nárůst spotřeby elektrické energie v těchto stájích bude dán v podstatě jen nárůstem živočišné produkce.

SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE A RŮST PRODUKTIVITY PRÁCE

Energie v zemědělství se podílí především na růstu produktivity práce, ale také přímo i nepřímo na růstu hrubé produkce. Za období let 1950 až 1975 se zvýšila v zemědělství ČSSR produktivita práce 3,5krát. Růst produktivity práce v závislosti na spotřebě elektrické energie ukazuje graf na obr. 4. Je zde uvedena průměrná produktivita v celé zemědělské výrobě a růst produktivity v živočišné výrobě. Aby obě zá-



4. Závislost měrné spotřeby elektrické energie a produktivity práce — The dependence between the specific consumption of electric power and labour productivity

vislosti byly porovnatelné, uvádí se měrná spotřeba elektrické energie na 1 ha zemědělské půdy. To je v tomto případě vhodné i proto, že změna plochy zemědělské půdy s časem se dá pro tyto účely zanedbat (v ČSSR poklesla její výměra ze 7,50 mil. ha v roce 1950 na 7,05 mil. ha v roce 1975), takže ukazatel není ovlivněn změnou zemědělské produkce.

ANALÝZA MĚRNÝCH UKAZATELŮ A INDEXŮ RŮSTU SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

Abychom mohli stanovit další prognózu vývoje spotřeby elektrické energie v zemědělství, je užitečné udělat rozbor dynamiky nárůstu spotřeby v minulém období. K tomu je vhodné sledovat průměrné roční přírůstky během pětiletých období ve srovnání s indexy růstu intenzity výroby (Statist. ročenka, 1977). Tyto ukazatele jsou souhrně uvedeny v tab. III.

III. Indexy růstu spotřeby elektrické energie a zemědělské produkce — Indices of the growth of electric power consumption and agricultural outputs

Průměrné roční přírůstky v %	Období	1955 1950	1960 1955	1965 1960	1970 1965	1975 1970
Celková spotřeba elektrické energie na 1 ha zemědělské půdy	prognóza	14,4	14,0	21,5	8,3	7,0
	skutečnost	14,4	15,7	17,5	8,2	8,4
Spotřeba elektrické energie v živočišné výrobě v přepočtu na 1 ha zem. půdy		13,1	14,4	18,6	7,8	7,4
Spotřeba elektrické energie v živočišné výrobě na 1 tunu živočišné produkce		11,6	11,7	16,4	4,0	3,9
Index růstu intenzity živočišné výroby (hmotnostní produkce na 1 ha zem. půdy)		1,4	2,5	1,9	3,7	3,4
Spotřeba elektrické energie v rostlinné výrobě na 1 ha zem. půdy		21,1	20,3	13,3	9,6	11,7
Spotřeba elektrické energie v rostlinné výrobě na 1 tunu rostlinné produkce		12,2	20,4	12,1	5,5	8,3
Index růstu intenzity rostlinné výroby (hmotnostní produkce na 1 ha zem. půdy)		7,3	0,1	1,0	3,9	3,2
Hrubá zemědělská produkce (Kčs ha ⁻¹)		3,5	2,1	1,6	3,2	2,8
Tržní zemědělská produkce (Kčs ha ⁻¹)		4,9	4,4	1,6	7,7	6,2

Z celé tabulky je zřejmý značně nerovnoměrný vývoj jak zemědělské produkce, tak spotřeby elektrické energie. Do roku 1965 nelze sledovat mezi indexy růstu žádné korelace. Vývoj ročních přírůstků produkce i elektrické energie byl skutečně ovlivněn především sociálně politickými momenty vývoje našeho zemědělství. Teprve posledních deset

let přináší normalizaci ve vybavení zemědělských podniků elektromechanizačními prostředky, ustálení ekonomických podmínek výroby a ustálení vývojových indexů.

I když rozdělení spotřeby elektrické energie na rostlinnou a živočišnou výrobu je do jisté míry hypotetické, a je tudíž zatíženo určitou chybou odhadu, zůstává zřejmé, že elektroenergetické vybavení živočišné výroby se přibližuje předpokládané mezní hodnotě nejen v jednotlivých farmách, ale v živočišné výrobě jako celku. Další růst spotřeby elektrické energie v živočišné výrobě nebude již tak rychlý, jako tomu bylo v minulém období, i když počet farem s nízkou úrovní mechanizace je ještě značný.

Zcela jiná je situace v elektroenergetickém vybavení rostlinné výroby. Zde podíl spotřeby elektrické energie značně narůstá. Nárůst byl zřejmý hned v období počátků socializace venkova. Hlavní podíl na spotřebě v rostlinné výrobě měla posklizňová úprava a skladování obilí. Tehdy se rychle rozšiřoval výmlat obilovin stacionárními mlátičkami a pneumatická doprava obilí. Později se začalo používat i dosoušení píce studeným nebo ohřátým vzduchem. Po roce 1960 postupně ustupoval stacionární výmlat obilí a rozšiřoval se počet sklízecích mlátiček. To způsobilo dočasné zpomalení tempa růstu spotřeby elektrické energie. Zároveň byly ale postupně realizovány projekty velkoplošných závlah. To mělo za následek, že po roce 1965 stoupá velmi rychle spotřeba elektrické energie pro zavlažování. Kromě toho se výrazně zvyšuje spotřeba elektřiny pro posklizňové zpracování obilovin a pro sušení a tvarování píce.

S postupujícím elektroenergetickým vybavením zemědělských podniků postupně klesly i roční přírůstky spotřeby elektrické energie v rostlinné výrobě. V období let 1965 až 1970 zůstaly však vyšší, než přírůstky v živočišné výrobě a v současné době se projevuje tendence k dalšímu vzestupu trendu spotřeby elektrické energie pro odvětví rostlinné výroby.

PŘEDPOKLÁDANÉ OBLASTI DALŠÍHO RŮSTU SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE

V živočišné výrobě se bude nadále zvyšovat spotřeba elektrické energie pro mechanické procesy jen v nově budovaných nebo modernizovaných stájích. Ve stájích pro chovná zvířata, ve stájích skotu a v dojárnách se výrazně zlepší osvětlení. To se ovšem bude dít především používáním energeticky účinnějších zdrojů, tj. zářivek (v budoucnu pravděpodobně tříslůžkových) a výbojek. Tyto zdroje zvýší osvětlenost nejméně na dvojnásobek při stejné spotřebě elektrické energie. Značně se rozšíří ultrafialové ozařování zvířat a elektrická úprava stájového vzduchu (ionizace), ale tyto biofyzikální procesy jsou energeticky velmi málo náročné a ve vztahu k jednotce živočišné produkce způsobí spíše snížení měrné spotřeby energie. To proto, že svým stimulačním efektem přinesou relativní zvýšení produkce na jedno zvíře.

Očekává se i další nárůst potřeby teplé vody. Ani to ovšem nebude znamenat výrazný vzrůst spotřeby elektrické energie, protože zvýšené nároky na ohřev vody budou do značné míry kryty sluneční energií. Zvýšené spotřeby energie zde bude zapotřebí pro fyzikální úpravu hy-

gienické kvality vody (ultrafialovým zářením nebo ozonizací). Obdobně bude využito ultrafialové a infračervené záření ke snížení mikrobiálního obsahu v mléce. [Je pravděpodobné, že optickým zářením, popř. i mikrovlnným zářením, bude mléko v zemědělských závodech přímo pasterizováno.]

Fyzikální sterilizace prostředí bude vhodné využít i při nových způsobech používaných při porodu zvířat. Zde se uplatní ve zvýšené míře regulovaný elektrický ohřev prostorů. Poněkud vyšší nároky na spotřebu elektrické energie by přinesla fyzikální dezodorizace prostředí a zejména elektrolytická úprava výkalů, pokud bude ověřena její funkční i ekonomická výhodnost.

Ještě úplně není vyjasněna spotřeba elektrické energie pro klimatizaci objektů. Je známé, že zejména větrání stájí není dokonalé. I když výpočty větracích systémů na základě energetické a hmotnostní bilance nejsou v důsledku nedostatečné znalosti tvorby biologického tepla přesné, přece jen hlavní závada větrání je v nedostatečném usměrnění toku větracího vzduchu. Z toho by bylo možné soudit, že spotřeba elektrické energie na větrání bude stoupat jen v souladu s nárůstem nových klimatizovaných objektů. Skutečnost však přece jen bude jiná, protože jak rekuperace energie ze stájového ovzduší, tak případné chlazení vzduchu v letním období zvýší nároky na spotřebu elektrické energie (čerpadla, výměníky, chladicí zařízení).

Vcelku lze shrnout, že uvedené oblasti dalšího využívání elektrické energie v živočišné výrobě nevyvolají podstatně vyšší indexy růstu její spotřeby, než je tomu v současné době. Na každých 3,5 až 4 % vzrůstu intenzity živočišné výroby bude zapotřebí zvýšit odběr elektrické energie o 6 až 7 %. K podstatné změně tohoto indexu může dojít až v době, kdy se bude využívat elektrické energie pro ohřev vzduchu ke klimatizaci celých stájových objektů. Taková situace může nastat až na přelomu tisíciletí.

V rostlinné výrobě zůstanou zachovány i nadále vyšší přírůstky spotřeby elektrické energie. Způsobí to především další rozšiřování závlah. Spotřeba pro závlahy bude úměrná spotřebě vody, která má od roku 1970 do roku 2000 vzrůst cca 13krát. I když se předpokládá využití magnetických polí pro ovlivnění zálivkové vody, které způsobí snížení evapotranspirace (a tím i potřebné množství vody) řádově o 10 %, bude roční nárůst elektrické energie pro zavlažování činit asi 9 %.

I přes omezování v důsledku nedostatku paliv stoupne rychlým tempem spotřeba elektrické energie pro sušení produktů a pro přípravu krmiv, zejména rozšíří-li se vysokofrekvenční (mikrovlnné) sušení. Ukáže-li se výhodné využít pro sušení sluneční energii, pak to jen nadále zvýší množství sušené hmoty, a tím i nárůst spotřeby elektrické energie.

Výrazně vzroste i spotřeba energie na zpracování a skladování ovoce a zeleniny, a to daleko intenzivněji, než by odpovídalo nárůstu produkce. Velmi progresivní nárůst lze očekávat zejména pro plodiny pěstované na zakrytých plochách, kde se v široké míře rozšíří doplňkové ozařování rostlin umělými zdroji optického záření. Toto ozařování je energeticky poměrně náročné (potřebný příkon je 1,5 až 3 MW ha⁻¹). Spotřeba energie pro tyto účely bude znamenat asi o 25 % vyšší provozní náklady, ale dosáhne se tím nejméně dvojnásobku dnešní produkce sadby i konzumní zeleniny.

Další nárůst spotřeby elektrické energie se předpokládá pro klimatizaci skladovacích prostorů nejen pro ovoce a zeleninu, ale především pro brambory. V budoucnu nelze vyloučit použití klimatizovaných skladů ani pro vysokohodnotná krmiva.

Lze očekávat, že nejméně do roku 1990 budou roční přírůstky spotřeby elektrické energie pro rostlinnou výrobu činit kolem 10 %. Tento předpoklad platí pro plánovaná roční tempa růstu hrubé produkce, která se budou po roce 1980 snižovat (z 2,9 % v období 1970—1980 na 1,2 % v období 1990—2000). Toto snižování ročních temp je v souladu se silícími celosvětovými snahami po regulaci dalšího vývoje na Zemi, které mají zabránit materiálovým a energetickým krizím a degradaci zemské atmosféry (Meadows aj., 1972; Jeníček aj., 1976). Důsledkem regulovaného vývoje bude pak po roce 1990 i pokles ročního tempa růstu spotřeby elektrické energie. Tento pokles způsobí nejen zmíněná nutnost zpomalování vývoje, ale i zvyšování energetické účinnosti strojních zařízení. V souladu s dnes stále více prosazovanými teoriemi o vývoji na základě křivky ve tvaru hyperbolické tangenty lze očekávat, že i v rostlinné výrobě se do jisté míry nasytí energetické vybavení i spotřeba elektrické energie. Tempo jejího růstu bude pak obdobné jako v živočišné výrobě. To se týká ovšem jen energie odebírané z energetické rozvodné soustavy, nikoliv elektrické energie generované na mobilních prostředcích pro účely fyzikální ochrany rostlin, hubení plevelů, kultivace. Ostatně toto využití elektrické energie je teprve v počátečním stadiu výzkumu, takže jeho rozšíření lze očekávat nejdříve v posledním desetiletí tohoto století.

ZÁVĚR

Tato práce si neklade za cíl stanovit prognózu dalšího rozvoje spotřeby elektrické energie. Na základě statistických údajů analyzuje dosavadní trendy růstu, poukazuje na některé faktory, které dosahované trendy ovlivňují, a naznačuje směry, kterými se bude využívání elektrické energie dále rozvíjet. Rychlost tempa dalšího rozvoje pak bude závislá na ekonomických možnostech uplatňování další techniky a výstavby nových zemědělských objektů, na budování elektroenergetické kapacity státu a ve značné míře na možnostech využívání paliv, odpadního tepla, sluneční energie, popř. jiných nekonvenčních zdrojů energie.

Literatura

HAS, S.: Nároky na příkon a spotřebu elektrické energie pro zemědělské podniky s komplexní mechanizací. Zeměd. Techn., 1960a, č. 1, s. 3-22.

HAS, S.: Vývoj elektroenergetických potřeb zemědělského sektoru. Zeměd. Techn., 1960b, č. 3, s. 151-166.

JENÍČEK, V. aj.: Zemědělství a výživa roku 2000. Praha 1976.

MEADOWS, D. H. aj.: The limits of growths. Washington 1972.

SCHNEIDERKA, J.: Ukazatele měrné spotřeby elektrické energie odvozené z hodnot uvedených v projektové dokumentaci zpracované v Agroprojektu Praha v letech 1970—1975 pro stavby živočišné výroby. Příloha Směrnice technického úseku Agroprojektu č. S-33-OT/75. Praha 1975.

—: Statistická ročenka Československé socialistické republiky 1977. Praha 1977.

Došlo dne 6. 9. 1978

ГАШ, С. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Анализ показателей потребления электроэнергии в сельском хозяйстве. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12) : 735-746.

Рост потребления электроэнергии позволил заменить работников в сельском хозяйстве и повысить производительность труда, улучшить рабочие условия и среду сельскохозяйственных объектов и способствовать повышению сельскохозяйственной продукции. Действительное нарастание затраты энергии хорошо согласуется с прогностически установленным развитием как в показателях на единицу площади, так и в удельном потреблении на единицу продукции и выращиваемых животных. Оказалось правильным предположение, что динамика роста потребления электроэнергии зависит, главным образом, от политическо-экономического развития сельскохозяйственных предприятий, а в период постепенной индустриализации не зависит непосредственно от роста сельскохозяйственной продукции. Только после достижения высокой степени механизации в большой мере рост потребления электроэнергии начинает соответствовать росту продукции. Такое положение в настоящее время возникло в чехословацком сельском хозяйстве в животноводстве. Развитие потребления электроэнергии в будущем будет зависеть от повышения интенсивности производства, дальнейшей механизации, использования электроэнергии для новых технологических процессов, рабочих процессов, для кондиционирования воздуха и охлаждения среды и продуктов. При определении других запланированных показателей надо будет принимать во внимание повышение эффективности электрических потребителей, понижение удельного потребления электрических приводов, замену топлива электроэнергией в стационарных и мобильных рабочих процессах, использование солнечной энергии для подогрева воды и воздуха, использование рекуперативной энергии и теремого тепла.

удельное потребление электроэнергии; индексы роста потребления и продукции; экономические показатели; развитие потребления энергии

HAŠ, S.: (Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepl): *Analysis of the Indices of Electric Power Consumption in Agriculture*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12) : 735-746.

The growth of the consumption of electric power in agriculture has enabled the replacement of farm workers by machines, increased labour productivity, improved the working conditions and environment on the farm, and contributed to the rise of agricultural outputs. The actual growth of power consumption is in good keeping with the forecasts of development in indices per unit of area and in specific consumption per unit of output and per animal kept. It was proved that the dynamics of the growth of electric power consumption depended mainly on the political and economic development of agricultural enterprises and that in the period of gradual industrialization it was not directly dependent on the growth of farm output. It is only after achieving a high degree of mechanization that the growth of electric power consumption begins to correspond with the growth of output to an appreciable extent. Animal production in Czechoslovakia is now close to such a state. Further development of the use of electric power will be influenced by the growing intensity of production, by further rise of mechanization, by the use of power for new technological processes and working procedures for air conditioning and cooling of the working environment as well as the products. The parameters of electric power consumption should be further planned with due respect to the rising effectiveness of electrically driven machines and equipments, to the reduction of specific consumption for electric drives, to replacement of fuels by electric power in stationary and mobile working operations, to the use of solar energy for warming water and air, to the use of recuperated energy and waste heat.

specific electric power consumption; indices of the growth of consumption and output; economic indices; development of power consumption

HAŠ, S. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepl): *Analyse der Kennziffern über den Verbrauch der elektrischen Energie in der Landwirtschaft*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12) : 735-746.

Der ansteigende Verbrauch der elektrischen Energie machte es möglich, die Arbeitskräfte in der landwirtschaftlichen Produktion abzulösen und die Arbeitsproduktivität zu erhöhen, die Arbeitsbedingungen und Umwelt der landwirtschaftlichen Ob-

jekte zu verbessern und zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion beizutragen. Das tatsächliche Wachstum des Energieverbrauches stimmt gut mit der prognostisch festgelegten Entwicklung sowohl in Kennziffern je Flächeneinheit, als auch im spezifischen Verbrauch je Produktions- sowie Zuchttiereinheit überein. Als richtig erwies sich die Voraussetzung, daß die Dynamik des Verbrauchswachstums der elektrischen Energie vornehmlich von der politisch-ökonomischen Entwicklung der landwirtschaftlichen Betriebe und im Zeitraum der fortschreitenden Industrialisierung indirekt von dem Wachstum der landwirtschaftlichen Produktion abhängig ist. Erst nach der Erzielung einer hohen Mechanisierungsstufe beginnt das Wachstum des Verbrauches der elektrischen Energie stärker mit dem Produktionswachstum übereinstimmen. Diesem Zustand nähert sich heutzutage die tschechoslowakische Landwirtschaft in der tierischen Produktion an. Die künftige Entwicklung der Nutzung der elektrischen Energie wird durch die Steigerung der Produktionsintensität, durch weitere Mechanisierung, Einsatz der elektrischen Energie für neue technologische Prozesse — Arbeitsvorgänge — für die Klimatisierung und Kühlung der Umwelt sowie der Produkte beeinflusst. Bei der Bestimmung weiterer geplanten Kennziffern wird man die Steigerung des Wirkungsgrades von Haushaltsgeräten, Senkung des spezifischen Verbrauches von elektrischen Antrieben, Ablösung der Brennstoffe durch die elektrische Energie in ortsfesten sowie ortsbeweglichen Arbeitsverfahren, Nutzung der Sonnenenergie für die Wasser- und Lufterwärmung, Nutzung der wiedergewonnenen Energie und der Verlustwärme in Betracht ziehen müssen.

spezifischer Verbrauch der elektrischen Energie; Indexwerte des Verbrauchs- und Produktionswachstums; ökonomische Kennziffern; Entwicklung des Energieverbrauches

Adresa autora:

Ing. Stanislav Haš, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

J. Vidiečan, J. Švarcbek, S. Čekal

VIDIEČAN, J. — ŠVARCBEK, J. — ČEKAL, S. (Výzkumný a zkušební letecký ústav, Praha - Letňany; Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Digitální zařízení k měření průtoku mléka*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12): 747—756.

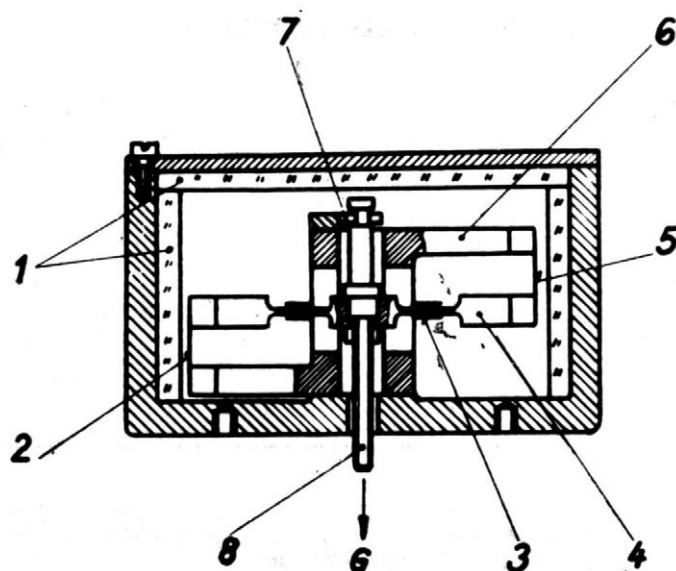
Kontinuální měření hmotnosti průtočné kapaliny — mléka — v prostředí podtlaku při strojním dojení je zcela nový způsob a podle předběžných provozních výsledků zkoušek lze říci, že je perspektivní. Při tomto principu měření je fyzikální veličina (okamžitý průtok mléka) snímačem převeden na elektrický ekvivalentní signál, který můžeme elektricky integrovat, a to buď analogově, nebo převodem napětí na kmitočet (V-F převodník). Jako příslušenství průtokoměru mléka bylo vyvinuto zařízení — vyhodnocovací jednotka CVE-100, již se integruje vstupní signál po celou dobu dojení tak, že nárůst měřené veličiny (průtočné množství mléka) se v závislosti na čase každou minutu přehrává do paměti, jejichž stav (celkové množství za minutu) je možné na konci měřicího cyklu vyvolat na zobrazovací displej. Tímto způsobem měření lze pro výzkumné účely velmi přesně stanovit intenzitu uvolňování mléka při dojení. Mimoto pro potřebu podrobnějšího posouzení všech vlivů na průběh dojení lze průběžně zaznamenávat okamžitý průtok mléka zapisovací jednotkou (např. typu Vareg) a záznam paralelně připojit ke snímači s vyhodnocovací jednotkou. Pro provozní účely pak lze použít zjednodušený převodník napětí — frekvence, neboť se jedná pouze o záznam celkového množství nadojeného mléka od jednotlivé dojnice nebo skupiny dojníc bez časové závislosti.

vyhodnocovací jednotka; množství mléka

Moderní vědecké výzkumy a výrobní procesy ve všech odvětvích průmyslu vyžadují stále větší množství dat potřebných k podrobné analýze, resp. ke zpětnému řízení probíhajícího měřeného děje. Potřebné údaje jsou z měřeného objektu snímány ve formě elektrických signálů přímo nebo snímači neelektrických veličin, vytvářejících elektrický ekvivalent původních fyzikálních hodnot.

Protože tato automatizace měřících a řídicích procesů se v posledních letech uplatňuje i v některých výrobních odvětvích v zemědělství, např. při technologii dojení dojníc, je žádoucí, aby byly některé automatizační prvky převzaty z průmyslu, které lze pak pouze přizpůsobovat daným požadavkům. Z těchto důvodů Výzkumný ústav zemědělské techniky navázal spolupráci s Výzkumným a zkušebním leteckým ústavem, jehož pracovníci podle daných požadavků a podkladových materiálů vyvinuli speciální tenzometrický snímač a vyhodnocovací jednotku CVE-100 jako příslušenství průtokoměru mléka.

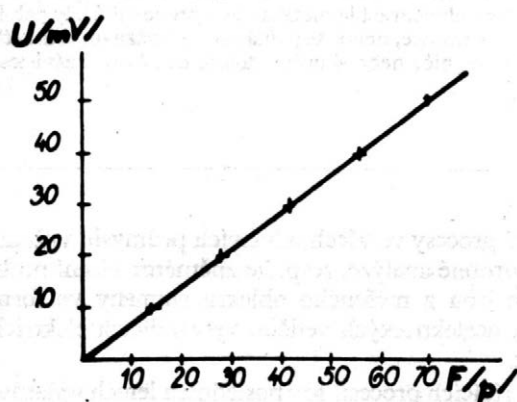
Vzhledem k důležitosti tohoto zařízení s mnoha možnostmi použití pro jiná měření veličin v závislosti na čase (tj. všude tam, kde lze pomocí vhodného snímače převést měřovou veličinu na napětí) uvedeme některé podrobnější údaje.



1. Sestava tenzometrického snímače – The tensometric sensing unit set

1 – polystyrén, 2 – stojina, 3 – polovodičové tenzometry, 4 – vrchní část měrného členu, 5 – stojina, 6 – spodní část měrného členu, 7 – doraz zabráňující poškození tenzometrů, 8 – závěs

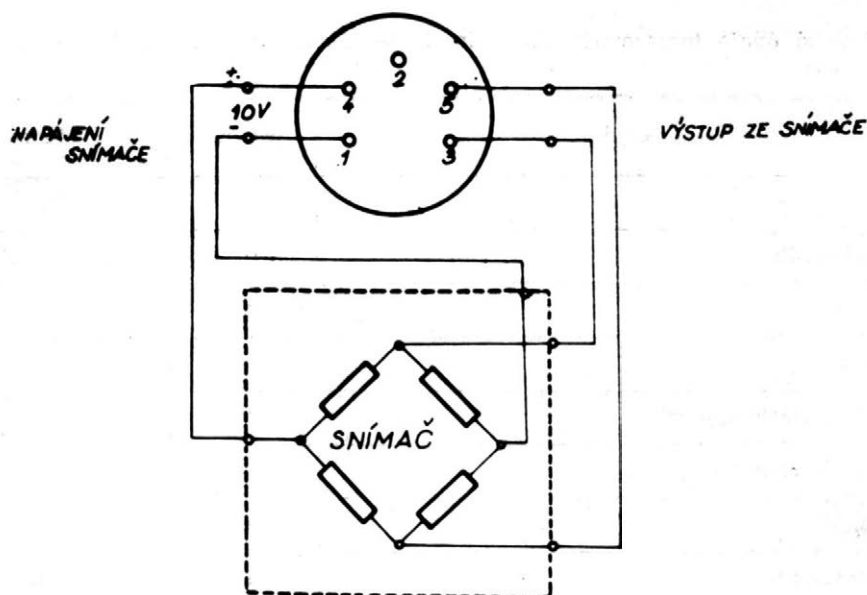
Nedílnou součástí průtokoměru je snímač hmotnosti protékajícího mléka. Jeho siloměrný člen – tenzometrický snímač, je na obr. 1. Snímač slouží k měření tíhového působení mléka při průtoku měrnou komorou průtokoměru. Průtočná hmotnost mléka se přenáší závěsem na siloměrný člen se čtyřmi polovodičovými tenzometry v můstkovém zapojení. Deformaci tenzometrů dojde k rozvážení můstku, v jehož měřicí větvi se objeví napětí úměrné zatěžovací síle (obr. 2).



U/mV	F/p
0	0
9,9	14
19,9	28
29,93	42
39,93	56
50	70

2. Cejchovní křivka tenzometrického snímače – Calibration curve of the tensometric sensing unit

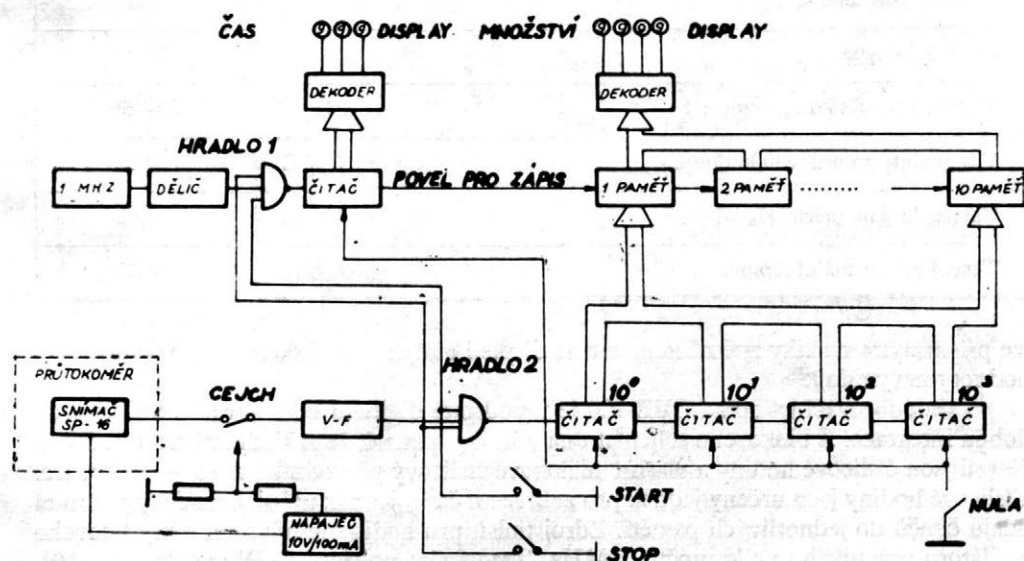
Tenzometrický snímač je napájen stejnoměrným napětím 10 V z příslušného konektoru vyhodnocovací jednotky (obr. 3). Tenzometrický snímač je chráněn proti vlhkosti a je u něho provedena teplotní kompenzace. Technické údaje snímače jsou uvedeny v tab. I.



3. Schéma elektrického zapojení snímače — Electric wiring diagram of the sensing unit

VYHODNOCOVACÍ JEDNOTKA CVE-100

Na měření intenzity uvolňování mléka při strojním dojení byla vyvinuta digitální vyhodnocovací jednotka, kterou se zaznamenává na displeji čas v setinách minuty od začátku dojení a množství mléka nadojeného v jednotlivých minutách. Naměřené hodnoty



4. Blokové schéma vyhodnocovací jednotky CVE-100 — Block diagram of the evaluation unit CVE-100

Údaj	Jednotka	Hodnota
Typ		SP-16
Měřicí rozsah	(p)	0—0,686 N
Rozměry	mm	∅ 115 × 65
Hmota	kg	1,50
Teplotní rozsah bezpečný	°C	0—50
Měřicí signál jmenovitý — U_n	mV	50,00
Napájení	V_{ss}	10,00
Odpor vstupní	Ω	399,80
Odpor výstupní	Ω	113,80
Izolační odpor	M Ω	10 ⁸
Nulová hodnota	% U_n	vyvážit tárou 30 ± 3 p 29,42 mN
Chyba kalibrace	% U_n	0,10
Nelinearita	% U_n	0,20
Reprodukovatelnost	% U_n	0,10
Sloučená chyba	% U_n	0,30
Teplotní rozsah kompenzovaný	°C	20—50
Vliv teploty na nulovou hodnotu	% U_n /°C	0,02
Vliv teploty na měřicí signál	% U_n /°C	0,02
Tečení při normální teplotě	% U_n /24 h	0,30

lze příslušnými tlačítky zpětně zobrazit na displeji i když dojení skončí, tj. dokud se tyto hodnoty nevynulují.

Vyhodnocovací jednotka CVE-100 je v podstatě digitální voltmetr s velmi dlouhou dobou integrace. Z blokového schematu na obr. 4 je patrné, že základními samostatnými částmi jsou číslicové hodiny a vlastní analogové číslicový převodník napětí — frekvence. Číslicové hodiny jsou určeny jednak pro zobrazení času, jednak určují okamžiky přehrání údajů čítačů do jednotlivých pamětí. Zdroj pulsů pro hodiny je odvozen z krystalového oscilátoru pracujícího na kmitočtu 1 MHz. Tato frekvence je v děliči vydělena $6 \cdot 10^5$, čímž vzniknou posouvací pulsy pro čítač hodin, jehož údaj je dekodován dekodérem a zobrazen na displeji jako časový údaj v setinách minuty.

V čítači hodin je rovněž generován každou minutu (od okamžiku stisknutí tlačítka START) puls, který je postupně rozveden do vstupů jednotlivých pamětí. Na konci měřeného děje se stisknutím tlačítka STOP zablokuje hradlo 1, a tím nemohou pulsy procházet do čítače, ve kterém zůstane hodnota daná okamžikem stisku tlačítka STOP. Tato hodnota je zobrazena na displeji. Před dalším měřením je nutné čítač vynulovat stisknutím tlačítka NULA.

Základním blokem měřicí části je převodník napětí — frekvence V-F. Měřené napětí se získává ze snímače, který je součástí průtokoměru. Snímač je napájen se stabilizovaným napětím 10 V z napáječe. Počet pulsů, úměrný měřenému napětí, je z výstupu V-F převodníku veden přes hradlo 2 na vstup desítkového čítače, jehož stav je v určitých okamžicích (každou minutu) přehráván do jednotlivých pamětí.

Výstup z pamětí je společnou sběrnicí přiveden na jeden dekodér, který dekóduje stav pamětí a zobrazuje na displeji množství. Vyvolání jednotlivých pamětí se uskutečňuje tlačítky odpovídajícími příslušným pamětem. Před každým měřením se vynuluje čítač tlačítkem NULA.

Přesnost měřicího zařízení je ovlivněna především vlastnostmi vstupního zesilovače a vstupních obvodů a vlastním převodníkem napětí-frekvence. Proto dále uvádíme podrobnější rozbor jejich vlastností.

VSTUPNÍ ZESILOVAČ

Potřebný údaj z měřeného objektu snímá snímač, který vytváří elektrický ekvivalent původní fyzikální veličiny, tj. okamžité průtokové množství kapaliny. Tento signál je od svého vzniku až po okamžik konečného zpracování vystaven rušivému vlivu okolních elektrostatických, elektromagnetických a teplotních polí, potenciálnímu rozdílu mezi měřeným objektem a měřicím zařízením a chybám vznikajícím při vlastním zpracování v měřicím zařízení.

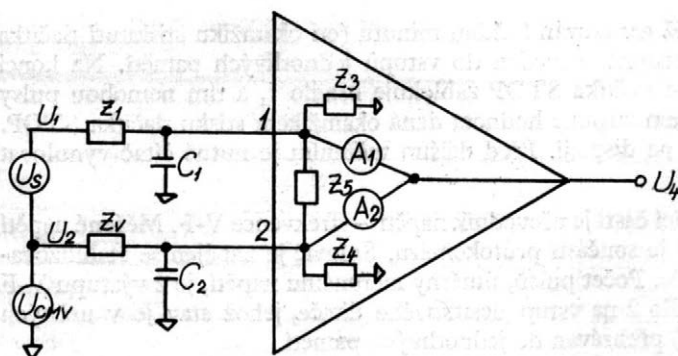
Přesnost, s jakou výsledný údaj odpovídá měřenému originálu, je především ovlivňována právě na začátku měřicího řetězce, kde je signál na nejnižší úrovni, tj. v části snímač — signálové vedení — vstupní zesilovač. Chyby vznikající dalším zpracováním (obvykle převod do číselného vyjádření měřené hodnoty) jsou už o dva řádky nižší, a proto zanedbatelné. V provozu se nejvíce uplatňuje vliv rušení, které je způsobeno tzv. součtovým napětím. Příčiny vzniku součtového napětí jsou především:

- a) napětí vzniklé vlivem vzájemné kapacity a indukčnosti silnoproudého a signálového vedení;
- b) rozdíl zemních potenciálů vyvolaný průtokem vyrovnávacích zemních proudů;
- c) napěťový spád na silnoproudých zemních vodičích.

Z hlediska potlačení součtových rušivých napětí má nejvýhodnější vlastnosti symetrický plovoucí zesilovač. Z hlediska požadovaných parametrů by jeho využití bylo značně neekonomické, a proto byl ve vyhodnocovací jednotce použit diferenciální zesilovač. Velikost potlačení součtového napětí lze odvodit z náhradního zapojení (obr. 5, kde A_1 a A_2 jsou zesílení vstupů 1 a 2, Z_1 a Z_2 jsou impedance zdroje signálu, Z_3 a Z_4 jsou vstupní impedance svorek 1 a 2 vůči zemi, Z_5 je u diferenciální vstupní impedance, C_1 a C_2 jsou kapacity vstupních svorek 1 a 2).

$$U_S = U_1 - U_2 \dots \text{diferenciální vstupní signál}$$

$$U_{CMV} = U_1 - U_S \dots \text{součtové napětí}$$



5. Náhradní zapojení
vstupu diferenciálního
zesilovače — Reserve
wiring of the input of
the differential amplifier

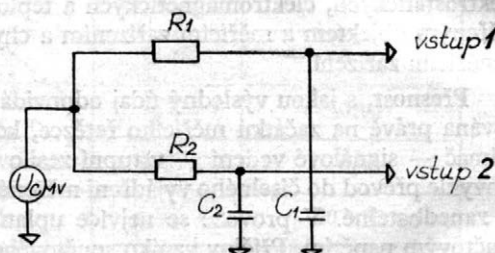
Schopnost měřicího systému potlačit vliv součtového rušivého napětí se vyjadřuje ve formě činitele potlačení součtového napětí (common mode rejection ratio):

$$CMRR = \frac{U_{CMV}}{U_S} \quad (1)$$

$$CMR = 20 \log CMRR \quad (2)$$

Jelikož impedance Z_3 a Z_4 jsou mnohem větší než impedance Z_1 a Z_2 a rovněž mnohem větší než reaktance kondenzátorů C_1 a C_2 , činitel potlačení součtového napětí ovlivňují přívodní kabely a odpory zdroje signálu. Na obr. 6 je uvedeno náhradní zapojení vstupního obvodu pro výpočet CMR .

6. Náhradní zapojení pro výpočet CMR
— Reserve wiring for CMR calculation



Za předpokladu

$$\Delta R = R_1 - R_2 \quad (3)$$

$$\Delta C = C_1 - C_2$$

$$\frac{1}{\omega C_1} \gg R_1 \quad (4)$$

$$\frac{1}{\omega C_2} \gg R_2 \quad (5)$$

platí

$$CMR \cong 20 \log \left[\frac{1}{\omega(R_1 C_1 - R_2 C_2)} \right] \quad (6)$$

Ze vztahu je zřejmé, že maximální hodnota CMR je při vyvážení vstupu, tj. při $R_1 = R_2$ a $C_1 = C_2$, a naopak nejnižší hodnota potlačení součtového napětí je při $R_2 = 0$, nebo $C_2 = 0$.

Potom

$$CMR \cong 20 \log \left[\frac{1}{2\omega \Delta R \Delta C} \right] \quad (7)$$

Pro porovnání vlivu nevyváženosti vstupních obvodů při různých hodnotách odporu R a kondenzátoru C je uvedena tab. II.

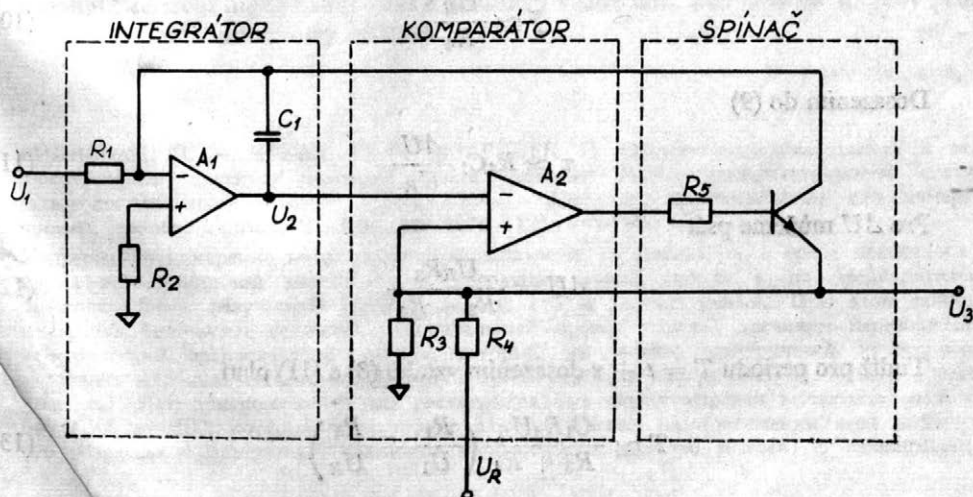
II. Tabulka hodnot CMR pro dané R a C — Table of CMR values for the given R and C quantities

CMR při 50Hz				
ΔR	$\Delta C: 1\text{pF}$	$\Delta C: 10\text{pF}$	$\Delta C: 100\text{pF}$	$\Delta C: 1000\text{pF}$
$10\ \Omega$	164 dB	144 dB	124 dB	105 dB
$100\ \Omega$	144 dB	124 dB	105 dB	84 dB
$1\text{ k}\Omega$	124 dB	105 dB	84 dB	64 dB
$10\text{ k}\Omega$	105 dB	84 dB	64 dB	44 dB

Rušivá součtová napětí dosahují hodnot až 100 V (viz příčiny vzniku) a mohou podstatně ovlivnit přesnost měření. Například pro hodnotu CMR 80 dB se projeví součtové napětí $U_{CM} = 10\text{ V}$ jako rušivý signál, jehož úroveň je

$$\frac{U_{CM}}{10^4} = 1\text{ mV}$$

Z uvedeného příkladu je zřejmý požadavek na pečlivé provedení vstupních obvodů (stínění přívodů, správné provedení zemnicích přívodů, snížení napětí U_{CM} apod.).

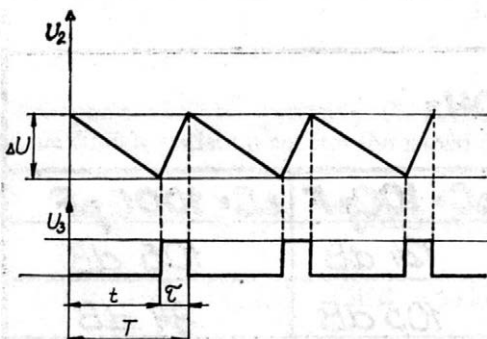


7. Zjednodušené schéma převodníku napětí — frekvence — A simplified diagram of the V-F converter

Na obr. 7 je uvedeno zjednodušené schéma převodníku napětí — frekvence. Převodník v podstatě obsahuje tři funkční bloky, a to integrátor, komparátor a spínač.

Integrátor pracuje na principu nabíjení kondenzátoru zdrojem konstantního proudu. Připojíme-li na jeho vstup stejnosměrné napětí U_1 , začne napětí U_2 lineárně narůstat, a to rychlostí úměrnou velikosti vstupního napětí U_1 , jak je zřejmé z obr. 8. Jakmile dosáhne napětí U_2 prahové úrovně komparátoru, překloupí jej, tím vybudí spínač, který určitou rychlostí vybije integrační kondenzátor C_1 . Napětí U_2 se vrátí do původního stavu, spínač se rozpojí a děj se může opakovat. Prahová úroveň komparátoru je daná referenčním napětím U_R a dělicím poměrem odporů R_3 a R_4 .

8. Průběhy napětí na výstupu integrátoru — Curves of voltage on the output of the integrator



Doba integrace vstupního napětí je daná vztahem

$$t = R_1 C_1 \frac{\Delta U}{U_1} \quad (8)$$

Pro dobu vybíjení kondenzátoru C_1 při sepnutém spínači platí

$$\tau = C_1 \frac{\Delta U}{\mathcal{I}} \quad (9)$$

de $\mathcal{I}$ je vybíjecí proud, který je přibližně určen velikostí napětí U_R a odporem R_4

$$\mathcal{I} \cong \frac{U_R}{R_4} \quad (10)$$

Dosazením do (9)

$$\tau \cong R_4 C_1 \frac{\Delta U}{U_R} \quad (11)$$

Pro ΔU můžeme psát

$$\Delta U = \frac{U_R R_3}{R_3 + R_4} \quad (12)$$

Tudíž pro periodu $T = t + \tau$ dosazením vztahů (8) a (11) platí

$$T \cong \frac{C_1 R_3 U_R}{R_3 + R_4} \left(\frac{R_1}{U_1} + \frac{R_4}{U_R} \right) \quad (13)$$

$$\frac{R_1}{U_1} \gg \frac{R_4}{U_R}$$

můžeme psát

$$f \cong \frac{R_3 + R_4}{C_1 R_1 R_3} \cdot \frac{U_1}{U_R} \quad (14)$$

Ze vztahu (14) je zřejmé, že frekvence je přímo úměrná vstupnímu napětí U_1 , a tím i okamžité hodnotě průtoku. Měření průtoku je tímto způsobem převedeno na měření frekvence, které lze jednoduše realizovat všeobecně známými metodami.

Zařízení pro zpracování analogového signálu lze ještě zjednodušit, nebudou-li požadavky na časovou závislost záznamu naměřených hodnot, tj. bude-li se jednat pouze o součtovou hodnotu celkového množství nadojeného mléka. V tomto případě by byly naměřené hodnoty registrovány přes děrovač na děrný štítek nebo pásku. Tím by byly splněny zootechnické požadavky u nové technologie dojení, kde by mimo požadavek na měření množství mléka nadojeného od jednotlivé dojnice byl splněn i další požadavek na řízení procesu dojení až po automatické snímání dojící soupravy z vemene dojnice po jejím vydojení. Dálkový přenos naměřených hodnot a jejich registrace při měření množství mléka v průběhu dojení, včetně jeho řízení, není totiž ještě ani u jednoho typu dojření uspokojivě vyřešen.

ZÁVĚR

Číslicové zařízení pro zpracování analogového signálu z tenzometrického snímače — vyhodnocovací jednotka CVE-100 — jako příslušenství průtokoměru mléka je v současné době v provozu v dojárně s průchodnými dojícími stánkami šikmo vedle sebe. Dosahovaná přesnost měření je $\pm 0,5\%$ z celkového rozsahu maximálního množství měřeného mléka za 10 minut. Jednoduchou úpravou lze zvětšit, resp. zmenšit dobu integrace, čímž lze zařízení využít jako spotřeboměr pro různé druhy kapalin a různé velikosti průtoku. Zařízení by tedy vyhovovalo např. i při měření celkového množství mléka nadojeného od skupiny dojnic, které dojí jedna dojička. Tím by byl splněn požadavek zootechniků a samozřejmě i dojiček, aby se odměňovalo za množství nadojeného mléka, což by sloužilo i jako kontrola pro zjišťování příčin případného poklesu a výkyvů v nádoji mléka. Vyvinuté zařízení může nalézt široké uplatnění všude tam, kde je třeba měřený průběh integrovat po dlouhý časový interval.

Došlo dne 6. 9. 1978

ВИДИЕЧАН, Й. — ЧЕКАЛ, С. — ШВАРЦБЕК, Й. (Научно-исследовательский и экспериментальный институт авиации, Прага - Летняны; Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Цифровое приспособление для измерения протока молока. *Zeměd. Techn.*, 24, 1978 (12): 747-756.

Непрерывное измерение массы проточной жидкости — молока — в среде частичного вакуума при машинной дойке — это абсолютно новый способ, а по предварительным производственным результатам можно сказать, что и перспективный. При этом принципе измерения физическая величина (моментальный проток молока) датчиком переводится на электрический эквивалентный сигнал, который мы можем электрически интегрировать, а именно, или аналоговым способом, или путем перевода напряжения на частоту (преобразователь). Как приспособление для расходомера был сконструирован вычислительный прибор CVE — 100, который интегрирует входной сигнал на протяжении всей дойки так, что возрастание измеренной величины (проточное количество молока) в зависимости от

времени, каждую минуту регистрируется в памяти, и общее положение (общее количество в минуту) в конце измерительного цикла можно получить на показывающем устройстве. Таким способом измерения для исследовательских целей можно очень точно определить интенсивность выделения молока во время дойки. Кроме того, для потребностей более подробной оценки всех влияний на кривую дойки, можно постоянно регистрировать моментальный проток молока записывающим устройством (например, типа Vaper) и запись параллельно подключить к датчику с вычислительным прибором. Для производственных целей можно применить упрощенный преобразователь напряжения — частоты, так как речь идет только о регистрации общего количества надоев молока от отдельных коров, или группы дойных коров, независимо от времени.

вычислительный прибор; количество молока

VIDIEČAN, J. — ČEKAL, S. — ŠVARCBEK, J. (Aircraft Research and Testing Institute, Praha - Letňany; Research Institute for Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *A Digital Device for Measuring the Milk Flow*. Zeměd. Techn., 24, 1978 (12) : 747-756.

Continual measurement of milk flow under negative pressure during machine milking is a new achievement and the first results of tests suggest that it is promising. In this method of measurement the physical quantity (instantaneous flow rate of milk) is transferred into an equivalent electric signal which can be electrically integrated either through an analog or by transferring the voltage to frequency (the V-F converter). The accessories to the device include an evaluation unit CVE-100 for integrating the input signal throughout the time of milking by recording the increment of the measured quantity in the memories every minute, in dependence on time; the state of the memory (total amount per minute) can be reproduced in display at the end of the measuring cycle. In this way, the rate of milk release during milking can be determined with good exactness for research purposes. Further, the instantaneous milk flow rate can be currently recorded by a recording unit (e. g. of the Vaper type) if it is necessary to assess in detail all effects acting on the course of milking, and the record can be parallelly connected to the scanner with the evaluation unit. A simplified V-F converter can be used under current operational conditions, for simply recording the total amount of milk obtained from an individual cow or group of cows without dependence on time.

evaluation unit; amount of milk

Adresa autorů:

Ing. Jiří Vidiečan, CSc., ing. Stanislav Čekal, CSc., Výzkumný a zkušební letecký ústav, 190 00 Praha - Letňany

Ing. Jaroslav Švarcbek, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

MEZINÁRODNÍ VĚDECKOTECHNICKÁ SPOLUPRÁCE PŘI VÝZKUMU ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze-Řepích organizuje jakožto koordinační středisko vědeckotechnickou spolupráci členských států RVHP při řešení problému „Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě“. Přitom se významnou měrou podílí na vlastním řešení většiny mezinárodních úkolů a řešení některých z nich jakožto hlavní organizace přímo řídí. Tak byla v minulé pětiletce pod vedením pracovníků VÚZT Praha-Řepy sestavena prognóza rozvoje zemědělské techniky členských států RVHP do roku 2000 a ukončena první etapa výzkumu stavebnicově unifikovaných soustav mobilních energetických prostředků.

V současné době řeší v rámci koordinačního střediska řada výzkumných ústavů osmi členských států RVHP úkoly z oblasti zemědělské dopravy, energetiky v rostlinné a živočišné výrobě, výrobních postupů v rostlinné výrobě, technického zajištění konzervace krmiv, technologického projektování výrobních postupů v zemědělském provozu na průmyslovém základu. Významnou problematikou je dále řešení otázek informatiky a pokračující prognostické práce.

Některé z probíhajících úkolů jsou řešeny novou formou, na základě protokolů — smluv. Jde o úkoly, zabývající se:

- stanovením požadavků vyplývajících ze vzájemného působení podvozků traktorů, samojízdných strojů a zemědělských dopravních prostředků a půdy. Výsledkem budou doporučení k volbě konstrukce a optimální parametry podvozků uvedených strojů;

- vypracováním postupů a návrhem mechanizačních prostředků pro dopravu a manipulaci ve zprůmyslněné zemědělské výrobě. Výsledkem bude mimo jiné návrh typizace dopravních a manipulačních prostředků a na ně vypracované agrotechnické požadavky;

- vypracováním postupů se současně prováděnými operacemi a požadavky na kombinované stroje. Z řešení vyplyne návrh soustavy kombinovaných strojů pro pěstování hlavních zemědělských plodin;

- vypracováním systému automatického řízení výrobních procesů na farmách pro chov skotu. Výsledkem bude návrh systémů a požadavky na technické prostředky, které umožní automatizaci řízení výrobních procesů na farmách skotu průmyslového typu podle zadaného programu;

- vypracováním postupů a soustav jejich technického zajištění pro komplexy průmyslového typu na výrobu suchého kombinovaného krmiva pro skot a dále pro komplexy průmyslového typu na výrobu štavnatých kombinovaných krmiv pro skot. Významným výstupem budou technologické projekty variant zařízení, které budou při maximálně unifikovaných uzlech odpovídat požadavkům výroby na průmyslovém základě.

V nadcházejícím údobí bude sestavován plán vědeckotechnické spolupráce členských států RVHP v oblasti výzkumu zemědělské techniky

na údobí let 1981 až 1985 na základě návrhů spolupracujících organizací. Každý návrh uvede cíl, význam a zdůvodnění nutnosti řešení. Při projednávání Radou zmocněnců koordinačního střediska se stanoví pro schválená výzkumná témata hlavní organizace. Ústavy — hlavní organizace pak s dalšími ústavy, které projeví zájem o spolupráci na dané problematice, sestaví návrh na řešení, obsahující název úkolu, konkrétně formulovaný cíl, podrobný rozbor světové úrovně dané problematiky, podrobnou náplň a rozsah úkolu, navrhovanou lhůtu řešení, návrh variant postupu řešení včetně dělby práce spolupracujících organizací, ekonomické hodnocení očekávaných výsledků a návrh na předpokládané využití výsledků. Mezinárodní řešitelský kolektiv specialistů pak podrobně rozpracuje plán řešení a metodického postupu.

Výsledky úkolů zahrnutých do programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce přispějí k urychlení vědeckotechnického pokroku v zemědělství zaváděním nových výrobních postupů, zajištěných stroji a linkami na vysoké technické úrovni.

Ing. Josef Souhrada, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

Rukopis odevzdán k tisku 5. 10. 1978 — Podepsáno k tisku 11. 12. 1978

Fiala J.: Vědecké práce Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze - - Řepích	705
Vegricht J.: Vybírání krmiva uskladněného v silážním žlabu rotační fré- zou a šnekovou vybírací jednotkou	707
Fér J.: Pneumatické rozduřování brambor a kamenů	723
Haš S.: Analýza ukazatelů spotřeby elektrické energie v zemědělství	735
Vidiečan J., Švarcbek J., Čekal S.: Digitální zařízení k měření průtoku mléka	747

Z vědeckého života

Souhrada J.: Mezinárodní vědeckotechnická spolupráce při výzkumu ze- mědělské techniky	757
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Вегрихт Й.: Разгрузка кормов, хранимых в силосных траншеях, ротационной фрезой и шнековым силосоразгрузчиком	722
Фер Й.: Пневматическая сепарация картофеля и камней	733
Гаш С.: Анализ показателей потребления электроэнергии в сельском хозяйстве	745
Видиечан Й., Чекал С., Шварцбек Й.: Цифровое приспособление для измерения протока молока	755

CONTENTS

Vegricht J.: Trench Silo Emptying with a Rotary Cutter and an Auger Emptying Device	722
Fér J.: Pneumatic Separation of Potatoes and Stones	733
Haš S.: Analysis of the Indices of Electric Power Consumption in Agricul- ture	745
Vidiečan J., Čekal S., Švarcbek J.: A Digital Device for Measuring the Milk Flow	756

INHALT

Vegricht J.: Entnahme des im Langsilo gelagerten Futters mittels rotie- render Fräse und Entnahmeschnecke	722
Fér J.: Pneumatische Kartoffel-Stein-Trennung (A)	733
Haš S.: Analyse der Kennziffern über den Verbrauch der elektrischen Ener- gie in der Landwirtschaft	745
Vidiečan J., Čekal S., Švarcbek J.: Digitaleinrichtung zur Messung des Milchdurchflusses (A)	756

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS - ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.