

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

7

ROČNÍK 22 (XLIX)
PRAHA
ČERVENEC 1976
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSK.
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, CSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Karel Bernhard, doc. ing. Marko Duriš, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. in. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, Jan Květoň, ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., Josef Višinský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1976

■

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

■

The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Publishes 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.

PRÍNOS KOORDINAČNÍHO STŘEDISKA VÝZKUMNÉHO ÚSTAVU ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY V PRAZE K ROZVOJI SPOLUPRÁCE ČLENSKÝCH STÁTŮ RVHP V OBLASTI VÝZKUMU ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

M. Velebil

Koordinální středisko Výzkumného ústavu zemědělské techniky, Praha

VELEBIL M. *Přínos koordinálního střediska Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze k rozvoji spolupráce členských států RVHP v oblasti výzkumu zemědělské techniky.* Zem. technika 22 (7) : 373-378, 1976.

Mnohostranná spolupráce na problému „Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě“, organizovaná koordinálním střediskem Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze, představuje novou formu mezinárodní spolupráce. Její předností je především konkrétnost spolupráce, řízené ustanovenými orgány. Tím se naplňují záměry stanovené Komplexním programem RVHP. Výzkumný ústav zemědělské techniky, jakožto koordinální středisko, vyvíjel již v počátečním údobí mezinárodní spolupráce intenzivní činnost — řídil přímo práce na většině mezinárodních úkolů. V šesti pětiletce se při plnění programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce v oblasti výzkumu zemědělské techniky více projevily mezinárodní dělba práce. V programu spolupráce na údobí let 1976 až 1980, navrženém koordinálním střediskem, jsou funkce hlavních organizací a spolupráce na řešení jednotlivých úkolů rozloženy již rovnoměrněji. Mezinárodní spolupráce v rámci působení koordinálního střediska Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze je zaměřena na výzkum závažných témat z oblasti mechanizace rostlinné a živočišné výroby. Jejich vyřešení, pro které spojila své síly řada bratrských ústavů, bude značným přínosem pro všechny smluvní státy.

Komplexní program dalšího prohlubování a zdokonalování spolupráce a rozvoje socialistické ekonomické integrace členských států RVHP, přijatý na XXV. zasedání Rady, věnuje značnou pozornost rozvoji spolupráce v oblasti vědy a techniky. Členské státy se v rámci úsilí o další rozvoj vědeckotechnické spolupráce dohodly, že přistoupí ke společnému řešení řady vědeckých problémů základního výzkumu a problémů aplikovaného charakteru s použitím nejefektivnějších forem spolupráce. Mezi vybrané problémy byla zahrnuta mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě. Komplexní program dále uvádí, že spolupráce u vybraných problémů se bude uskutečňovat na základě komplexních vědeckovýzkumných programů a upravovat se dohodami, smlouvami a jinými dokumenty. V uvedených dokumentech budou stanoveny cíle výzkumů, lhůty jejich provádění, formy spolupráce, včetně budování koordinálních středisek, mezinárodních vědeckovýzkumných ústavů, společných laboratoří ap.

Mnohostranná dohoda o vědeckotechnické spolupráci členských států RVHP na problému „Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné a živočišné výrobě“ byla podepsána na zasedání Stálé komise RVHP pro zemědělství v lednu 1972. Funkcí koordinačního střediska byl pověřen na základě souhlasu všech zúčastněných partnerů Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze. Krátce po podepsání dohody byl ve VÚZT zřízen aparát koordinačního střediska a bylo svoláno 1. zasedání Rady zmocněnců koordinačního střediska.

Program vědeckotechnické spolupráce pro období let 1972 až 1975 obsahoval 11 úkolů, na jejichž řešení se podílelo osm členských států RVHP (BLR, MLR, MoLR, NDR, PLR, RSR, SSSR, ČSSR), zastoupených 13 vědeckovýzkumnými pracovišti (Výzkumný ústav mechanizace a elektrifikace zemědělství, Sofie; Výzkumný ústav mechanizace zemědělství, Gödöllő; Výzkumná stanice mechanizace a elektrifikace zemědělství, Ulan Bator; Výzkumný ústav mechanizace zemědělství, Potsdam-Bornim; Vědeckotechnické středisko pro zemědělství, Schlieben; Výzkumný ústav minerálních hnojiv, Lipsko; Inženýrské byro pro energetiku v zemědělství, Rostock; Výzkumný ústav výstavby, mechanizace a elektrifikace zemědělství, Varšava; Výzkumný ústav mechanizace zemědělství, Bukurešť; Výzkumný ústav elektrifikace zemědělství, Moskva; Výzkumný ústav mechanizace zemědělství, Moskva; Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha). Při pracích na mezinárodních prognózách rozvoje zemědělské techniky byl počet spolupracujících organizací ještě vyšší. Funkci hlavní organizace, tj. organizace řídící spolupráci na daném úkolu, plnily: ČSSR – u pěti úkolů, SSSR – u tří úkolů, NDR – u dvou úkolů, PLR – u jednoho úkolu. Kromě vlastního programu byl za účasti organizací všech států řešen úkol z oblasti informatiky, při kterém funkci hlavní organizace plnila ČSSR.

Mezi nejvýznamnější úkoly, řešené v období let 1973 až 1975, patřily úkoly z oblasti prognostiky, stavebnicové unifikace mobilních energetických prostředků, výběru efektivních druhů paliv a energie pro živočišnou výrobu a informační služby na problému ve spolupracujících zemích.

V rámci úkolů „Vypracování metodiky prognózování rozvoje mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné výrobě (totéž v živočišné výrobě) na období do roku 1990 a 2000“ (hlavní organizace Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze, ČSSR) byly sestaveny metodické pokyny pro vypracování národních a mezinárodních prognóz. Při jejich zpracování bylo přihlédnuto mimo jiné k požadavkům zemědělského odboru sekretariátu RVHP. Metodické pokyny byly sestaveny tak, aby prognózy nastínily předpokládaný rozvoj pracovních a výrobních postupů a jejich technického zajištění v celé oblasti zemědělské výroby.

V rámci úkolů „Analýza současného stavu a stanovení tendencí rozvoje mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné výrobě (totéž v živočišné výrobě) na období do roku 1990 a 2000“ (hlavní organizace Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze, ČSSR) byly s použitím jednotně zpracovaných národních prognóz sestaveny mezinárodní dílčí prognózy rozvoje zemědělské techniky 26 odvětví a úseků a na jejich základě pak souhrnná mezinárodní prognóza. Při jejím vypracování bylo přihlédnuto k základním principům a požadavkům, mezi které patří především snižování potřeby práce, zvyšování výkonnosti strojů, za-

vádění strojních linek, široké zavádění samojízdných strojů, automatizace pracovních postupů, výstavba moderních velkokapacitních farem živočišné výroby ap. Vypracovaná mezinárodní prognóza přispěje k intenzivnímu růstu technické a technologické úrovně zemědělské výroby členských států RVHP především ovlivněním dlouhodobých plánů technického rozvoje zemědělství, dále jako podklad pro zpřesňování mezinárodní soustavy strojů a jako materiál, který bude využit v oblasti zemědělského strojírenství. Na 43. zasedání Stálé komise RVHP pro zemědělství byla tato prognóza schválena a bylo rozhodnuto předat ji Stálé komisi RVHP pro strojírenství a Sdružení Agromaš k využití při prognostice rozvoje vědeckovýzkumné, vývojové a výrobní základny v rámci traktorového a zemědělského strojírenství.

V rámci úkolu „Vypracování stavebnicově unifikovaných řad mobilních energetických prostředků“ (hlavní organizace Výzkumný ústav zemědělské techniky v Praze, ČSSR) bylo přistoupeno k rozpracování problematiky zcela nového technického řešení mobilních energetických prostředků (traktorů a samojízdných strojů, včetně dopravních prostředků), založeného na stavebnicovém uspořádání. Úkol byl rozplánován na delší údobí — přechází do programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce na údobí let 1976 až 1980. V průběhu dosavadního řešení byl vypracován metodický postup, stanoveny základní pojmy, vybrány a klasifikovány mobilní energetické prostředky, vypracovány požadavky na vybrané energetické prostředky a sestavena zpráva o řešení úkolu.

Pro urychlení realizace výsledků dosažených při řešení tohoto mezinárodního úkolu bude účelné zahrnout principy stavebnicově unifikované soustavy mobilních energetických prostředků do národních soustav pro komplexní mechanizaci zemědělství jednotlivých států, zdokonalit mezinárodní soustavu traktorů a odpovídající úseky dalších částí mezinárodní soustavy strojů z hlediska rozpracovaných principů stavebnicové unifikace a udělat opatření pro realizaci stavebnicově unifikované soustavy mobilních energetických prostředků ve strojírenské oblasti členských států RVHP.

Výsledky dosavadního řešení byly projednány a schváleny na 7. zasedání Rady zmocněnců koordinačního střediska. Rada zmocněnců rozhodla požádat Stálou komisi RVHP pro zemědělství, aby předloženou zprávu schválila a předala ji Stálé komisi RVHP pro strojírenství k využití v jejích orgánech.

V rámci úkolu „Vypracování hlavních zásad metodiky pro výběr efektivních druhů paliv a energie pro živočišnou výrobu“ byly vypracovány metodické směrnice pro výpočet údajů potřebných pro výběr nositelů energie a pro výběr zařízení a soustav hospodaření s energií v objektech živočišné výroby. Výběr vychází z komplexní analýzy příslušných faktorů a požadavků. Hlavním kritériem hodnocení ekonomické efektivity využití různých nositelů energie v živočišné výrobě jsou náklady (investiční a provozní), vyplývající z využití daného nositele energie. Jelikož koncentrace a intenzifikace živočišné výroby značně ovlivňují růst potřeby tepelné a elektrické energie a přinášejí zvýšené požadavky na kvalitu paliv a spolehlivost zásobování elektrickou energií, je racionalizace využívání zdrojů energie v tomto odvětví velmi důležitá.

Výsledky úkolu byly projednány a schváleny na 7. zasedání Rady zmocněnců, která rozhodla předat je Stálé komisi RVHP pro zemědělství s doporučením k praktickému využití v členských státech RVHP.

Úkol „Vypracování a zavedení soustavy výměny informací na problému ve spolupracujících zemích“ řešil v uplynulém údobí (1973–1975) kolektiv specialistů mimo program vědeckotechnické spolupráce. V jeho rámci probíhaly přípravné metodické práce na projektu informační soustavy faktografického charakteru. Při přípravě ideového projektu, daného potřebou zajišťovat specifické informační požadavky řídicího aparátu koordinálního střediska i spolupracujících pracovišť, se vycházelo z vymezení budoucí soustavy a z existujících národních a mezinárodních informačních systémů. V rámci plánu práce, schváleného Radou zmocněnců, probíhaly práce související se sběrem a evidencí dat o výzkumných úkolech a výzkumných zprávách a řešila se problematika sběru dat o agrofyzikálních vlastnostech zemědělských materiálů a ukazatelů strojů pro rostlinnou výrobu. V programu vědeckotechnické spolupráce koordinálního střediska na údobí let 1976 až 1980 budou práce na realizaci ideového projektu informační služby pokračovat v rámci samostatného úkolu.

Významnou činností koordinálního střediska v posledním roce 5. pětiletky byla mimo jiné příprava programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce na údobí let 1976 až 1980. Na zasedání Rady zmocněnců koordinálního střediska v květnu 1975 byl předložen konečný návrh tohoto programu, který byl po projednání schválen.

Při sestavování programu byla respektována především doporučení uvedená v protokole 41. zasedání Stálé komise RVHP pro zemědělství z prosince 1974. Byly uplatněny hlavně tyto zásady:

- zaměřit vícestrannou spolupráci na nejvýznamnější úkoly průřezového charakteru;
- úkoly zahrnuté do programu řešit na základě smluv;
- méně zásadní úkoly řešit dvoustrannými dohodami;
- uplatňovat co nejvíce kooperaci, řešení jednotlivých částí úkolů samostatně jednotlivými organizacemi.

Program mezinárodní vědeckotechnické spolupráce na úseku výzkumu zemědělské techniky na 6. pětiletku, který obsahuje 14 úkolů, je členěn na tři hlavní části:

– Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v rostlinné výrobě na průmyslovém základu. Tato část zahrnuje úkoly zaměřené na výzkum otázek energetiky v rostlinné výrobě, na výzkum dopravy a manipulace ve zprůmyslněné rostlinné výrobě a na problematiku pracovních postupů se současně prováděnými operacemi a při využití kombinovaných strojů pro pěstování hlavních zemědělských plodin.

– Mechanizace, elektrifikace a automatizace výrobních procesů v živočišné výrobě na průmyslovém základu. V této části budou řešeny otázky energetiky v živočišné výrobě, problematika prací s krmivem na farmách skotu průmyslového typu a problematika prací s odpady živočišné výroby.

– Zdokonalování zemědělské techniky. Do této části je zahrnuto technologické projektování výrobních postupů v zemědělské výrobě, ře-

šení informatiky pro daný problém a konečně zpřesnění prognózy rozvoje zemědělské techniky členských států RVHP.

Úkoly programu mezinárodní vědeckotechnické spolupráce na úseku výzkumu zemědělské techniky v příští pětiletce byly rozděleny mezi jednotlivé státy, mimo jiné podle postupu řešení dané problematiky v odpovídajícím výzkumném ústavu. Organizacím spolupracujícím v rámci koordinačního střediska bylo doporučeno, aby se snažily o maximální koordinaci programu mezinárodní spolupráce s národními plány, aby tak bylo dosaženo co nejvyšší koncentrace pracovníků a materiálních prostředků na řešení nejdůležitějších úkolů.

Došlo dne 14. 4. 1976

РЕЛЕБИЛ М. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы, Чехословакия). Вклад Координационного центра Научно-исследовательского института сельскохозяйственной техники, Прага, в дело развития сотрудничества стран-членов СЭВ в области исследования сельскохозяйственной техники. *Zem. technika* 22 (7) : 373-378, 1976.

Многостороннее сотрудничество по проблеме «Механизация, электрификация и автоматизация производственных процессов в растениеводстве и животноводстве», организованное координационным центром НИИСТ Прага - Ржепы, представляет собой новую форму международного сотрудничества. Его преимущество прежде всего в конкретности сотрудничества, руководимого назначенными органами. Таким образом осуществляются цели, установленные Комплексной программой СЭВ. Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, как Координационный центр, уже в начальный период международного сотрудничества развил интенсивную деятельность — непосредственно руководил работой большинства международных заданий. В шестой пятилетке при выполнении программы международного научно-технического сотрудничества в области исследования сельскохозяйственной техники больше проявится международное разделение труда. В программе сотрудничества на период 1976—1980, предложенной Координационным центром, функции главных организаций и сотрудничества в решении отдельных заданий распределены уже равномернее. Международное сотрудничество в рамках действия Координационного центра НИИСТ Прага - Ржепы направлено на изучение важных тем в области механизации растениеводства и животноводства. Их решение, для которого объединили свои силы ряд братских научно-исследовательских институтов, будет значительным вкладом для всех договорных стран.

VELEBIL M. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy, Czechoslovakia). *Efforts of Co-ordinating Centre of the Research Institute of Agricultural Engineering, Praha, in the Development of the Cooperation between the CMEA Member Countries in the Field of Farm Engineering Research.* *Zem. technika* 22 (7) : 373-378, 1976.

The manifold joint efforts in the work on the problem of „The Mechanization, Electrification, and Automation of Plant and Animal Production Processes“, organized by the Co-ordinating Centre of the RIAE Prague-Řepy, represent a new form of international co-operation. The main advantage is active co-operation in well-defined fields guided by specially appointed authorities. In this way, the aims of the Complex Programme of the CMEA are being met. The Research Institute of Agricultural Engineering has been highly active since the very beginning of international co-operation: as a co-ordinating centre it has been organizing the work on a majority of the international research programmes. In the period of the sixth five-year plan, the international division of labour in meeting the aims of the International Scientific and Technical Co-operation Programme will be intensified. In the co-operation programme for 1976—1980, as proposed by the Co-ordinating Centre, the functions of the main organizations in solving individual problems are divided with a better balance. International co-operation guided by the Co-ordinating Centre of the RIAE Prague-Řepy is oriented to important problems in the field of mechanization in plant production and animal production. The solution of these problems through joint efforts of a number of CMEA research institutes will bring valuable benefits to all participating countries.

VELEBIL M. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha - Řepy, Tschechoslowakei). *Beitrag der Koordinierungsstelle des Forschungsinstituts für Landtechnik, Praha, zur Entwicklung der Zusammenarbeit von Mitgliedsstaaten des RGW auf dem Gebiet der landtechnischen Forschung.* Zem. technika 22 (7) : 373-378, 1976.

Die vielseitige Zusammenarbeit am Problem „Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung der Produktionsprozesse in der pflanzlichen und tierischen Produktion“, die von der Koordinierungsstelle VÚZT Praha - Řepy organisiert wird, stellt eine neue Form der internationalen Zusammenarbeit dar. Ihr Vorzug ist vor allem eine konkrete Gestaltung der von festgelegten Organen geleiteten Zusammenarbeit. Das Forschungsinstitut für Landtechnik als Koordinierungsstelle hat bereits im Anfangsstadium der internationalen Zusammenarbeit eine intensive Tätigkeit geleistet — es leitete direkt die Arbeiten an den meisten internationalen Aufgaben. Im sechsten Fünfjahrplan wird sich bei der programmäßigen Erfüllung der internationalen wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit auf dem Gebiete der landtechnischen Forschung weitgehender die internationale Arbeitsteilung auswirken. In dem von der Koordinierungsstelle entworfenen Programm der Zusammenarbeit für den Zeitraum 1976—1980 werden Funktionen der Hauptorganisationen und Zusammenarbeit an der Lösung der Einzelaufgaben bereits gleichmäßiger verteilt. Die internationale Zusammenarbeit im Rahmen der Wirkung der Koordinierungsstelle VÚZT Praha - Řepy wird auf die Untersuchung über wichtige Themen vom Gebiet der Mechanisierung der pflanzlichen und tierischen Produktion ausgerichtet. Ihre Endlösung, für die eine Reihe von Bruderforschungsinstituten ihre Kräfte zusammenschloß, wird einen wesentlichen Beitrag für alle Vertragsstaaten darstellen.

Adresa autora:

Doc. ing. Miloslav Velebil, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

B. Podstavek

Pôdohospodársky projektový ústav, Bratislava

PODSTAVEK B. *Prúdenie hnojovice v potrubí. Zem. technika* 22 (7): 379—396, 1976.

V štúdiu sú uvedené experimentálne overené poznatky charakterizujúce prúdenie hnojovice hovädzieho dobytku a ošípaných v potrubí. Práca predovšetkým rozoberá a určuje skupinu, do ktorej patrí hnojovica, resp. tekutý hnoj, ďalej určuje charakter prúdenia hnojovice v potrubí a nakoniec sa uvádzajú priamymi meraniami zistené hodnoty dĺžkových strát a vypočítané hodnoty koeficienta straty trením pre určité tokové rýchlosti, prietok, profil potrubia a fyzikálne vlastnosti hnojovice. Získané poznatky môžu byť použité pri riešení hydraulických systémov veľkokapacitných fariem, hlavne však pri navrhovaní potrubia pre dopravu hnojovice, resp. tekutého hnoja.

newtonské a neneutonské kvapaliny; laminárne a turbulentné prúdenie hnojovice v potrubí; kritické Reynoldsovo číslo; hydraulické straty pri prúdení hnojovice v potrubí

Hydraulická sústava každej veľkokapacitnej farmy je zložitá a nákladné dielo, ktoré môže dobre slúžiť len za predpokladu, že jej jednotlivé časti budú správne dimenzované. Každá hydraulická sústava veľkokapacitnej farmy dopravuje okrem vody aj kvapalinu — hnojovicu a tekutý hnoj, ktorú nemôžeme klasifikovať z hľadiska hydrodynamického obdobia ako vodu, čiže newtonskú kvapalinu.

V zmysle kritérií Reiner (1960) a našich meraní (Podstavek, 1975a, b) môže hnojovica hovädzieho dobytku a ošípaných za určitých podmienok nadobúdať vlastnosti neneutonských kvapalín.

Zistenie, že hnojovica produkovaná vo veľkokapacitných farmách hovädzieho dobytku a ošípaných je za určitých podmienok neneutonskou kvapalinou, prinútilo nás v Pôdohospodárskom projektovom ústave v Bratislave robiť opatrenia v projekcii, aby projektantmi navrhované hydraulické systémy spĺňali svoj účel. Súčasne sme začali študovať celú problematiku a zisťovať súčasný stav riešenia problémov. Zistili sme, že stav rozpracovania mechaniky a hydrodynamiky hnojovice ako neneutonského kontinua je úplne v začiatkoch. Dôvodom takéhoto stavu boli snáď tieto skutočnosti:

a) Predmetná problematika sa otvorila len v poslednej dobre prechodom drobnej živočíšnej výroby na veľkokapacitné farmy s bezpodstielkovou prevádzkou, v dôsledku ktorej vzniká na farme hnojovica, alebo tekutý hnoj.

b) Doposiaľ sa nepodarilo zostaviť reologickú rovnicu, ktorá by vhodne určovala závislosť a hranice jej platnosti pre gradient rýchlosti a tenzor napätia.

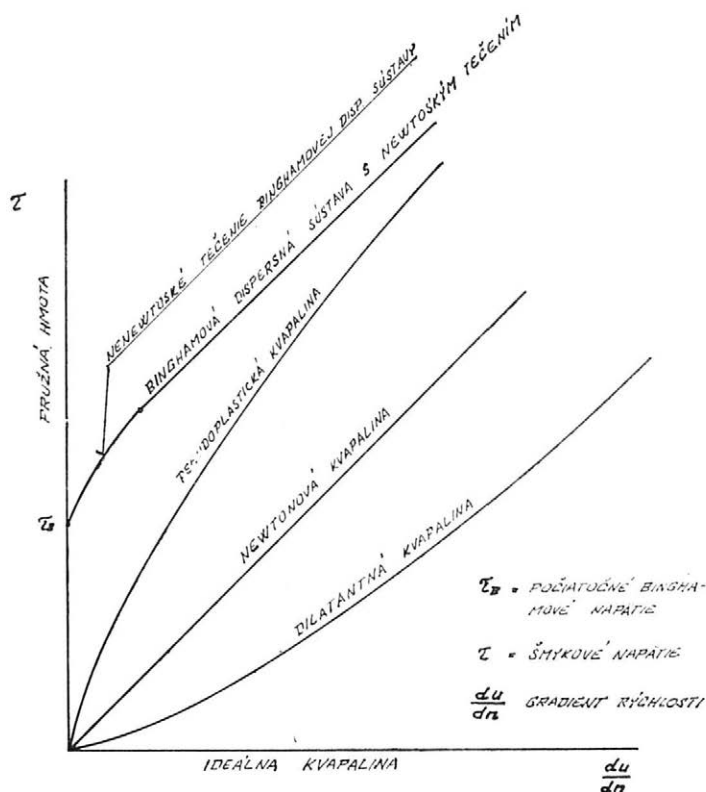
c) Nezáujem o riešenie problematiky s týmto médium zo spoločenských dôvodov.

Práca, ktorú sme v Pôdohospodárskom projektovom ústave v Bratislave pre poznanie daného problému urobili, mala za cieľ poskytnúť projektantom teoreticky a prakticky odôvodnené podklady pre dimenzovanie hydraulických sústav veľkokapacitných fariem. Touto prácou chceme tiež prispieť k rozpracovaniu veľmi zložitého problému, ktorý má veľký ekonomický, technický a hospodársky význam.

METODIKA

Priamo v teréne (na farmách) sa merali hydraulické straty pri prúde hnojovice v potrubí. Použili sme priame AZC potrubie s drsnosťou 0,015 mm. Dĺžka potrubia bola 100 m, prietokné profily $\varnothing$ 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 mm. Pre merania sa použila hnojovica hovädzieho dobytku a ošipáných so sušinou od 4 do 12 až 15 %. Súčasne sme merali skutočné tlakové straty, prietok a rýchlosť prúdenia hnojovice v potrubí. Merania sa opakovali 6×, 7× až 8×. Z týchto experimentálne zistených hodnôt sa vypočítal aritmetický priemer. Z nameraných hodnôt sme pomocou rovníc zisťovali hodnoty λ , Re, Rekn. Získané hodnoty sme vynesli do kriviek.

VLASTNÁ PRÁCA



1. Reogramy rôznych druhov kvapalín

Viskozita hnojovice nie je pri danom tlaku a teplote konštantná, ale vždy je závislá od rýchlostného gradientu a od predchádzajúceho procesu, ktorý prebiehal v hnojovici. Vzťah medzi tangenciálnym napätím a rýchlostným gradientom sa mení lineárne (obr. 1), ako to uvádza Newtonov zákon. V zmysle Newtonovho zákona (1)

$$\tau = \eta \frac{du}{dr} \quad (1)$$

sa viskozita kvapaliny η považuje za konštantnú veličinu. Táto klasická koncepcia viskozity newtonskej kvapaliny — aj vody — ako fyzikálnej konštanty nie je správna (Kolář, Tesařík, 1965). Na obr. 1 sú vyobrazené krivky prúdenia jednotlivých typov neneutronských kvapalín.

Nenewtonské kvapaliny sa rozdeľujú do troch väčších skupín:

- a) časove nezávislé kvapaliny,
- b) časove závislé kvapaliny,
- c) viskoelastické kvapaliny.

Do skupiny časove nezávislých nenewtonských kvapalín patria kvapaliny:

- a) pseudoplastické, pre ktoré platí vzťah (2)

$$\tau = K \left(\frac{du}{dr} \right)^n \quad (2)$$

keď: $n < 1$

- b) dilatantné, pre ktoré platí vzťah (3)

$$\tau = K \left(\frac{du}{dr} \right)^n \quad (3)$$

keď: $n > 1$

- c) Binghamove kvapaliny a plastické hmoty, pre ktoré platí vzťah (4)

$$\tau = \tau_0 + \eta \frac{du}{dr} \quad (4)$$

keď: τ — tangenciálne napätie
 τ_0 — medzné tangenciálne napätie
 η — dynamická viskozita
 $\frac{du}{dr}$ — rýchlostný gradient
 K — koeficient konzistencie
 n — tokový index

V zmysle obr. 1 a vzťahu (2) sú pseudoplastické kvapaliny charakterizované parabolickým vzťahom medzi tangenciálnym napätím a rýchlostným gradientom. Binghamove plastické kvapaliny a hmoty sú charakterizované priamkovým vzťahom medzi tangenciálnym napätím a rýchlostným gradientom v zmysle rovnice (4). Priamka pretína os τ v bode τ_0 , ktorý udáva tzv. medzné tangenciálne napätie, t. j. hodnotu trvalej deformácie, ktorá musí byť prekročená, aby došlo k tečeniu tekutého hnojiva. Takáto kvapalina má trojrozmernú štruktúru, ktorá je schopná odolávať každému napätiu menšiemu než je medzné napätie. τ_0 .

Priamymi meraniami boli získané určité poznatky charakterizujúce hnojovicu z hydraulického hľadiska.

Sušina hnojovice má podstatný vplyv na hmotnosť, dynamickú viskozitu, sedimentačné vlastnosti, stupeň organického znečistenia, vzhľad, špecifickú vodivosť a koncentráciu vodíkových iónov a iné.

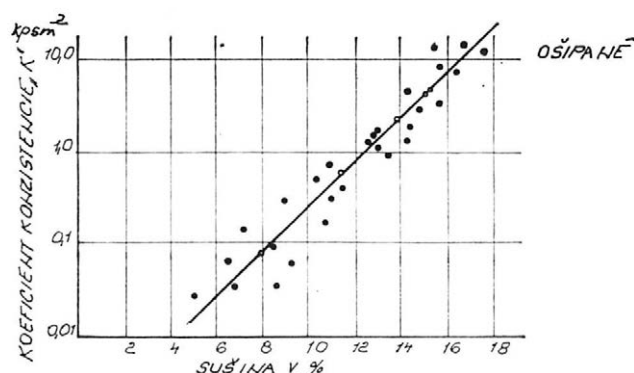
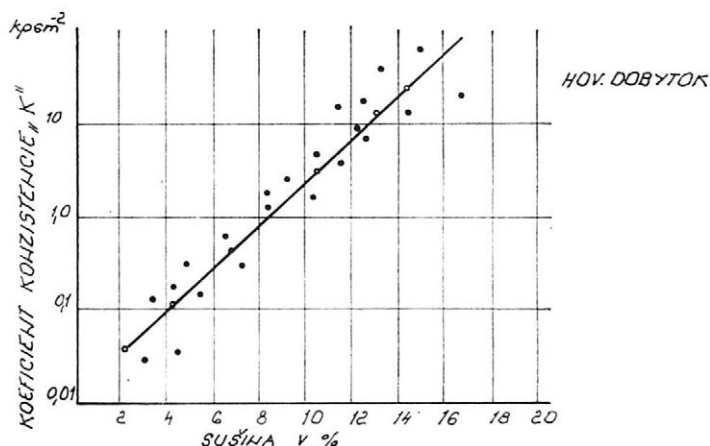
Zdá sa, že na hydrodynamické vlastnosti hnojovice a tekutého hnoja má rozhodujúci vplyv:

- sušina, nakoľko pri rovnakých gradientoch rýchlosti ovplyvňuje viskozitu, ktorá sa znižuje s pribúdaním šmykového napätia až po hraničnú hodnotu,
- disperzný stav hnojovice, ktorý môže byť štruktúrny, ale aj neštruktúrny,
- koloidné vlastnosti hnojovice.

Podľa konkrétneho stavu a fyzikálnych i chemických vlastností hnojovice sme prišli k názoru, že hnojovica hovädzieho dobytku a ošipaných môže mať charakter:

- newtonskej kvapaliny, keď sa sušina hnojovice pohybuje v rozpätí do 2,0 až 2,5 %. V takom prípade sa celý hydraulický systém môže dimenzovať obdobne ako sa dimenzujú hydraulické systémy pre pohyb vody;
- pseudoplastickej kvapaliny, keď sa sušina hnojovice pohybuje v rozpätí 2,5 až 10,5 %. V danom prípade sa musí vo výpočtoch hydraulického systému brať do úvahy sušina hnojovice predovšetkým cez určené hodnoty tlakových strát;
- Binghamovej plastickej hmoty, keď sa sušina hnojovice pohybuje v rozpätí nad 10,5 %.

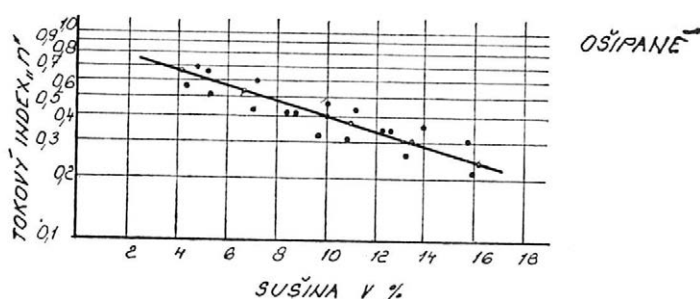
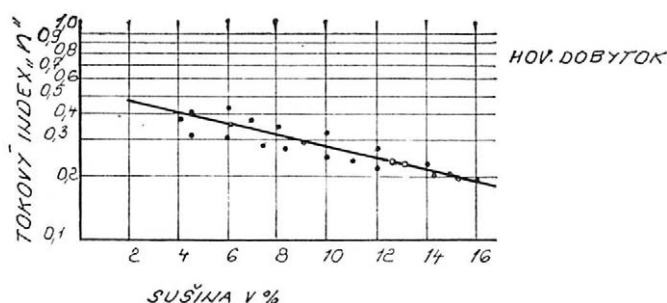
Prechod medzi pseudoplastickým a Binghamovým charakterom hnojovice je veľmi plynulý. Len meraním viskozity pri menších rýchlostných gradientoch, alebo na základe meraní rozdelenia rýchlostí v profiloch potrubia sa môže zistiť, do ktorej skupiny patrí hnojovica.



2. Závislosť koeficienta konzistencie K od sušiny

Keď dáme koeficient konzistencie K a tokový index n z rovnice (2), (3), ako reologické charakteristiky pseudoplastických a Binghamových kvapalín, do vzťahu so sušinou, dostaneme v polologaritmickú škálu priamkovú závislosť (obr. 2, 3). Na obr. 2 je znázornená

3. Závislosť tokového indexu n od sušiny



závislosť koeficientu konzistencie K od sušiny pre tekutý hnoj a hnojovicu hovädzieho dobytká i ošípaných, t.j.

$$K = f(s) \quad (5)$$

Na obr. 3 je znázornená závislosť tokového indexu n od sušiny tekutého hnoja i hnojovice hovädzieho dobytká a ošípaných, t. j.

$$n = f(s) \quad (6)$$

Pre regresné priamkové závislosti $K = f(s)$ sa určili rovnice

$$K = 0,0016 \cdot e^{0,504 S} \text{ ošípané} \quad (7)$$

$$K = 0,0144 \cdot e^{0,485 S} \text{ hovädzí dobytok} \quad (8)$$

Pre regresné priamkové závislosti $n = f(s)$ sa tiež určili rovnice:

$$n = 0,76 \cdot e^{-0,0602 S} \text{ ošípané} \quad (9)$$

$$n = 0,42 \cdot e^{-0,0501 S} \text{ hovädzí dobytok} \quad (10)$$

Obdobné regresné priamkové závislosti boli zostrojené Hornigom (1971). Z rovnice (7) a (8) vyplýva:

a) U hnojovice ošípaných je závislosť koeficientu konzistencie od sušiny 86 %.

b) U hnojovice hovädzieho dobytká je závislosť koeficientu konzistencie od sušiny 74 %.

Z rovnice (9) a (10) vyplýva:

- a) u hnojovice ošipáných je závislosť tokového indexu n od sušiny 69 %,
- b) u hnojovice hovädzieho dobytku je závislosť indexu n od sušiny 47 %.

Tokový index n sa znižuje so zväčšovaním rýchlosti prúdenia hnojovice v potrubí. Čím je menší rýchlostný gradient $\frac{du}{dr}$, tým viac sa hnojovica chová ako Binghamova kvapalina.

CHARAKTER PRÚDENIA HNOJOVICE V POTRUBÍ

Tekutý hnoj a hnojovica môže v potrubí prúdiť laminárnym alebo turbulentným spôsobom. Súčasne musíme rozlišovať laminárne prúdenie pseudoplastických a Binghamových kvapalín obdobne, ako sa rozlišuje turbulentné prúdenie pseudoplastických a Binghamových kvapalín.

Základnou reologickou rovnicou, charakterizujúcou pohyb pseudoplastických kvapalín, je:

$$\tau = f \left(\frac{du}{dr} \right) \quad (11)$$

Najjednoduchšia a teoreticky najľahšia spracovateľná rovnica, vychádzajúca zo vzťahu (11), je rovnica Ostwald-de Waeleova (1973), prípadne Metznerova (19).

Nevýhodou mocninových rovníc (2) a (3) je nekonštantnosť n a s tým súvisiaca premenlivosť K . Čez to všetko je jednoduchšia a vhodnejšia rovnica Ostwald-de Waeleova oproti rovnici Metznera (1900), prípadne Tomytu (1959), alebo celej rady iných autorov.

Pre rozdelenie rýchlosti pri prúdení pseudoplastickej kvapaliny v priamom kruhovom potrubí odvodil Hrbek (1963) vzťah (12)

$$v = v_* + \frac{\tau_o D N \sin \varepsilon}{2\pi^2 \tau_{st}} \quad (12)$$

kde: v — rýchlosť v bode

$$v_* — \text{trecia rýchlosť, vyjadrená } v_* = \sqrt{\frac{\tau_o}{\rho}}$$

τ_o — medzné napätie

D — priemer potrubia

N — zložitý výraz, ktorý je funkciou $\varepsilon, \frac{2r}{D}, \frac{\tau_{st}}{\tau_o}$

ε — má hodnoty $0-180^\circ$ a definuje celú oblasť prúdenia pseudoplastických kvapalín medzi Binghamovou a Newtonovou priamkou (obr. 1)

Prietok hnojovice v potrubí môžeme vypočítať zo vzťahu (13).

$$Q = \frac{\pi n D^3}{8(3n+1)K \frac{1}{n}} \cdot \tau_{st}^{1/n} \quad (13)$$

Coriolisov súčiniteľ má pri platnosti rovnice Ostwald-de Waele tvar

$$\alpha_n = \frac{3(3n+1)^2}{(2n+1)(5n+3)} \quad (14)$$

Podľa Koláča a Tesaříka (1965) hodnota súčiniteľa trenia λ je funkciou Ren ; Fr ; $n \frac{K}{D}$, čiže môžeme napísať

$$\lambda = f_1 \left(Ren; Fr; n \frac{K}{D} \right) \quad (15)$$

$$\lambda = f_2 \left(Ren; Tr; m \frac{K}{D} \right) \quad (16)$$

Keď má potrubie hladké steny, odpadá relatívna drsnosť potrubia $\frac{K}{D}$.

Keď na prúdenie hnojovice v potrubí majú rozhodujúci vplyv sily trenia, môžu sa zanedbať sily tiaže, nemusia sa uvažovať s číslom Fr . Potom sa rovnice (15) a (16) upravujú:

$$\lambda = f(Ren; n) \quad (17)$$

$$\lambda = f(Ren; m) \quad (18)$$

Ren je modifikované Reynoldsovo číslo. To znamená, že hodnota koeficientu trenia pseudoplastických kvapalín, akou je i hnojovica hovädzieho dobytká i ošipáných, sa môže pre laminárne prúdenie určiť zo vzťahu:

$$\lambda = \frac{64}{Ren} \quad (19)$$

Pre prechodnú oblasť prúdenia hnojovice hovädzieho dobytká i ošipáných v potrubí môžeme hodnotu koeficientu trenia určiť vzťahom:

$$\lambda = \frac{2gDi}{v^2} \quad (20)$$

kde: i — spád čiary skutočnej mechanickej energie

λ — koeficient trenia

D — priemer potrubia

v — stredná prietoková rýchlosť

g — gravitačné zrýchlenie

Pre turbulentný pohyb hnojovice hovädzieho dobytká a ošipáných, ktorá podľa našej klasifikácie bola pseudoplastickou kvapalinou, môžeme hodnotu koeficientu trenia určiť zo vzťahu:

$$\lambda = \frac{4A}{Ren^B} \quad (21)$$

Hodnoty A , B je možné určiť z Dodgeových a Metznerových grafov.

V týchto prípadoch sa modifikované Reynoldsovo číslo s klesajúcou hodnotou tokového indexu n mierne zväčšuje (tab. I, II).

Pre newtonské pseudoplastické kvapaliny, pre ktoré platí rovnica Ostwald-de Waele predpokladajú Mishra a Tripatti (1971) vzťah medzi kritickým Reynoldsovým číslom a súčiniteľom kinetickej energie podľa vzťahu (22).

$$Ren = Re_{kr} \frac{\alpha}{\alpha_n} \quad (22)$$

kde: Ren — modifikované Reynoldsovo číslo pre mocninový model

Re_{kr} — kritické Reynoldsovo číslo

I. Hodnoty K a n pre hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných

Sušina %	K — koeficient konzistencie		n — tokový index	
	hovädzí dobytok	ošípané	hovädzí dobytok	ošípané
2	0,015	—	0,473	—
4	0,019	0,010	0,401	0,641
6	0,048	0,013	0,367	0,547
8	0,856	0,018	0,319	0,467
10	1,126	0,035	0,278	0,396
12	5,302	0,873	0,247	0,331
14	20,255	2,210	0,216	0,282
16				

II. Hodnoty α_n a Ren pre hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných

Sušina %	Hovädzí dobytok			Ošípané		
	n	α_n	Ren	n	α_n	Ren
2	0,473	1,601	2760			
4	0,401	1,613	2875	0,641	1,104	2563
6	0,367	1,579	2938	0,547	1,148	2662
8	0,319	1,526	3040	0,467	1,193	2768
10	0,278	1,477	3114	0,396	1,243	2883
12	0,247	1,437	3228	0,331	1,298	3012
14	0,216	1,394	3327	0,282	1,349	3130
16		1,537	—			

Indexy n vo vzťahu (22) znamenajú, že ide o nenewtonskú kvapalinu. Pre newtonské kvapaliny má Re_{kr} hodnotu 2320; α je súčiniteľ kinetickej energie v potrubí, ktorý pre newtonské kvapaliny má hodnotu 2. Pre určenie α platí vzťah (14).

Modifikované Reynoldsovo číslo Ren pre hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných môžeme teda v zmysle vzťahu (22) určiť takto:

$$Ren = 2320 \frac{2}{\alpha_n} \quad (23)$$

Hodnoty K , n , α_n a Ren pre hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných sú uvedené v tab. I a II.

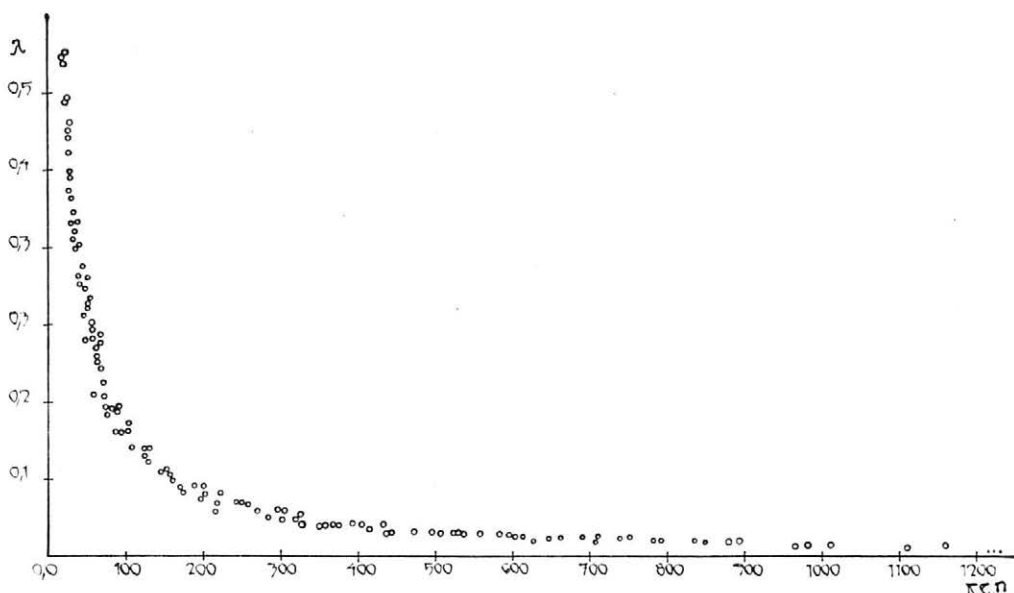
Modifikované Reynoldsovo číslo pre hnojovicu hovädzieho dobytku sa pohybuje v rozpätí 2760—3327, pre hnojovicu ošípaných 2563—3130.

Vypočítané hodnoty sú v súlade s výsledkami práce Metznera (1900). Podľa jeho výsledkov sa kritické Reynoldsovo číslo pohybuje v rozpätí od 2100 do 4000.

Z našich pozorovaní a hodnotení vyplýva, že modifikované Reynoldsovo číslo pre

hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných rastie s rastom percenta sušiny hnojovice a so znižujúcou sa reologickou charakteristikou toku n .

Charakter prúdenia hnojovice v potrubí má vplyv aj na výšku dĺžkových strát v potrubí. Závislosť λ od Ren pre hnojovicu hovädzieho dobytku a ošípaných je uvedená na obr. 4 a 5.



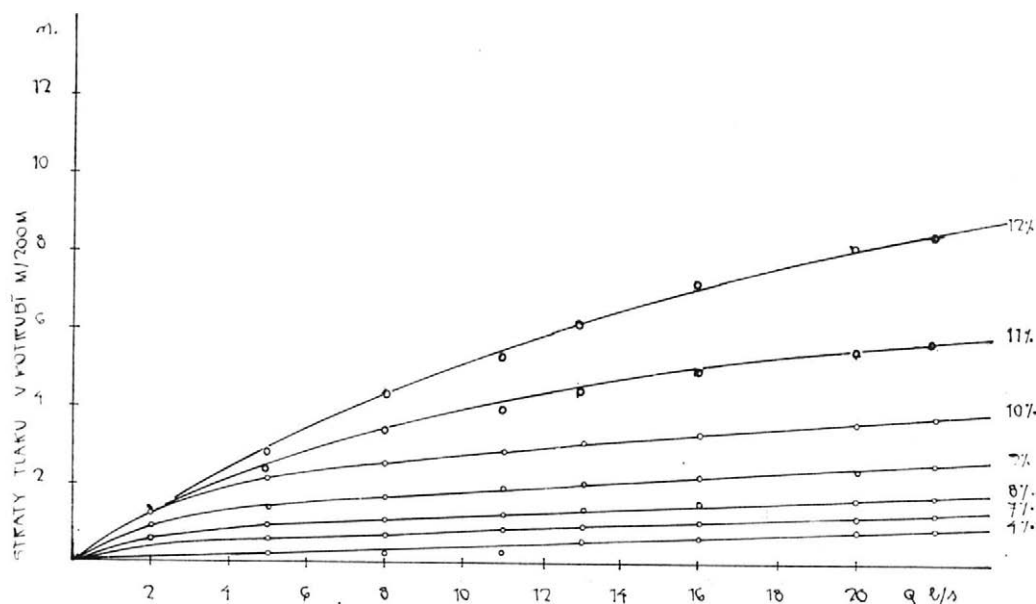
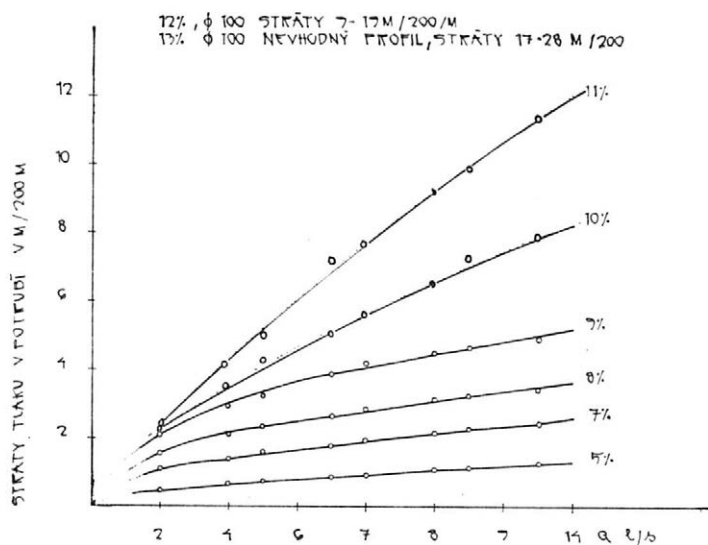
4. Závislosť λ od Ren pre hnojovicu hovädzieho dobytku

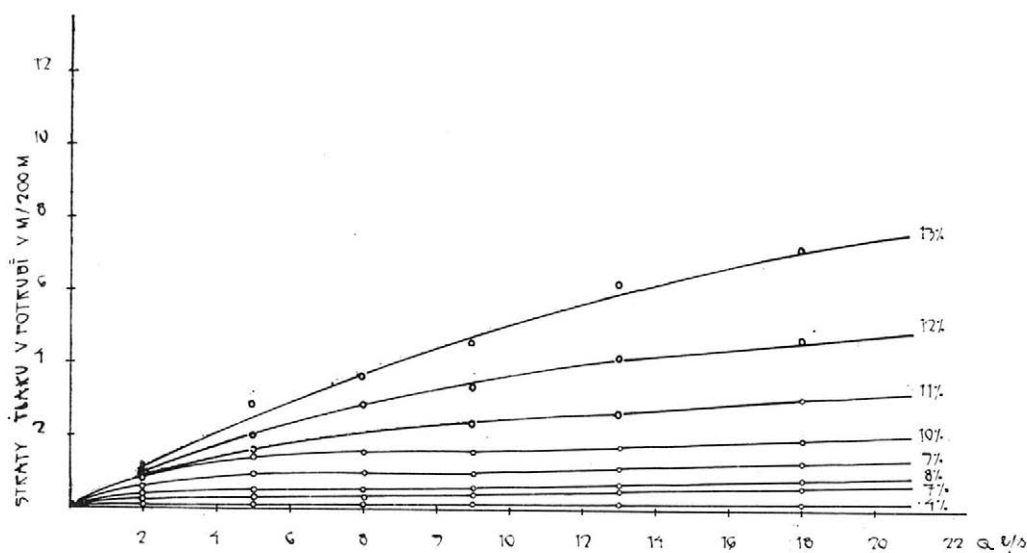


5. Závislosť λ od Ren pre hnojovicu ošípaných

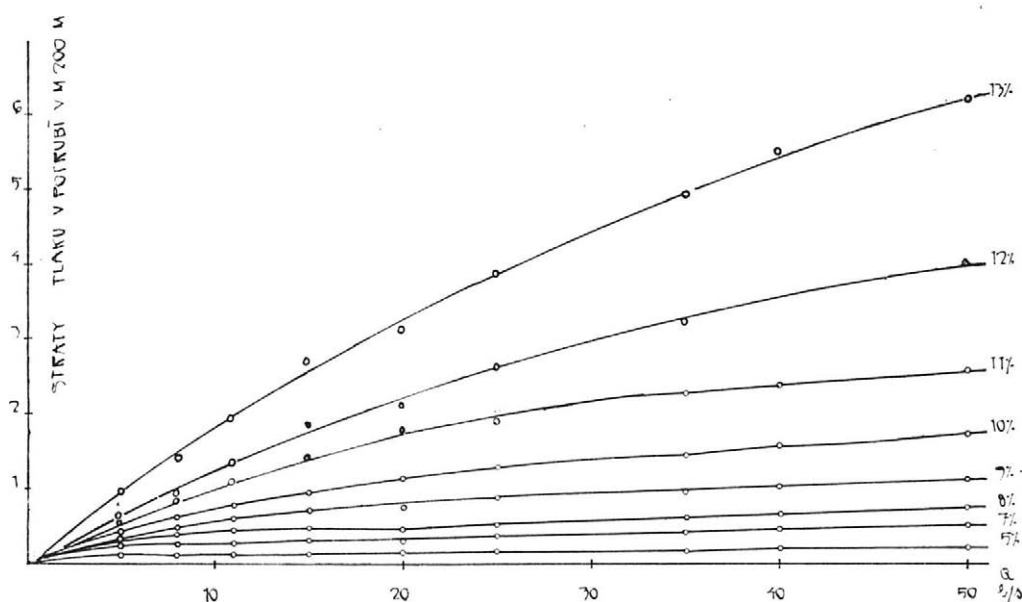
VÝSLEDKY PRIAMÝCH MERANÍ DĹŽKOVÝCH STRÁT

Rovnice (19), (20), (21) sú pre projektovú prax ťažko použiteľné. Z toho dôvodu — v snahe pomôcť projektantom Pôdohospodárskeho projektového ústavu v Bratislave, Nitre, Žiline, B. Bystrici, Košiciach a Prešove — sa v rokoch 1972—1975 robili rozsiahle priame merania dĺžkových strát. Výsledky sú vynesené do grafických závislostí dĺžkovej straty od prietoku pre určitý profil potrubia a sušinu hnojovice. Na obr. 6—12 sú uvedené dĺžkové straty namerané pri prúdení hnojovice ošipovaných v potrubí. Dĺžková strata sa uvádza v m na 200 m potrubia, na obr. 13—19 sú uvedené dĺžkové straty pri prúdení hnojovice hovädzieho dobytku v potrubí.





8. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 200 mm pre hnojovicu ošípaných



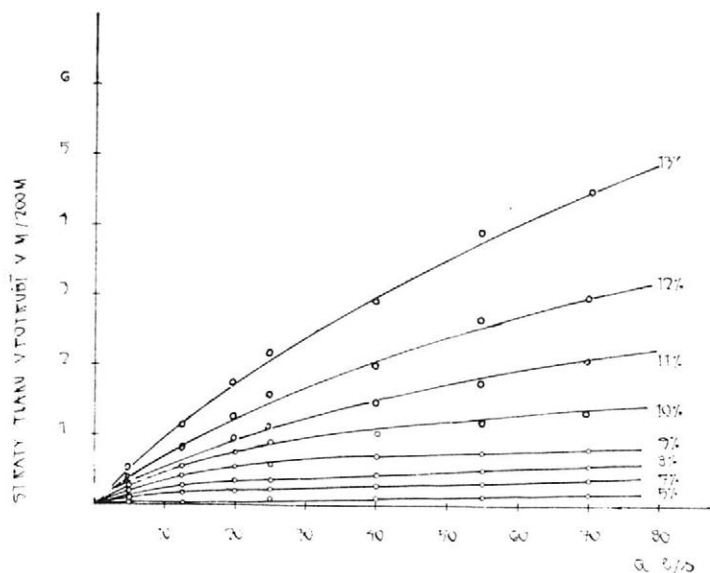
9. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 250 mm pre hnojovicu ošípaných

Hnojovica ošípaných pri prúde v potrubí s rôznym percentom sušiny vykazuje menšie dĺžkové straty ako hnojovica hovädzieho doľtka.

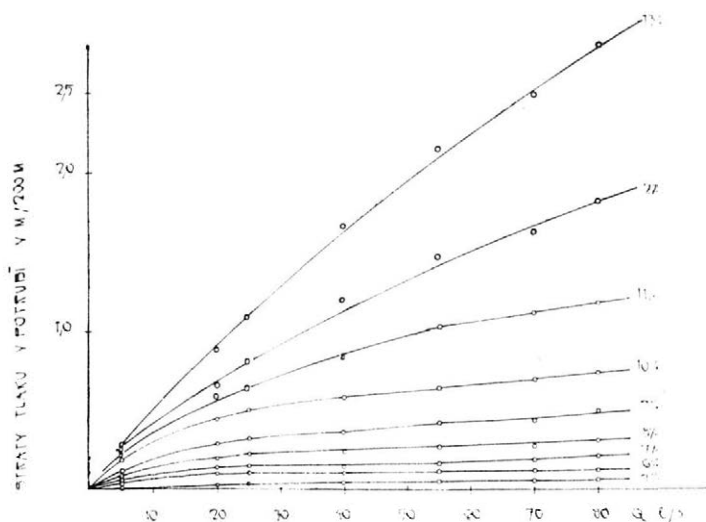
Pri potrubí $\varnothing$ 150 mm, sušine hnojovice ošípaných 8 % a prietoku 8 l s^{-1} je dĺžková strata 0,50 m na 100 m a pre hnojovicu hovädzieho doľtka je táto strata 2,75 m na 100 m.

Pre overenie vhodnosti vzťahov (19), (20), (21) sme vypočítali koeficient trenia

10. Tlakové straty v potrubí Ø 300 mm pre hnojovicu ošipáných



11. Tlakové straty v potrubí Ø 400 mm pre hnojovicu ošipáných

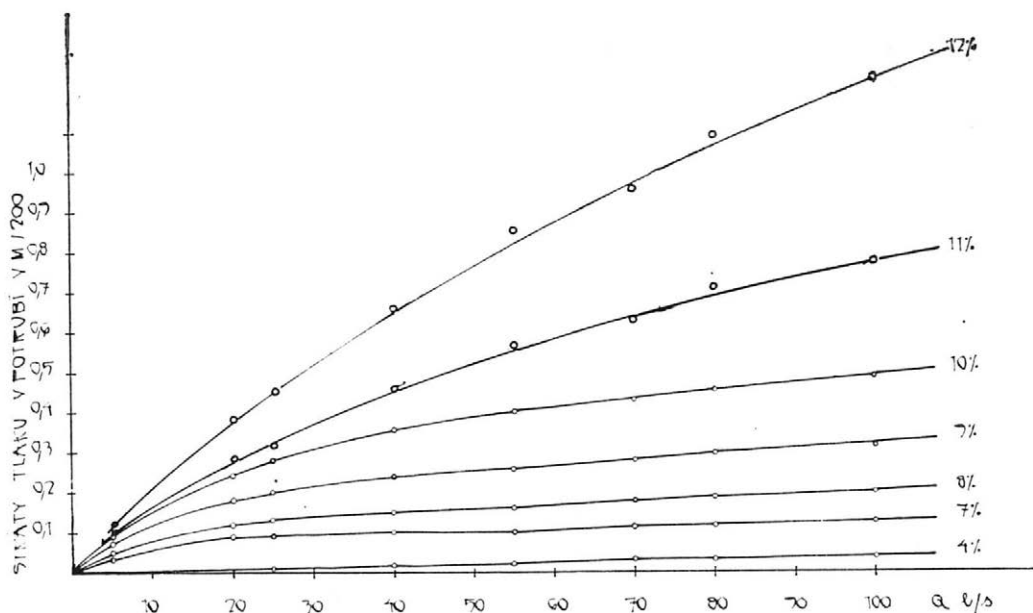


podľa uvedených rovníc a konkrétnych podmienok prúdenia hnojovice hovädzieho dobytku a ošipáných v potrubí; potom sme pomocou Darcy-Weisbachového vzťahu

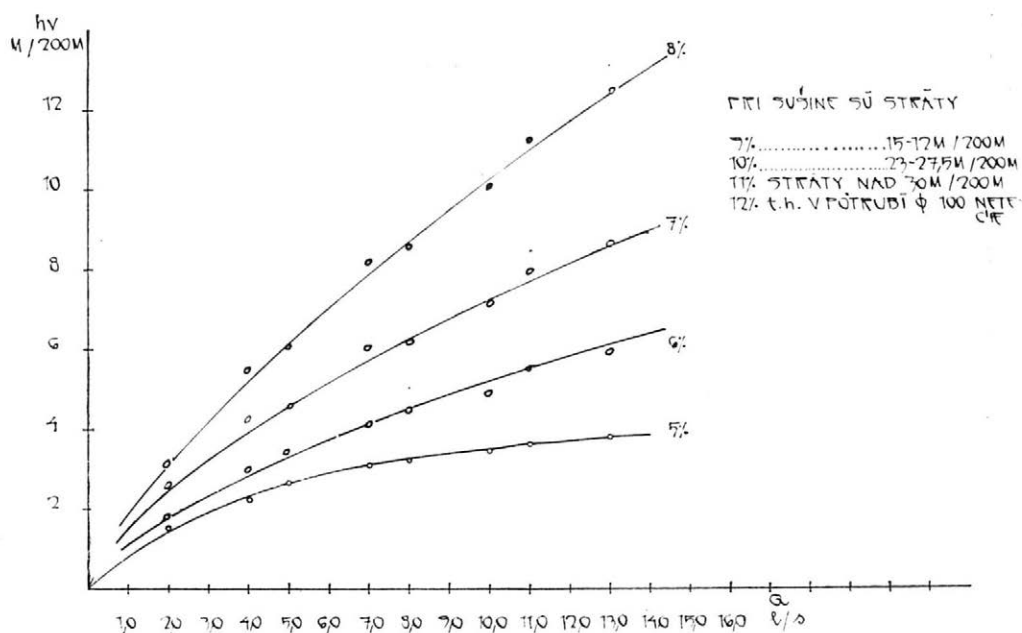
$$h_{z1} = \lambda \frac{1}{d} \frac{v^2}{2g} \quad (24)$$

vypočítali dĺžkovú stratu pre skúmané podmienky a porovnávali s hodnotami získanými priamymi meraniami.

Rovnica (19) je vhodná pre výpočet koeficientu trenia pri prúdení hnojovice hovädzieho dobytku so sušinou do 7 % a ošipáných so sušinou do 8,5 %. V takom prípade



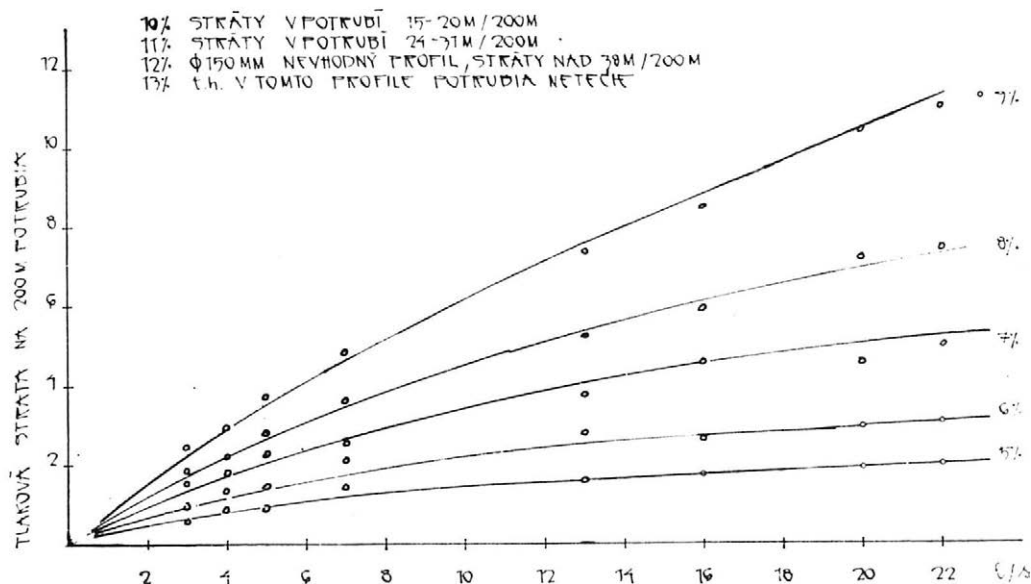
12. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 500 mm pre hnojovicu ošípaných



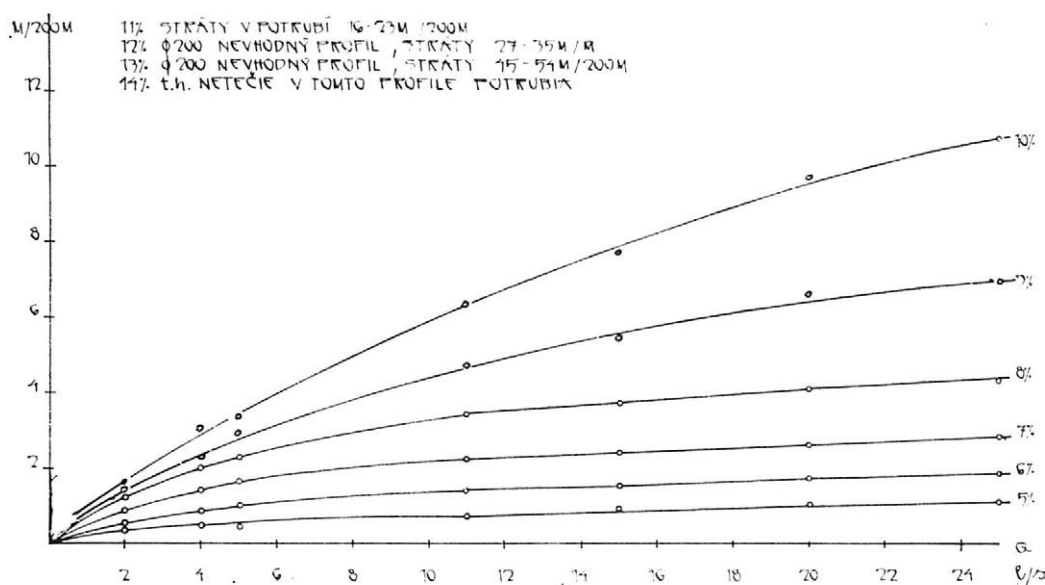
13. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 100 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytká

sa dĺžkové straty vypočítané podľa vzťahu (24) líšia od hodnôt získaných priamym meraním o 10–17 %.

Rovnica (20) je vhodná pre výpočet koeficientu trenia pri prúde hnojovice hovädzieho dobytká so sušinou od 6 do 10 %, ošípaných od 7 do 10 %. Vypočítané tlakové



14. Tlakové straty v potrubí Ø 150 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytká

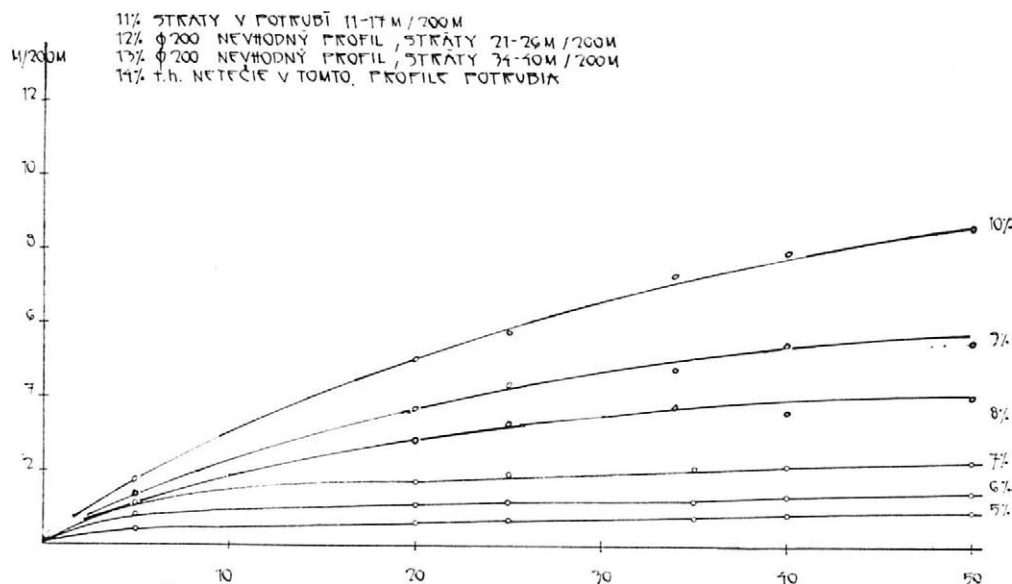


15. Tlakové straty v potrubí Ø 200 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytká

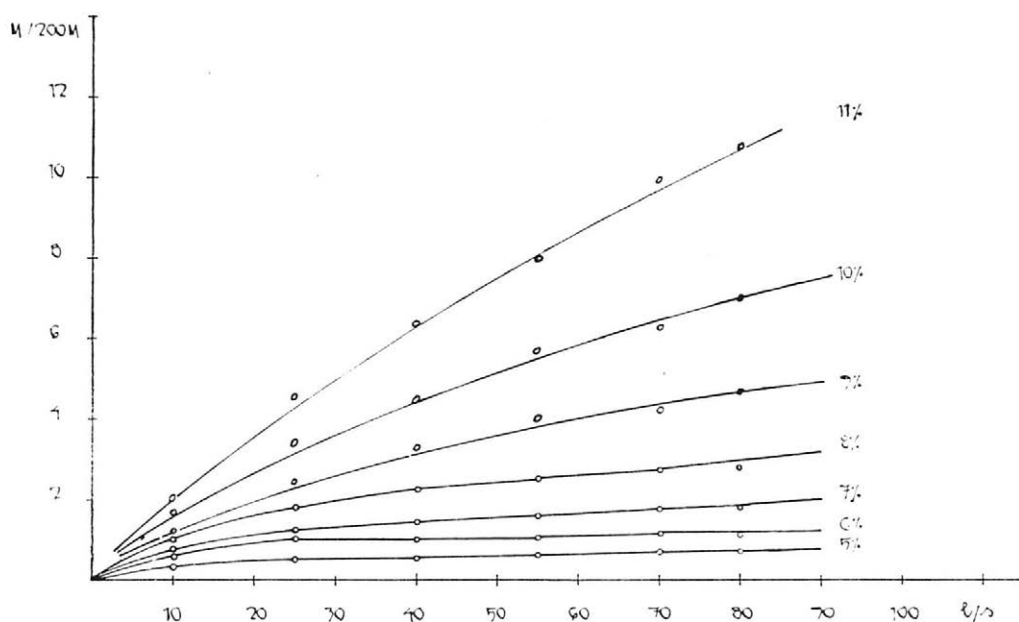
straty podľa vzťahu (20) a (24) sa líšia od hodnôt získaných priamym meraním o 9,0—18,5%.

ZÁVER

1. Rozhodujúci vplyv na tokovú charakteristiku hnojovice hovädzieho dobytká a ošipaných z hľadiska hydrodynamického má:

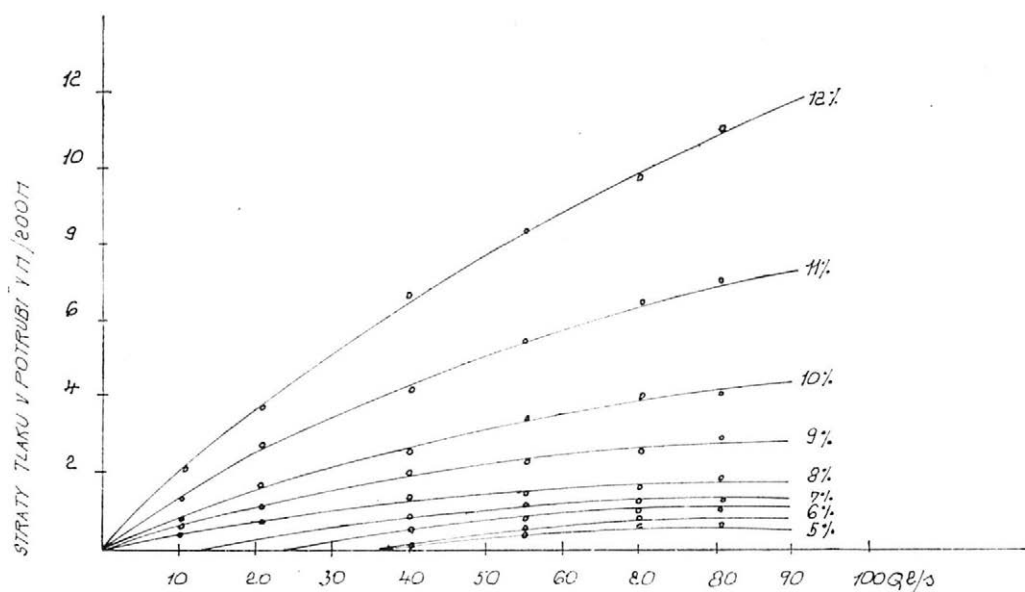


16. Tlakové straty v potrubí Ø 250 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytká

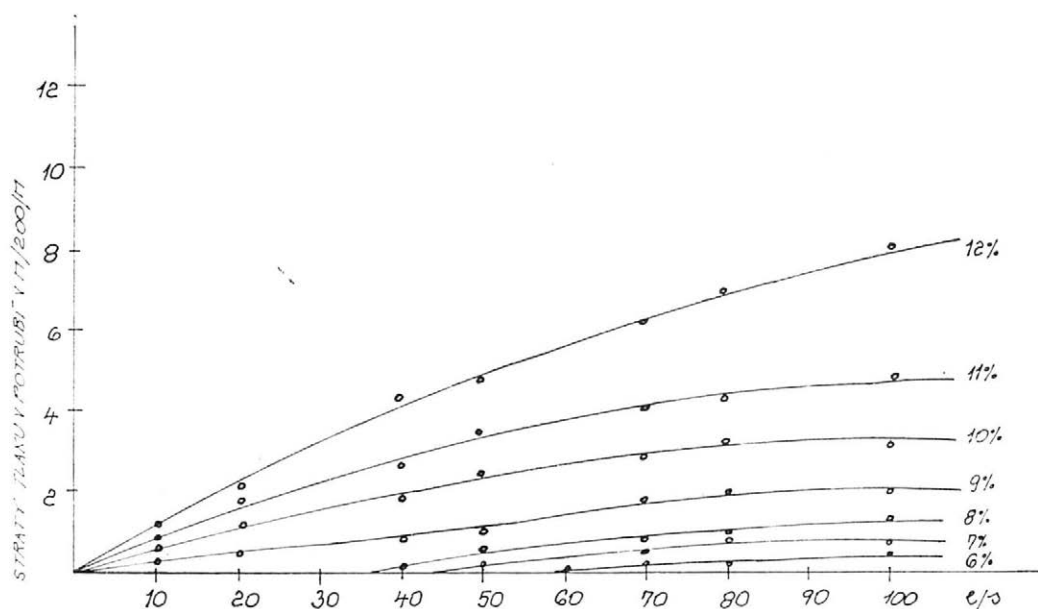


17. Tlakové straty v potrubí Ø 300 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytká

- sušina hnojovice, ktorá ovplyvňuje jej viskozitu pri rovnakých hodnotách gradientu rýchlosti a rýchlostiach prúdenia kvapaliny,
- koloidné vlastnosti hnojovice,
- disperzný stav hnojovice, ktorý môže byť štruktúrny, ale aj neštruktúrny.



18. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 400 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytku



19. Tlakové straty v potrubí $\varnothing$ 500 mm pre hnojovicu hovädzieho dobytku

2. Hnojovica ako kvapalina môže mať charakter:

- a) newtonskej kvapaliny, keď sa sušina hnojovice pohybuje v rozpätí do 2,0—2,5 %;
- b) pseudoplastickej kvapaliny, keď sušina hnojovice sa pohybuje v rozpätí 2,5—10,5 %;
- c) Binghamovej plastickej hmoty, keď sa sušina pohybuje v rozpätí nad 10,5 %.

3. Hnojovica ako pseudoplastická a Binghamova kvapalina sa môže v potrubí pohybovať laminárnym a turbulentným spôsobom. Prechod medzi laminárnym a turbulentným prúdením sa určuje pomocou kritického modifikovaného Reynoldsovo čísla. Kritické Reynoldsovo číslo pre hnojovicu ošipaných sa pohybuje v rozpätí 2563 až 3130 a pre hnojovicu hovädzieho dobytky v rozpätí 2760 až 3327.

4. Hnojovica ošipaných s rôznym percentom sušiny pri prúdení v potrubí vykazuje nižšie hodnoty dĺžkových strát ako hnojovica od hovädzieho dobytky.

5. Dĺžkové straty pri prúdení hnojovice v potrubí sú ovplyvňované:

- a) percentom sušiny hnojovice a tekutého hnoja,
- b) druhom hnojovice,
- c) profilom potrubia, prietokovou rýchlosťou, prietokom.

6. Každú hydraulickú sústavu pre tekutý hnoj a hnojovicu treba riešiť tak, aby spoľahlivo zabezpečovala dopravu média, ale s tým, aby bola riešená v rámci ekonomickej únosnosti. Pre každý konkrétny prípad riešenia treba z ekonomického a technického hľadiska zhodnotiť výber prietokového profilu potrubia, výber čerpadla a uvážiť potrebu riedenia vodou.

7. Straty trením pri prúdení tekutého hnoja a hnojovice v potrubí sú väčšie v porovnaní so stratami pri prúdení čistej vody. Z toho dôvodu nemôžu byť pri dimenzovaní hydraulickej sústavy pre tekutý hnoj a hnojovicu so sušinou nad 2,5 % používané vzorce, vzťahy, rovnice, vzťahujúce sa na newtonské kvapaliny.

8. Pre určovanie strát trením pri prúdení tekutého hnoja a hnojovice v potrubí sa odporúča používať príslušné nomogramy tejto práce.

9. Tekutý hnoj so sušinou 14 % a viac má veľmi zlé tokové vlastnosti. Dĺžková strata v potrubí je tak veľká, že dopravu potrubím treba ekonomicky prehodnotiť. Tekutý hnoj so sušinou 14 % a viac treba riediť vodou, v opačnom prípade vznikajú veľmi ťažké problémy s jeho čerpaním a dopravou potrubím.

Literatúra

HORNING, G.: Fördern von Rinder- und Schweinegülle in Druckrohrleitungen. Dal Berlin. 1971.

HRBEK, J.: Theorie des Rheogramms des pseudoplastischen Strömungsbereiches. Acta technica, 8, 1963, č. 2, s. 128-147.

KOLÁR, V. — TESÁŘÍK, I.: Laminární, průchodné a turbulentní proudění newtonských, pseudoplastických a Binghamových tekutin v přímém kruhovém potrubí. Vod. časopis, 1965, č. 2, s. 145-169.

METZNER, A. B.: Flow of Non-Newtonian Fluids. Section 7.

MISHRA, P. — TRIPATTI, G.: Transition from laminar to turbulent flow of purely viscous non-Newtonian fluids in tubes. Chem. Engng. Sci., 1971, č. 6.

OSTWALD, W.: J. Oil Col. Chem. Ass., 1973, č. 6, s. 33-88. Cit. WAELE, A. de: Viscometry and Plastometry. Kolloid Zeitschrift, 36, 1925, s. 99.

PODSTAVEK, B.: Prúdenie hnojovice v potrubí. Pôdohosp. projekt. ústav, Bratislava 1975a.

PODSTAVEK, B.: Fyzikálne a chemické vlastnosti hnojovice hovädzieho dobytky i ošipaných a riešenie manipulácie s hnojovicou. Zem. technika, 21, 1975b, č. 2, s. 79-93.

REINER, M.: Deformation Strains and Flow. Interscience, 1960.

TOMYTA, V.: A Study on Non-Newtonian Flow in Pipe-Lines. Bul. Joan Soc. Mech. Engng., Tokyo, 1959, č. 2, s. 5.

Došlo dňa 24. 11. 1975

ПОДСТАВЕК В. (Сельскохозяйственный проектный институт, Братислава, Чехословакия). Движение навозной жижи в трубах. *Zem. technika* (22) (7) : 378-396, 1976.

В работе приводятся экспериментально проверенные данные, характеризующие движение навозной жижи крупного рогатого скота и свиней в трубах. В работе, прежде всего, анализируются и устанавливаются группы, к которым относится навозная жижа, характер ее движения в трубах и приводятся, установленные путем прямых измерений, величины потерь, зависящих от длины труб, и вычисленные величины коэффициента потерь в результате трения при определенной скорости течения, пропускной способности, профиле труб и физических свойствах навозной жижи. Полученные данные могут применяться при решении гидравлических систем крупнопромышленных ферм, главным образом, при проектировании труб для транспортировки навозной жижи.

ньютоновская и неньютоновская жидкости; ламинарное и турбулентное течение навозной жижи в трубах; критическое число Райнолдсона; гидравлические потери при движении навозной жижи в трубах

PODSTAVEK B. (Agricultural Projecting Institute, Bratislava, Czechoslovakia). *Dung-water Flow in the Pipeline*. *Zem. technika* 22 (7) : 379-396, 1976.

The paper presents findings, verified by experiments, concerning the flow of cattle and pig dungwater in the pipeline. In particular, the author analyzes and determines the groups to which dungwater, or liquid manure, belongs, the character of dungwater flow; finally, the values of length losses determined by direct measurements and the calculated values of the friction loss coefficient are presented for certain flow velocities, passage rates, pipe profiles, and physical characteristics of dungwater. The findings obtained can be used for the designing of hydraulic systems of large farms and, in particular, for the designing of pipeline systems for the transportation of dungwater or liquid manure.

Newtonian and non-Newtonian fluids; laminar and turbulent dungwater flow in the pipeline; critical Reynolds' number; hydraulic losses in dungwater flow in the pipeline

PODSTAVEK B. (Landwirtschaftliches Projektinstitut, Bratislava, Tschechoslowakei). *Strömung der Gülle in der Rohrleitung*. *Zem. technika* 22 (7) : 379-396, 1976.

In der Abhandlung werden experimentell erprobte Erkenntnisse angeführt, die die Strömung der Rindvieh- und Schweinegülle in der Rohrleitung charakterisieren. Der Aufsatz vor allem erörtert und bestimmt Gruppen, zu denen die Gülle, bzw. Flüssigmist gehört, Charakter der Gülleströmung in der Rohrleitung und zuletzt werden die durch Direktmessungen gewonnenen Werte der Verluste an Länge angegeben, sowie errechnete Beiwerte der Reibungsverluste für bestimmte Flußgeschwindigkeiten, Durchfluß, Leitungsprofil und physikalische Gülleeigenschaften. Die erzielten Erkenntnisse können für die Lösung der hydraulischen Systeme von Hochleistungsfarmen, vornehmlich jedoch für das Entwerfen der Rohrleitung für die Gülle- bzw. Flüssigmistbeförderung angewandt werden.

Newtonsche und nichtnewtonsche Flüssigkeiten; laminare und turbulente Gülleströmung in der Rohrleitung; kritische Reynoldssche Zahl; hydraulische Verluste während der Gülleströmung in der Rohrleitung

Adresa autora:

Ing. Bohumil Podstavek, CSc., Pôdohospodársky projektový ústav, Vajnorská ul. 21, 800 00 Bratislava

OMEZENÍ RŮSTU ZTRÁT NA DĚLENÉM VYTRÁSADE PŘI ZVÝŠENÉ PRŮCHODNOSTI SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

H. Beyer

Vysoká škola zemědělská, Brno

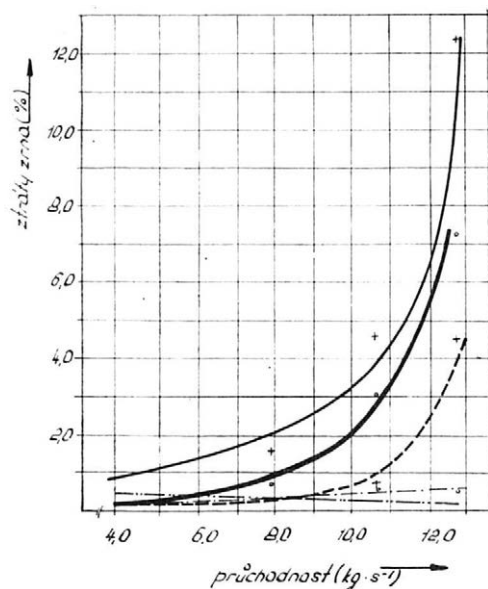
BEYER H. *Omezení růstu ztrát na děleném vytrásadle při zvýšené průchodnosti sklízecích mlátiček.* Zem. technika 22 (7): 397—425, 1976.

Práce informuje o výsledcích výzkumu, jehož účelem bylo omezit vzrůst ztrát nedokonalým vytrásáním u sklízecích mlátiček vlivem vyšší průchodnosti a změny podélného sklonu. Po ověření, že tyto ztráty jsou určující i při správném seřízení příslušných funkčních skupin, byl nejdříve podán rozbor práce děleného vytrásadla uloženého na dvou klikových hřídelích a uvedeny nejběžněji používané způsoby jeho výpočtu. Aby mohly být ověřeny hodnoty veličin použité při výpočtu, bylo provedeno mechanické měření a filmování rychlokamerou a obyčejnou kamerou. Laboratorní měření bylo uskutečněno na upravené zkušební stolici s jednotkovým pohonem funkčních skupin elektromotory. Úpravy se dělaly podle předběžně vyhodnocených výsledků určených změn zjištěných veličin (v_s , v , μ) v závislosti na příčinách zvyšování ztrát nedokonalým vytrásáním a na zjištěných skutečnostech z filmových záběrů. Z nejlepších dosažených výsledků byly vyvozeny závěry, které vycházejí z nového pohledu na činnost děleného vytrásadla (D'Alembertův princip), což je v článku zdůvodněno. Jedna alternativa je schematicky naznačena a částečně byla odzkoušena. Návrh umožňuje zvýšit oddělovací schopnost děleného vytrásadla a snížit jeho citlivost na změnu podélného sklonu jednodušeji a účinněji než změnou otáček klikových hřídelů a hospodárněji než snižováním průchodnosti. Práce přináší podklady: 1) k zpřesnění výpočtu děleného vytrásadla, 2) ke konstrukčnímu řešení děleného vytrásadla pro širší sklízecí mlátičky s vyšší průchodností, 3) ke snížení vlivu podélného sklonu na funkci děleného vytrásadla. Řešení je vhodné zejména pro krátké střídavé svahy. Z výsledků vyplývají úkoly pro vývoj.

průchodnost; počet rázů; vytrásadlo; dělené vytrásadlo; díl vytrásadla; vytrásadlo uložené na dvou klikových hřídelích; součinitel průsevu μ ; stírač; clona — paleta výkyvná, dělená; kinematický režim práce

V článku Beyera (1975) je zdůvodněno, proč je nutné společně řešit jakost práce mláticího ústrojí a vytrásadla. Prokázaný rozhodující vliv ztrát nedokonalým vytrásáním na celkové ztráty sklízecí mlátičky byl potvrzen i výsledky polně laboratorních zkoušek sklízecích mlátiček v ČSSR v sezóně 1974. Na obr. 1 a 2 znázorněný průběh závislosti ztrát nedokonalým vytrásáním na průchodnosti je u zkoušených strojů podobný, poněvadž principy rozhodujících funkčních skupin jsou stejné.

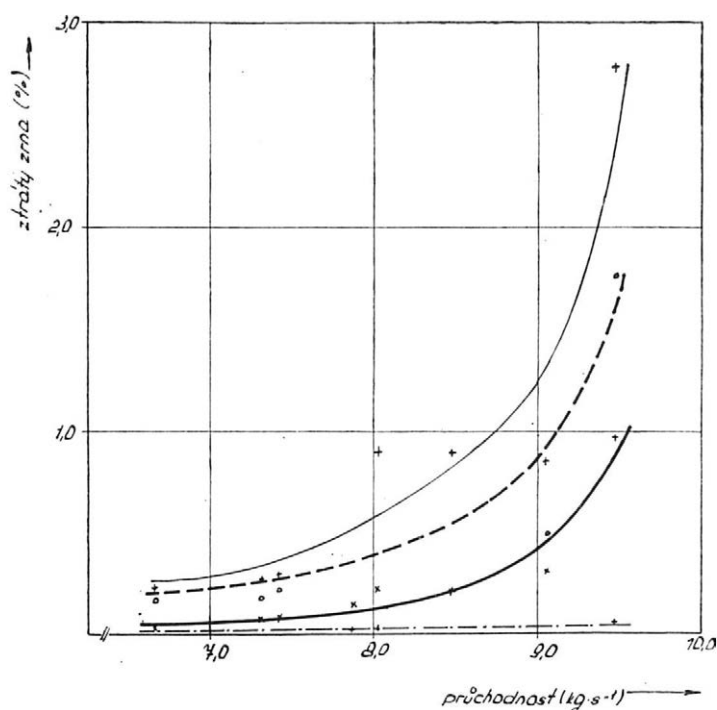
Křivky se skládají z části blížící se přímce s mírně stoupající tendencí, která určuje oblast optimálních průchodností za daných podmínek (E-516: 4,0—8,0 kg s⁻¹ — obr. 1; Bizon-Gigant: 7,0—8,5 kg s⁻¹ — obr. 2). Druhá část křivek naznačuje, jak prudce stoupají celkové ztráty při zvýšených průchodnostech, především vzrůstem ztrát nedokonalým vytrásáním.



1. Závislost ztrát na průchodnosti pšenice — sklízecí mlátička E-516 — sklon 5°

- ztráty celkem
- ztráty vytrásadlem
- - - ztráty mláticím ústrojím
- . - . - ztráty čistidlem
- - - - - ztráty žacíím ústrojím a netěsností

2. Závislost ztrát na průchodnosti pšenice — sklízecí mlátička BIZON GIGANT



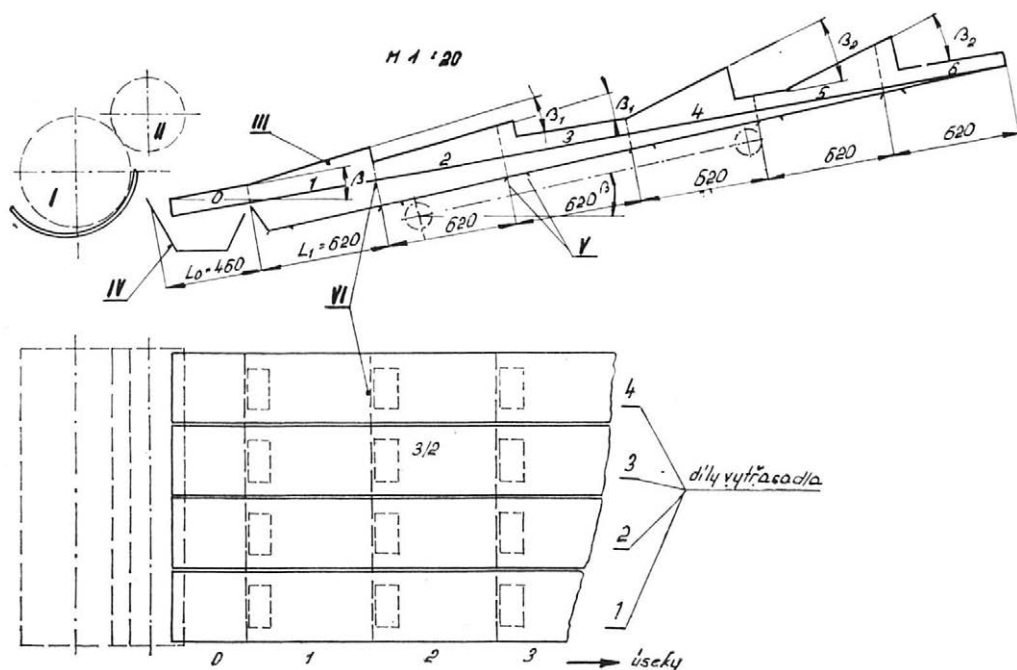
Výsledky laboratorních zkoušek z let 1970—1972 dokazují, že při správném provedení, seřízení a vyšším součiniteli σ (součinitel využití obvodové rychlosti mláticího bubnu v_b k protažení materiálu mláticím košem $\sigma = \frac{v_m}{v_b}$) je sice u mlatkového mláticího ústrojí zachována uvolňovací schopnost zrna i při vyšší průchodnosti, klesá však jeho

separace z hrubého omlatu. Mlatkové mlátičí ústrojí tedy není schopné oddělit zrna v únosné míře (dokonalosti). Tento závěr je dále potvrzován:

- neúspěšným řešením tzv. bezvytráscadlové mlátičky v ČSSR i ve světě v letech 1950—1958,
- řešením vícestupňového mlatkového ústrojí.

Množství zrna v hrubém omlatu je třeba snižovat. K tomu slouží vytráscadlo, jehož úkolem je během dopravy slámy ze stroje vyloučit z hrubého omlatu zbytek zrna.

Pro své přednosti je v současné době nejpoužívanější vytráscadlo dělené, a to tří-, čtyř-, pěti- a šestidílné, uložené na dvou klikových hřídelích (obr. 3). Poněvadž nedosta-



3. Schéma vytráscadla: I — mlátičí buben, II — odmítací buben, III — vytráscadlo, IV — svod průsevu „0“, V — háčky k uchycení svodných rukávů, VI — přepážky

tečná separace semen z hrubého omlatu u děleného vytráscadla sklízecí mlátičky při vyšší průchodnosti průkazně zvyšuje celkové ztráty, je jedním z možných řešení tohoto nedostatku zvýšit separační schopnost a účinnost. Aby mohl být vysvětlen výzkum, uskutečněný pro objasnění daného úkolu, a závěry z jeho výsledků, je účelné nejdříve popsat funkci a podat rozbor funkce děleného vytráscadla.

POPIS FUNKCE

Zrno, plevy a úhrabky se z hrubého omlatu na děleném vytráscadle oddělují složitým procesem, který lze charakterizovat jako prosévání. Složitost tohoto procesu tkví jednak v tom, že zrno je proséváno dvěma typy prosévacích elementů, jednak v tom, že k pohybu zrna těmito prosévacími elementy dochází vlivem dvou energetických složek.

Prvním typem prosévacího elementu je vrstva hrubého omlatu, čili směs vymláčené slámy, plevy a zrna. Při průsevu tímto „prostorovým“ sítem se uplatňují v plné míře obě energetické složky způsobující pohyb zrna — působení tíže zemské a síla vznikající zrychlením uděleným směsí pohybem vytráscadla. Čím je součet těchto sil větší, čím je větší hmotnost jednotlivých zrn a čím větší zrychlení uděluje vytráscadlo směsí, tím je pohyb zrna ve vrstvě rychlejší, z čehož plyne, že při stejném časovém úseku, po který je směs na vytráscadle, je oddělení zrna ze směsi dokonalejší. Na

rychlost pohybu zrna ovšem nemá vliv pouze velikost energie způsobující tento pohyb, ale přistupuje zde několik dalších významných činitelů:

1. prostorové uspořádání částic ve směsi — to znamená jak rozložení zrna v objemu vrstvy, tak i rozložení ostatních složek (plevy, sláma) a prostorová orientace jednotlivých částic, hlavně slámy;

2. relativní pohyb částic směsi v rovině rovnoběžné s pracovním povrchem vytrásadla, ve směru rovnoběžném se směrem dopravy i ve směru příčném;

3. třecí vlastnosti zrna a ostatních složek směsi, a to jak mezi částicemi téže složky (sláma po slámě), tak i mezi částicemi různých složek (zrno po slámě). Tyto vlastnosti jsou dány druhem a odrudou plodiny, klimatickými podmínkami při vegetaci, vlhkostí porostu atd.

Druhým prosévacím elementem je pracovní povrch vytrásadla. Proces prosévání zrna rovinovým sitem je podstatně jednodušší. Tento proces bývá, pokud se neucpou průpadní otvory (což je technologická závada), natolik dokonalý, že dále není propracován a průsev oběma elementy je považován za jeden proces.

Kromě uvedených kvalitativních činitelů ovlivňujících jakost separace mají na průsev zrna vliv i další činitelé kvantitativní:

4. počet a intenzita rázů působících na vrstvu směsi (v); čím jsou počty větší, tím je větší pravděpodobnost, že zrno i z horních vrstev směsi hrubého omlatu bude odděleno;

5. výška vrstvy hrubého omlatu (H); tato hodnota je dána šířkou vytrásadel, množstvím materiálu, který je na vytrásadlo dodáván za sekundu — čili průchodností materiálu s dopravní rychlostí směsi. Čím je vrstva H vyšší, tím je třeba většího počtu a intenzity rázů udělených směsi na vytrásadle.

ROZBOR FUNKCE DĚLENÉHO VYTRÁSADLA A VÝPOČET JEHO ROZMĚRŮ ZKRÁCENÝ KINEMATICKÝ ROZBOR

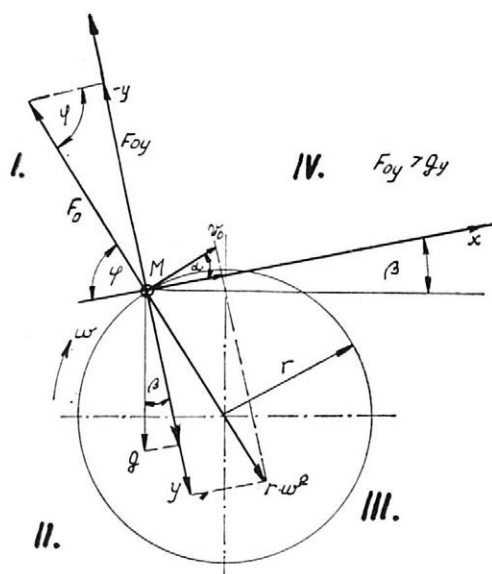
Dělené vytrásadlo, uložené na dvou klikových hřídelích, vykonává pohyb po kružnici. Shodný pohyb koná i hrubý omlat, jakmile vstoupí na pracovní povrch vytrásadla.

Pro zjednodušení matematického vyjádření se počítá jen s jedním dílem vytrásadla a je zanedbán odpor vzduchu, tření, pružnost materiálu a jeho skluz. Hmota M nabývá rychlosti po kružnici pracovního povrchu vytrásadla

$$v_o = r \cdot \omega \quad (\text{m s}^{-1})$$

kde: r — poloměr klikového hřídele vytrásadla (m)

ω — úhlová rychlost povrchu vytrásadla (s^{-1})



4. Hmotná částice M na pracovním povrchu vytrásadla

V hmotném bodě M je zaveden systém souřadnic $x; y$ (obr. 4); v něm je okamžitá poloha hmotného bodu M určena souřadnicemi

$$x = v_0 \cdot t \cdot \cos \alpha = v_0 \cdot t \cdot \cos (90 - \varphi) = r\omega t \sin \varphi \quad (1)$$

$$y = v_0 \cdot t \cdot \sin \alpha - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \cdot \cos \beta = r\omega t \cos \varphi - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \cdot \cos \beta \quad (2)$$

kde: t — čas odpovídající natočení úhlu klikového hřídele (s^{-1})

Po stanovení času poletu a za předpokladu opětného dopadu částic M za půl otáčky při času jedné otáčky T lze stanovit podmínku odtržení hmotné částice M :

$$\omega^2 \cdot r \cdot \sin \varphi \geq g \cdot \cos \beta \quad (3)$$

a odpovídající otáčky klikového hřídele

$$n_{min} \geq \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g \cdot \cos \beta}{r \cdot \sin \varphi}} \quad (\text{min}^{-1}) \quad (4)$$

ZKRÁCENÝ DYNAMICKÝ ROZBOR

Hmotný bod na vytrásadle je vystaven působení dvou sil (obr. 4):

1. síla vzniklá zrychlením tíže zemské

$$G = m \cdot g \quad (5)$$

2. síla vyvolaná přirychlováním hmoty M pohybem po kružnici

$$F_o = m \cdot a$$

Doposud se pro správnou činnost děleného vytrásadla předpokládá odpoutání hmoty od jeho pracovního povrchu — tedy nadhoz, který je podmíněn vztahem

$$F_{oy} \geq G_y \quad (6)$$

Maximálního rázu se dosáhne při dopadu materiálu zpět na povrch vytrásadla, kdy pohyb vytrásadla směřuje proti pohybu padajícího materiálu, tedy na počátku II. kvadrantu pootočení klikového hřídele vytrásadla. Při rázu hrubého omlatu o povrch vytrásadla vlivem různých setrvačných sil jednotlivých složek hrubého omlatu pronikají hmotnější a tvarově výhodnější zrna vrstvou omlatu dolů a propadají jak slámou, tak povrchem vytrásadla.

Ze zanedbaných vlivů (odpor vzduchu, tření, pružnost a skluz materiálu), které ovlivňují práci vytrásadla, a z podmínky opětného dopadu na vytrásadlo při jeho pootočení o 180° vyplývá, že provozní otáčky musí být značně vyšší než otáčky vypočítané podle vztahu (4) a lze je určit jen empiricky.

TEORIE PRŮSEVU

Přivede-li se v hrubém omlatu na určitý úsek vytrásadla hmotnost zrna y_o , část zrna se na tomto úseku oddělí — průsev y_p , část zůstane ve směsi hrubého omlatu — zůstatek zrna y . Schopnost vytrásadla oddělovat zrno ze směsi za daných podmínek charakterizuje poměr hmotnosti zrna, které bylo odděleno, čili průsev y_p , k hmotnosti zrna přivedeného y_o . Tento poměr se pak nazývá poměrem průsevu ε a je:

$$\varepsilon = \frac{y_p}{y_o} \quad (7)$$

z čehož průsev $y_p = \varepsilon \cdot y_o$, neboli v obecnější formě $\Delta y = y_p = y_o - y$ (změna hmotnosti zrna na vytrásadle, čili průsev na určitém úseku)

kde: ε — poměr průsevu na určitém úseku (—)
 y — okamžitá hmotnost zrna na vytrásadle (g)

Aby byl úsek vytrásadla charakterizován bez závislosti na jeho délce, je nutné uvažovat průsev na diferenciálu délky dL . Součinitel, který charakterizuje vytrásadlo bez ohledu na délku zvoleného úseku, pak je tzv. součinitel průsevu μ . Tedy vztah (7) může být

$$\frac{dy}{dL} = -\mu \cdot y$$

kde: znaménko — naznačuje klesající tendenci

Úpravou, integrací a delogarithmováním je:

$$\frac{y}{C} = e^{-\mu L} \quad (8)$$

Konstanta C se určí z úvahy: bude-li délka vytrásadla $L = 0$, dosazením do vztahu (8) je: $C = y$, čili C = hmotnost zrna přivedeného na uvažovaný úsek, neboť průsev při $L = 0$ bude nulový $y_p = 0$.

Je-li množství přivedeného zrna na vytrásadlo y_o , pak $C = y_o$ a vznikne vztah

$$y = y_o \cdot e^{-\mu L} \quad (9)$$

Má-li se určit podmínka pro maximální ztráty nedokonalým vytrásáním z_v při určité velikosti součinitele průsevu μ a hmotnosti zrna přivedeného na vytrásadlo y_o , pak ze vztahu vyplývá, že jedinou možností, jak ovlivnit velikost ztrát z_v , je změna délky vytrásadel

$$z_v = y_o \cdot e^{-\mu L_t} \quad (10)$$

kde: L_t — teoretická délka dílu vytrásadla (m)

$$L_t = \frac{I_n \frac{z_v}{y_o}}{-\mu} \quad (m) \quad (11)$$

$$z_v = \frac{y_o \cdot p_z}{100} \quad (g)$$

kde: μ — tzv. součinitel průsevu (m^{-1})
 y_o — hmotnost zrna přivedeného na vytrásadlo (g)
 p_z — povolené procento ztrát (%)

Z uvedeného tedy vyplývá, že ztráty nedokonalým vytrásáním lze ovlivnit:

1. změnou délky vytrásadel, kterou ovšem nelze z konstrukčních důvodů zvyšovat libovolně. Také účinnost separace se zvyšováním jejich délky klesá, neboť na jejich konci klesá podíl zrna ve vrstvě hrubého omlatu;

2. změnou součinitele průsevu μ , který zahrnuje všechny vlivy působící na průsev zrna;

3. snížením hmotnosti zrna vstupujícího na vytrásadlo y_o .

Průsevní plocha děleného vytrásadla je dána součinem jeho šířky a délky

$$S_v = B_v \cdot L_s \quad (\text{m}^2)$$

Šířka vytrásadla je stejná jako šířka mlatkového mláticího ústrojí: $B_v = B$ (není účelné, aby byla větší), separační plocha se zvětšuje změnou jejich délky

$$y = f \cdot L \quad (12)$$

Délka děleného vytrásadla se vypočítá:

1. Z maximálně přípustných ztrát volného zrna na konci vytrásadla (0,25 %)

$$Z_v = 0,0025 \cdot y_o = y_o \cdot e^{-\mu L_t} \quad (13)$$

Teoretická délka vytrásadla je:

$$L_t = \frac{l_n \cdot 0,0025}{-\mu} = \frac{6}{\mu} \quad (14)$$

Skutečná délka vytrásadla je:

$$L_s = \frac{L_t - L_1}{\cos \beta} \quad (15)$$

kde: L_1 — vzdálenost osy odmítacího bubnu od počátku vytrásadla (ve střední poloze) — (m)
 β — úhel sklonu pracovní plochy vytrásadla ($^\circ$)

Tak zvaný součinitel průsevu zrna μ , udávaný např. Letošněvem (1949) $\mu = 1,6$ až $1,8 \text{ m}^{-1}$, je rozhodujícím činitelem k určení odpovídající délky vytrásadla. Bylo tedy nutné stanovit jeho velikost, vhodnou pro sklízecí mlátičky.

2. Z doporučeného počtu úderů do hrubého omlatu.

Skutečná délka vytrásadla také je:

$$L_s = \frac{v \cdot v_s}{n} \quad (16)$$

kde: v — počet úderů dílů vytrásadla do hrubého omlatu a je:

$$v = v_o \frac{H}{H_o} \quad (17)$$

v_s — střední rychlost dopravy hrubého omlatu (m s^{-1})

n — počet otáček hnacího klikového hřídele (s^{-1})

v_o — doporučený počet úderů pro střední vrstvu hrubého omlatu H_o — podle Letošněva (1949) $v_o = 30 - 65$ (40)

H_o — střední výška vrstvy hrubého omlatu na vytrásadle (0,15–0,18 m)

H — skutečná výška hrubého omlatu na vytrásadle

Skutečnou výšku hrubého omlatu na vytrásadle, a tím i rozměry podle vztahů (16) a (19), lze vypočítat z průchodnosti mláticím ústrojím

$$q - \zeta q = B_v \cdot H \cdot v_s \cdot \varrho$$

a odtud

$$H = \frac{(1 - \varphi) \cdot q}{B_v \cdot v_s \cdot \varrho} \quad (\text{m}) \quad (18)$$

kde: φ — součinitel hmotnostního snížení průchodu mláticím ústrojím

q — průchodnost mláticím ústrojím (kg s^{-1})

3. Z průchodnosti vytrásadel

Průchodnost vytrásadla v závislosti na správné funkci podle Antipina (1968) je:

$$q = \frac{L_s^2 \cdot n^2 \cdot B_v \cdot \varrho \cdot H_o}{60^2 (1 - k) v_s - v_o^2} \quad (\text{kg s}^{-1})$$

z čehož:

$$L_s = \sqrt{\frac{q [60^2 (1 - k) v_s - v_o^2]}{n^2 \cdot B_v \cdot \varrho \cdot H_o}} \quad (\text{m}) \quad (19)$$

kde: B_v — šířka vytrásadla (m)

ϱ — hmotnost hrubého omlatu (kg m^{-3})

k — obsah zrna v obilní hmotě (—)

n — počet otáček hnacího klikového hřídele vytrásadla (min^{-1})

Ověřením v praxi byly zjištěny rozdíly hlavně v předpokládané kvalitě práce, která kolísá v důsledku variabilních podmínek, tj. vlastností sklizených plodin, přírodních a terénních podmínek.

Vliv sklonu na jakost práce sklízecí mlátičky je známý, rozsah tohoto vlivu však není dosud určen. Kromě toho ani v příznivých podmínkách jakost práce vytrásadla neodpovídala předpokladům. Proto byl výzkum zaměřen na zjištění příčin snížení kvality práce děleného vytrásadla, aby úpravami mohly být nedostatky odstraněny. Šlo tedy o výzkum k zdokonalení děleného vytrásadla.

RÁMCOVÁ METODIKA ZKOUŠEK

VÝZNAM ZKOUŠEK PRO VÝZKUM

Na základě rozboru funkce děleného vytrásadla a požadavků Agrostroje Prostějov měly laboratorní zkoušky za úkol:

1. stanovit účinný kinematický režim vzhledem k dopravě hrubého omlatu ze stroje a k oddělovací schopnosti zrna,
2. ověřit návaznost funkčních skupin při výstupu z mláticího bubnu, při průchodu odmítacím bubnem na vytrásadlo a při odběru hrubého omlatu díly vytrásadla,
3. zjistit oddělovací schopnost vytrásadla v jeho jednotlivých částech,
4. ověřit různé úpravy vedoucí k zintenzívnění oddělovací schopnosti děleného vytrásadla.

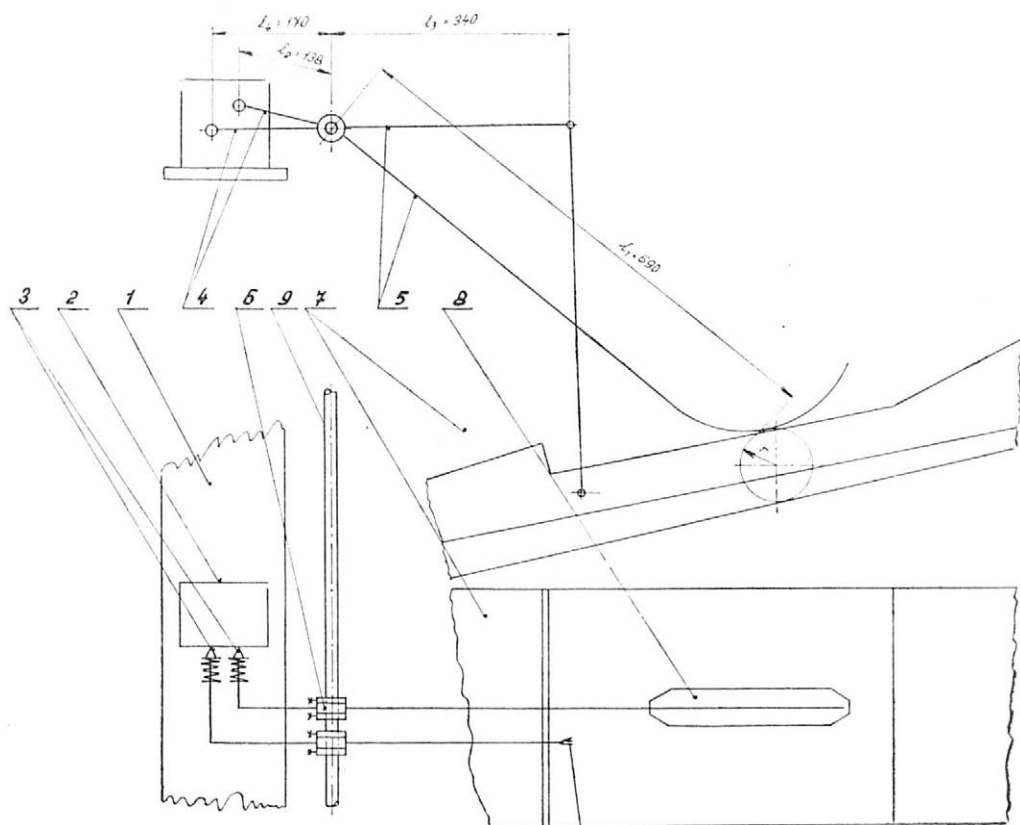
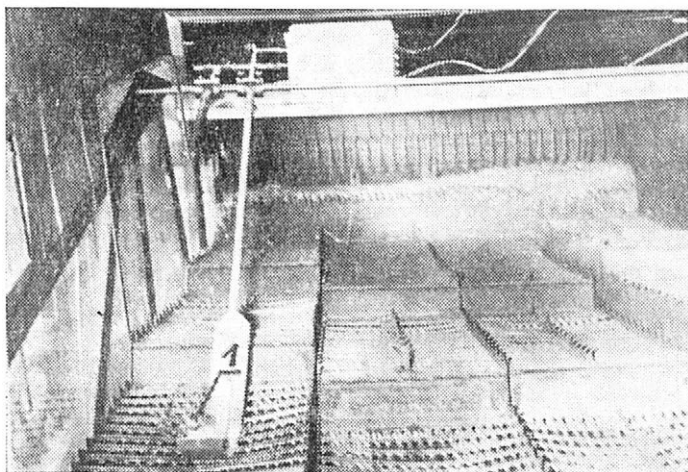
Je proto zapotřebí:

- ověřit hodnoty tzv. součinitele průsevu μ (m^{-1}) použitého ve vztazích (14) a (16)
- zjistit intenzitu a počet rázů ν (—) použitých ve vztahu (16),
- změřit výšku vrstvy hrubého omlatu H (m) použitého ve vztazích (17) a (18) a stanovit rychlost dopravy hrubého omlatu v_s (m s^{-1}), použité ve vztazích (16), (18) a (19),
- ověřit funkci šestidílného vytrásadla provedeného jako tři systémy dílů vytrásadel pootočených o 180° (navzájem o 90°) a zjistit vliv sklonu určeného úhlem β na funkci děleného vytrásadla.

Kinematický režim děleného vytrásadla

$$k = \frac{r \cdot \omega^2}{g} \quad (20)$$

5. Registrační a snímací zařízení — čelní pohled: 1 — žárovka na kluzáku



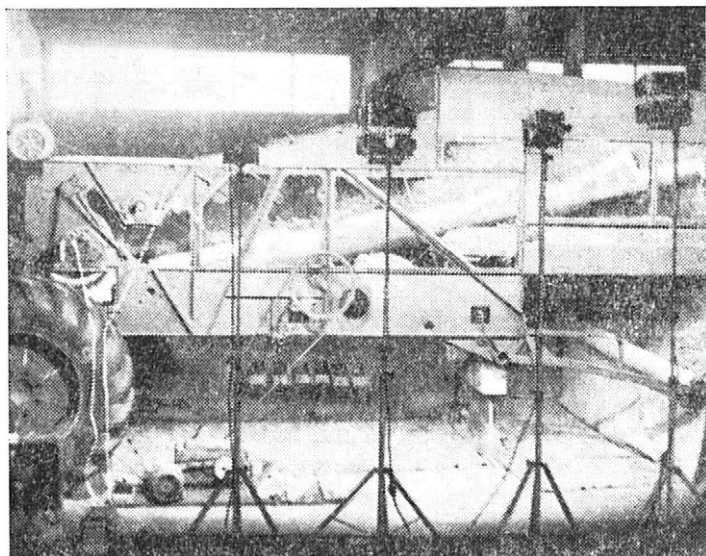
6. Schéma registračního zařízení: 1 — podložka; 2 — registrační přístroj; 3 — zapisovací tužky; 4 — zapisovací ramena; 5 — snímací ramena; 6 — stavěcí kroužky; 7 — vytrásadlo; 8 — kluzák - snímač; 9 — hřídel

Při daném gravitačním zrychlení g a konstantním poloměru klikového hřídele r je kinematický režim děleného vytrásadla měněn úhlovou rychlostí, která se mění změnou otáček klikového hřídele. Těmito ukazateli a časem, po který je hrubý omlat na vytrásadle, je dán počet rázů ν . Počet rázů se tedy při konstantní délce vytrásadel řídí dopravní rychlostí v_s , která je ovlivněna úhlem sklonu pracovní plochy vytrásadel β , a počtem otáček klikového hřídele vytrásadla. Závislost uvedených faktorů ν , v_s a β lze zkoumat teoreticky při podstatném zjednodušení (zanedbání elasticity a soudržnosti vrstvy, odporu vzduchu apod.); proto byl jejich výzkum experimentální.

Výška vrstvy hrubého omlatu na vytrásadle H je určena průchodností mláticím ústrojím a rychlostí dopravy vytrásadlem. Poněvadž ji nebylo možné měřit ani při zkoušce, ani z filmových záběrů, bylo ke stanovení její skutečné hodnoty zhotoveno snímací zařízení (obr. 5, 6).

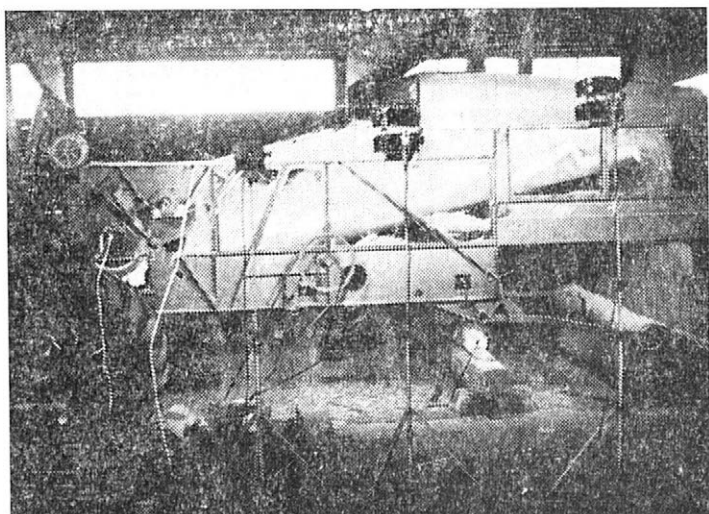
LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Zkoušky jsme dělali na školním statku v Žabčicích a v hale katedry mechanizace rostlinné výroby VŠZ v Brně v letech 1970 až 1973 jednak v sezóně s obilím (pšenice,



7. Zkušební stolice v provozu — pohon vytrásadla přes variátor

8. Zasklení bočnice krytu vytrásadla — náhrada zadní nápravy na kapalných zvedácích



ječmen), jednak mimo sezónu s uměle připravenou směsí zrna, slámy či sena. Celkem jsme uskutečnili přes 800 měření.

Poněvadž celkové uspořádání pracoviště, použitý materiál, technické zajištění zkoušek a jejich provedení již bylo popsáno (Beyer, 1975), jsou dále uvedeny jen úpravy vytrásadel.

Čtyřdílné vytrásadlo bylo poháněno elektromotorem přes variátor umožňující plynulou změnu otáček (obr. 7). Jednotlivé díly vytrásadla byly délkově rozděleny na sedm stejných úseků, oddělených navzájem přepážkami. Před přepážkami byly ve skluzech vytrásadel vystřiženy otvory a z nich byl textilními rukávci odváděn prosátý materiál do zachycovacích nádob. Pro filmování a počítání rázů byla stěna bočnice krytu zasklena (obr. 3, 7, 8). Zadní náprava byla demontována a stroj usazen na kapalinových zvedácích, aby bylo možné měnit pracovní sklon vytrásadel (obr. 8).

Pro zkoušky s náhradním materiálem bylo mláticí ústrojí zaslepeno a obvodová rychlost mláticího bubnu snížena pod 21 m s^{-1} . Pro předpokládanou hmotnost zrna v hrubém omlatu (10–25 %) byl sestrojen nomogram.

Všechny hodnoty získané při zkoušce, tj. čas průchodu materiálu stolicí, otáčky mláticího bubnu a hřídele vytrásadla, příkony a po zkoušce vážením získané hmotnosti byly zaznamenány do připravených záznamových tabulek. Příslušné registrační záznamy byly označeny datem a číslem zkoušky.

V mimosezónních zkouškách byla také měřena výška vrstvy hrubého omlatu na vytrásadle. Měřili jsme při chodu vytrásadel registračním snímáním pohybu pracovního povrchu vytrásadla a vrstvy hrubého omlatu na něm (obr. 5, 6). Pro měření vrstvy za pohybu vytrásadla je v jeho střední části nad základním sklonem β_0 instalováno rameno snímače. Základní poloha ramene je 85 mm nad povrchem vytrásadla při jeho dolní poloze. Kluzákem byla sledována výška hrubého omlatu (pro grafický záznam) a současně se pákovým převodem zaznamenával pohyb vytrásadel (obr. 5, 6). Na kluzáku byla umístěna žárovka a pohyb kluzáku byl filmován 8mm a 16mm kamerou (obr. 5). Aby se mohla měřit výška vrstvy za klidu stroje, bylo vytrásadlo po délce rozděleno na devět úseků rozmístěných na obě strany od místa měření za pohybu. Výška vrstvy se měřila posuvným měřítkem kolmo na činnou plochu vytrásadla.

VYHODNOCENÍ ZKOUŠEK

Stanovení průchodnosti při zkoušce

Průchodnost (kg s^{-1}) je součtem hmotnosti veškerého zachyceného materiálu dělená časem průchodnosti příslušným ústrojím.

Výpočet zůstatku na jednotlivých úsecích děleného vytrásadla

Je-li průsev na i -tém úseku vytrásadla p_i , pak velikost zůstatku na n -tém úseku bude

$$z_n = z_6 + \sum_{i=n+1}^6 p_i \quad (\text{g})$$

kde: $i = 1-6$

$n = 0-5$

z_6 – ztráty nedokonalým vytrásáním (g)

Poněvadž průpadní plocha mezi vytrásadly je považována za součást pracovního povrchu, byl průpad mezi vytrásadly rozdělen úměrně průsevům na jednotlivých úsecích podle vztahu:

$$\frac{\Delta p_n}{P} = \frac{p_n}{\sum_0^6 p_n}$$

Pro výpočet součinitele průsevu na „sdružených“ úsecích je

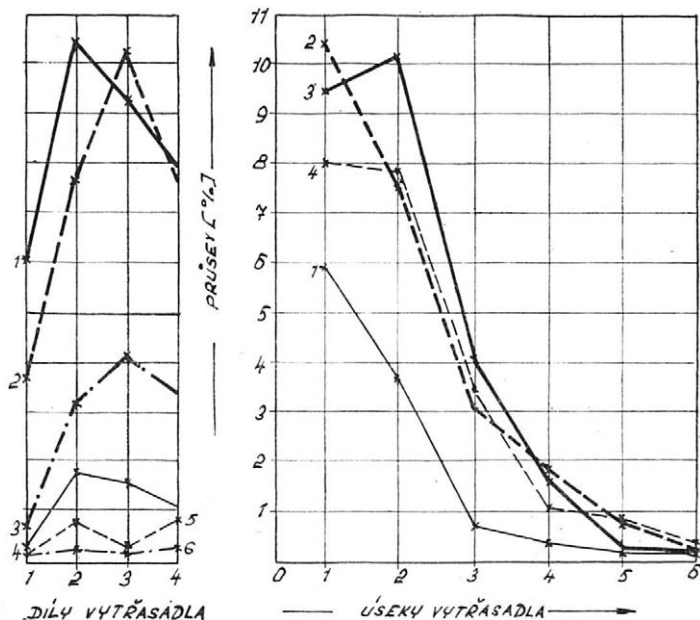
$$\mu_s = \frac{-1_n \cdot a}{\sum_i L} \quad (24)$$

$$\text{kde: } a = \frac{\sum_i z'}{z'_{i-1}}$$

i — index prvního úseku
 k — index posledního úseku

Hodnoty průsevu a zůstatků, hodnoty přepočtených průsevu a zůstatků a hodnoty vypočtených součinitelů průsevu byly zpracovány tabelárně (tab. I) a graficky (obr. 9, 10).

10. Průsevy zrna na jednotlivých dílech a úsecích vytrásadla



Výpočet počtu rázů v a střední dopravní rychlosti slámy na děleném vytrásadle

Ze záznamových tabulek byly vypočítány průměry odděleně z úseků 0, 1, 2 a 4, 5, 6. Třetí úsek byl rozdělen do vstupní poloviny 440 a do výstupní poloviny 180. Celkové výsledky byly zpracovány tabelárně i graficky, a to:

1. závislost průměrné dopravní rychlosti celkové v a celkového počtu rázů v na sklonu vytrásadel β při konstantních otáčkách hnacího klikového hřídele n (obr. 11);
2. závislost průměrné dopravní rychlosti v_1, v_2 a počtu rázů v_1, v_2 v jednotlivých úsecích na úhlu sklonu vytrásadel $\beta_{01} = \beta_{02}$ a $\beta_{03, 04}$ při konstantních otáčkách hnací kliky (obr. 12);
3. závislost průměrné dopravní rychlosti celkové v a celkového počtu rázů v na otáčkách hnací kliky při konstantním úhlu sklonu vytrásadel β_0 ;
4. závislost průměrné dopravní rychlosti v_1, v_2 a počtu rázů v_1, v_2 v jednotlivých úsecích na otáčkách hnací kliky při konstantním úhlu sklonu vytrásadel β_{01}, β_{02} a $\beta_{03, 04}$.

I. Průsevy, zůstatek a součinitel průsevu μ na vytrásadle

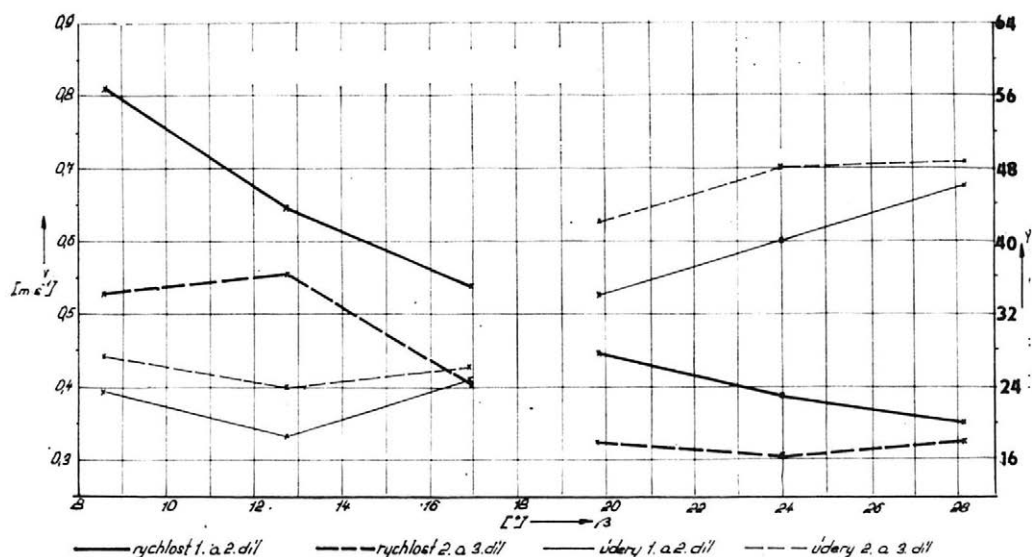
Číslo zkoušky		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		a – průsev } bez průpadných ploch (%) b – zůstatek }								průpad mezi vytrásadly %			
		c – průsev } s průpadními plochami d – zůstatek }											
	řád.	0	1	2	3	4	5	6		0	1	2	
610	a	8,85	18,18	23,83	17,00	12,57	8,16	2,77	5,74	0,220	0,399	0,692	
	b	85,27	67,09	43,26	26,26	13,69	5,53	2,76					
	c	9,49	19,48	24,53	18,22	13,47	8,74	2,96					
	d	90,39	70,68	46,15	27,93	14,46	5,72	2,76					
611	a	10,23	24,15	32,30	16,03	9,78	2,04	0,19	4,35	0,248	0,538	1,221	
	b	85,14	60,99	28,69	12,66	2,88	0,84	0,65					
	c	10,70	25,35	33,88	16,86	10,23	2,13	0,20					
	d	89,30	63,95	30,07	13,21	2,98	0,85	0,65					
612	a	12,67	26,30	29,31	12,76	5,66	2,00	0,33	5,82	0,346	0,672	1,360	
	b	17,14	50,84	21,53	8,77	3,11	1,11	0,78					
	c	14,46	28,93	32,13	14,56	6,51	2,12	0,35					
	d	65,48	56,45	24,32	9,76	3,25	1,13	0,78					
613	a	10,06	22,80	28,00	16,60	10,12	3,51	0,66	6,44	0,250	0,522	0,972	
	b	82,95	60,15	32,15	15,55	5,43	1,92	1,06					
	c	10,81	24,49	30,05	17,85	10,93	3,75	0,92					
	d	89,15	64,56	34,51	16,66	5,73	1,96	1,06					
614	a	10,63	21,88	24,85	14,87	8,59	6,22	2,36	6,39	0,265	0,484	0,843	
	b	88,08	61,20	36,35	21,48	12,89	6,67	4,31					
	c	11,37	23,41	26,60	15,91	9,20	6,67	2,53					
	d	86,63	65,22	38,62	22,71	13,51	6,84	4,31					
615	a	12,18	26,58	26,55	13,93	8,42	3,84	1,24	5,40	0,300	0,629	1,047	
	b	82,38	55,80	29,25	15,32	6,90	3,06	1,82					
	c	12,90	28,15	28,13	14,75	8,92	4,07	1,31					
	d	87,15	59,00	30,87	16,12	7,20	3,13	1,82					

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
W součinitel průsevu μ_0 na jednotlivých úsecích vytřásadla (m^{-1})										Poznámka
3	4	5	6	1-3	2-3	4-6	4-5	1-6	0-9	
0,809	1,066	1,497	1,138	0,631	0,750	1,240	1,298	0,935	0,857	PO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 220 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 5,20 \text{ kg s}^{-1}$
1,327	2,400	2,027	0,434	1,027	1,270	1,614	2,210	1,320	1,201	PO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 210 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 3,50 \text{ kg s}^{-1}$
1,473	1,771	1,706	0,598	1,167	1,417	1,353	1,721	1,260	1,159	PO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 212 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 5,12 \text{ kg s}^{-1}$
1,175	1,730	1,715	1,010	0,913	1,093	1,477	1,717	1,189	1,085	PO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 210 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 5,63 \text{ kg s}^{-1}$
0,858	0,839	1,098	0,747	0,731	0,650	0,893	0,565	0,812	0,745	PO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 212 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 7,26 \text{ kg s}^{-1}$
1,047	1,300	1,345	0,873	0,906	1,047	1,170	1,320	1,038	0,956	NO, PS P $\beta = 11^\circ 10'$ $n_v = 208 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 6,83 \text{ kg s}^{-1}$

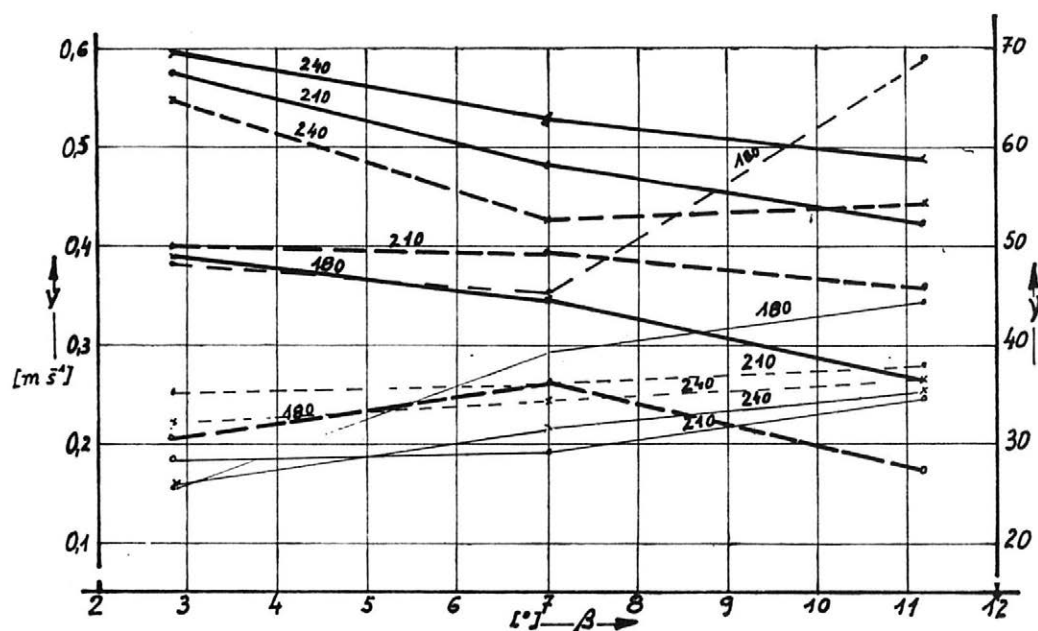
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
616	a	11,73	32,53	27,19	10,85	4,79	1,84	0,87	5,73	0,300	0,878	1,452
	b	78,74	46,21	18,02	8,17	3,38	1,54	0,67				
	c	12,85	36,53	29,97	11,92	5,08	1,95	0,92				
	d	87,14	50,51	20,54	8,62	3,54	1,59	0,67				
617	a	10,30	26,42	27,00	13,12	8,20	4,30	1,90	5,48	0,253	0,624	1,045
	b	83,46	57,04	30,04	16,92	8,72	4,42	2,52				
	c	11,01	28,29	28,91	14,00	8,69	4,50	2,01				
	d	88,98	60,59	31,68	17,68	9,09	4,53	2,52				
618	a	10,32	20,11	23,60	16,25	12,42	7,61	1,67	5,76	0,255	0,440	0,743
	b	84,50	64,35	40,79	24,54	12,12	4,51	2,84				
	c	10,97	21,24	24,68	17,07	12,99	8,09	1,77				
	d	89,01	67,85	42,97	25,90	12,70	4,61	2,84				
619	a	10,48	23,18	24,96	12,33	8,46	5,92	2,90	5,04	0,268	0,514	0,847
	b	84,56	61,38	36,42	24,09	15,63	9,71	6,81				
	c	11,18	24,62	26,49	18,14	8,94	6,26	3,06				
	d	88,82	64,70	38,21	25,07	16,13	9,87	6,81				
620	a	8,88	18,93	22,03	16,16	12,93	7,06	2,50	7,70	0,220	0,417	0,676
	b	83,51	64,58	42,55	26,38	13,46	6,40	3,90				
	c	9,63	20,56	23,93	17,54	14,03	7,67	2,72				
	d	90,36	69,79	45,86	28,32	14,29	6,62	3,90				
621	a	8,87	15,92	17,46	16,09	15,37	10,69	2,83	8,17	0,220	0,334	0,481
	b	84,29	68,37	50,91	34,82	19,45	8,76	5,93				
	c	9,71	17,13	18,82	17,40	16,53	11,61	3,10				
	d	90,32	73,39	54,57	37,17	20,64	9,03	5,93				

P — pšenice
 PO — prstový odmítací buben
 PS — prstový vkladáč nad vytrásadly
 NO — normální odmítací buben
 β — úhel roviny vytrásadel
 q — průchodnost
 n_v — otáčky vytrásadel

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1,400	1,437	1,293	1,391	1,240	1,424	1,371	1,361	1,307	1,195	NO, PS P $\beta = 11^{\circ}10'$ $n_v = 182 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 5,63 \text{ kg s}^{-1}$
0,942	1,077	1,127	0,947	0,868	0,991	1,046	1,092	0,956	0,878	NO, PS P $\beta = 11^{\circ}10'$ $n_v = 210 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 6,56 \text{ kg s}^{-1}$
0,818	1,148	1,637	0,780	0,663	0,777	1,187	1,390	0,923	0,850	NO, PS P $\beta = 11^{\circ}10'$ $n_v = 240 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 6,43 \text{ kg s}^{-1}$
0,683	0,713	0,969	0,596	0,679	0,765	0,700	0,751	0,689	0,640	NO, PS P $\beta = 3^{\circ}50'$ $n_v = 180 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 6,24 \text{ kg s}^{-1}$
0,780	1,102	1,242	0,854	0,623	0,728	1,063	1,170	0,843	0,774	NO, PS P $\beta = 3^{\circ}50'$ $n_v = 211 \text{ ot min}^{-1}$ $q = 5,42 \text{ kg s}^{-1}$
0,620	0,948	1,332	0,680	0,477	0,548	0,983	1,139	0,777	0,725	NO, PS P $\beta = 3^{\circ}50'$ $n_v = 242 \text{ ot min}^{-1}$



11. Závislost dopravní rychlosti v a počtu úderů n na sklonu vytrásadla
Volný materiál ve dvou dílech při 3,5 ot. s⁻¹



12. Srovnání výsledné dopravní rychlosti v a počtu úderů n na sklonu pracovní plochy vytrásadla; volný materiál na dvou dílech

1. a 2. díl pootočený při spolupráci o 180° — čáry plné, 2. a 3. díl pootočený při spolupráci o 90° — čáry přerušované; pro rychlost čáry silné, pro počet úderů čáry slabé

===== v 1. a 2. díl — 240 min ⁻¹	===== v 2. a 3. díl — 240 min ⁻¹
===== v 1. a 2. díl — 210 min ⁻¹	===== v 2. a 3. díl — 210 min ⁻¹
===== v 1. a 2. díl — 180 min ⁻¹	===== v 2. a 3. díl — 180 min ⁻¹

Stanovení výšky vrstvy na děleném vytrřasadle

1. Za pohybu vytrřasadla

Za chodu stroje byl na jeden záznam registrován pohyb vytrřasadla i pohyb vrstvy materiálu. Protože křivka ohraničující vrstvu nebyla zřetelná, byly spojeny mezi sebou horní a spodní vrcholy křivky. Takto vzniklé plochy byly zplanimetrovány a děleny délkou základny záznamu. Získané body v příslušném měřítku jsou výškami vrstvy materiálu na vytrřasadle. Střední výška vrstvy je aritmetickým průměrem obou. Připočtením konstanty $k = 85$ mm, což je nastavení snímacího ramene nad horní polohou vytrřasadla, se získá H . Z vyhodnocení několika záznamů se vypočte průměr výšky vrstvy pro určitou zkoušku.

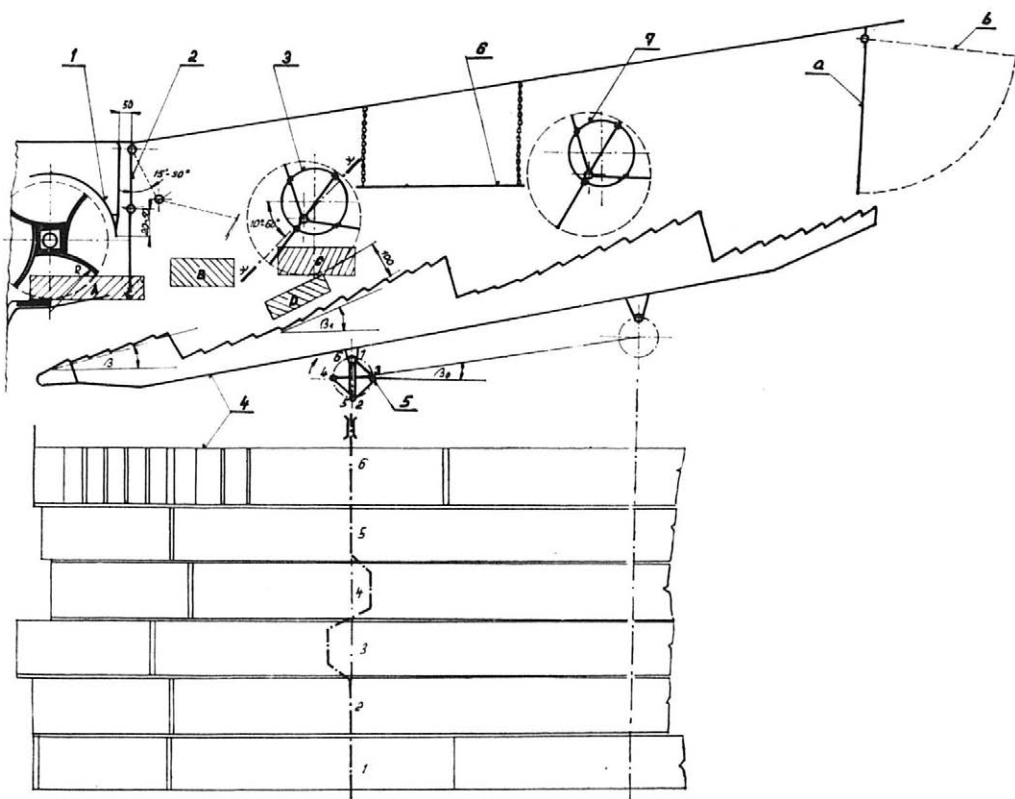
2. Za klidu vytrřasadla

Zaplněné vytrřasadlo se zastavilo a v předem označených místech jeho krytu se měřila výška posuvným měřítkem. Z naměřených hodnot byly stanoveny průměrné hodnoty.

Vyhodnocení záběrů filmu k určení rychlosti materiálu při výstupu z mlátícího ústrojí a na vytrřasadle

K vyhodnocení záběrů filmu bylo použito zvětšovacího přístroje Magnifax, stejně jako při stanovení rychlosti materiálu při průchodu materiálu mlátícím ústrojím.

Ke stanovení rychlosti byla zvolena čtyři místa, označená na obr. 13 A, B, C a D, a to postupně od začátku záznamu až na konec tak, aby vždy jedno měření bylo na stejném úseku filmu.



13. Návrh šestidílného vytrřasadla podle výsledků výzkumu pro šířku větší než 1300 mm: 1 — stírač; 2 — výkyvná dělená clona; 3 — prstový čechrač; 4 — dělené vytrřasadlo; 5 — schéma klikového hřídele; 6 — tlumicí dělený plech; 7 — prstový čechrač; 8 — clona při výstupu automaticky stavitelná; a — poloha při jízdě po rovině a do kopce se sklonem větším než $+5^\circ$; b — poloha při jízdě s kopce o sklonu -5°

Pohyb částečky slámy byl sledován po dobu odpovídající filmovému záznamu 20 okének filmu. Posuv byl zaznamenáván po čtyřech políčkách filmu. Vyhodnocení bylo obtížné a u některých zkoušek nebylo možné pro špatnou viditelnost, která byla způsobena jednak nekvalitním filmovým záznamem, jednak slabým světlem, kterého je možné ve zvětšovací přístroji použít. Proto byly záznamy vyhodnoceny na speciálním promítacím přístroji VÚZS Praha - Chodov, který umožňuje zastavení promítaného filmu v libovolném místě na libovolnou dobu, aniž by došlo k jeho propálení. Kromě toho umožňuje toto zařízení posuv filmu po jednotlivých okénkách s frekvencí jednoho okénka za sekundu. Obraz byl promítán na milimetrový papír, takže se přímo odečítalo posunutí sledovaného stébka.

Tímto vyhodnocovacím zařízením byly jednak znovu vyhodnoceny zkoušky 14/72, jednak záběry i ostatních zkoušek, protože promítaný obraz byl zřetelnější.

Poněvadž vyhodnocením oběma způsoby byly zjištěny rozdílné rychlosti, byla významnost zjištěných rozdílů rychlosti ověřena metodou t -testu.

Vyhodnocení materiálu

Materiál jsme vyhodnocovali na zvláštním vyhodnocovacím zařízení, které umožnilo bezpečně ze všech průpadů vyloučit zrno. Po strojním zpracování bylo vyloučení zrna dokončeno ručně.

VÝSLEDKY ZKOUŠEK

Výsledky mimosezónních zkoušek jsou uvedeny chronologicky tak, aby mohly být ověřeny závislosti dopravní rychlosti a počtu rázů na sklonu pracovního povrchu vytrásadla. Graficky jsou uvedeny jen výsledky s volným materiálem na 1. a 2. dílu — pootočených navzájem o 180° — a na 2. a 3. dílu — pootočených o 90° . Každý vynesení bod je průměr pěti měření při vyloučení extrémních hodnot (obr. 12).

Při změně podélného sklonu se počet rázů mění nepřímo úměrně se změnou dopravní rychlosti. Například při $210 \text{ ot min}^{-1} = 3,5 \text{ s}^{-1}$ (obr. 11).

Rychlosti i počty rázů jsou různé u spolupracujících dílů navzájem pootočených o 180° a 90° . Zatímco rychlost dopravy je vyšší u pootočených dílů vytrásadel o 180° , počet rázů je naopak vyšší u dílů pootočených o 90° (obr. 12).

V odborné literatuře doporučovaný počet rázů je dosahován při 180 až 240 ot min^{-1} (3–4 ot s^{-1}).

VÝSLEDKY ZKOUŠEK K URČENÍ TZV. SOUČiniteLE PRŮSEVU μ

Velikosti μ , zjištěné zkouškami, byly vypočteny v tabulkách (tab. I). Aby mohly být využity k určení délky děleného vytrásadla, byly vypočítány průměrné hodnoty, určené praktickými podmínkami při práci sklízecí mlátičky v převážně rovinném terénu. Jsou to podmínky: průchodnost $q = 3\text{--}8 \text{ kg s}^{-1}$, úhel svahu $\beta = -7^\circ$ až $+5^\circ 30'$; otáčky klikového hřídele $n_v = 180$ až 240 ot min^{-1} (3–4 ot s^{-1}). Pro pšenici byla zjištěna hodnota $\mu = 0,92 \text{ m}^{-1}$ při rozmezí 0,64 až $1,20 \text{ m}^{-1}$; pro ječmen $\mu = 0,60 \text{ m}^{-1}$ při rozmezí 0,32 až $1,10 \text{ m}^{-1}$.

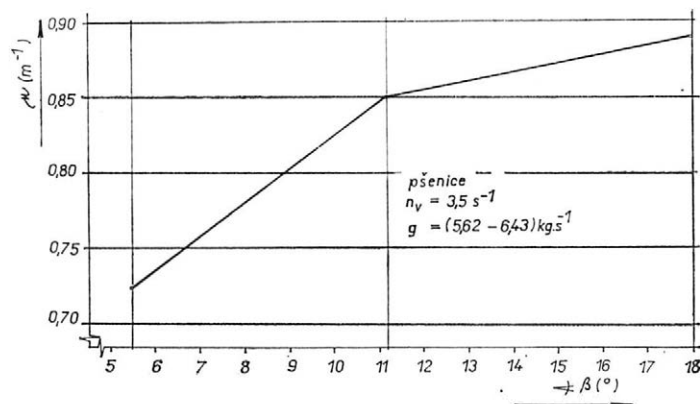
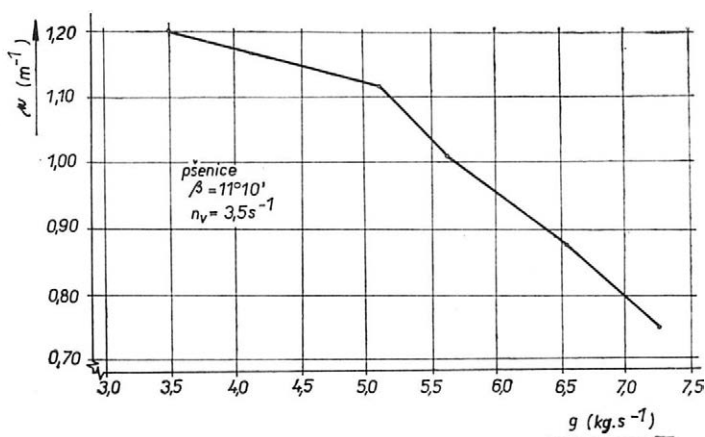
Závislost součinitele průsevu

— na průchodnosti: vzrůst průchodnosti způsobuje pokles součinitele průsevu μ . Za daných podmínek způsobí dvojnásobná průchodnost pokles μ o $1/3$ (obr. 14);

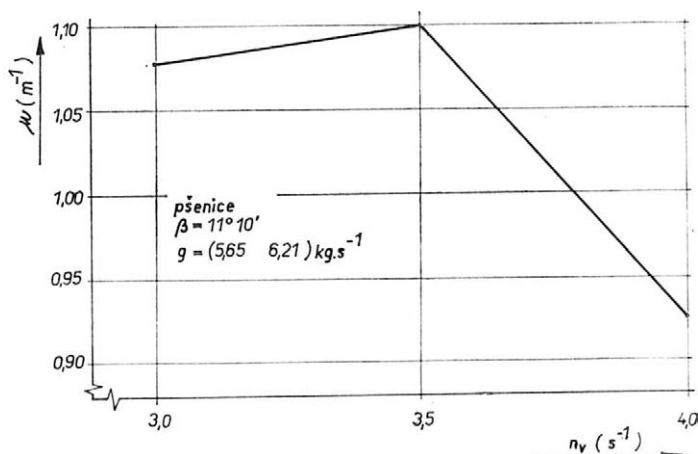
— na úhlu sklonu pracovního povrchu vytrásadla β : zvětšení sklonu zvyšuje tzv. součinitel průsevu μ . Závislost je přímková, zlom na grafu je způsoben změnou průchodnosti (obr. 15);

— na otáčkách hnacího klikového hřídele: hodnota μ je optimální v oblasti otáček 200–220 min^{-1} (3,3–3,5 s^{-1}) — (obr. 16).

14. Závislost součinitele průsevu μ na průchodnosti



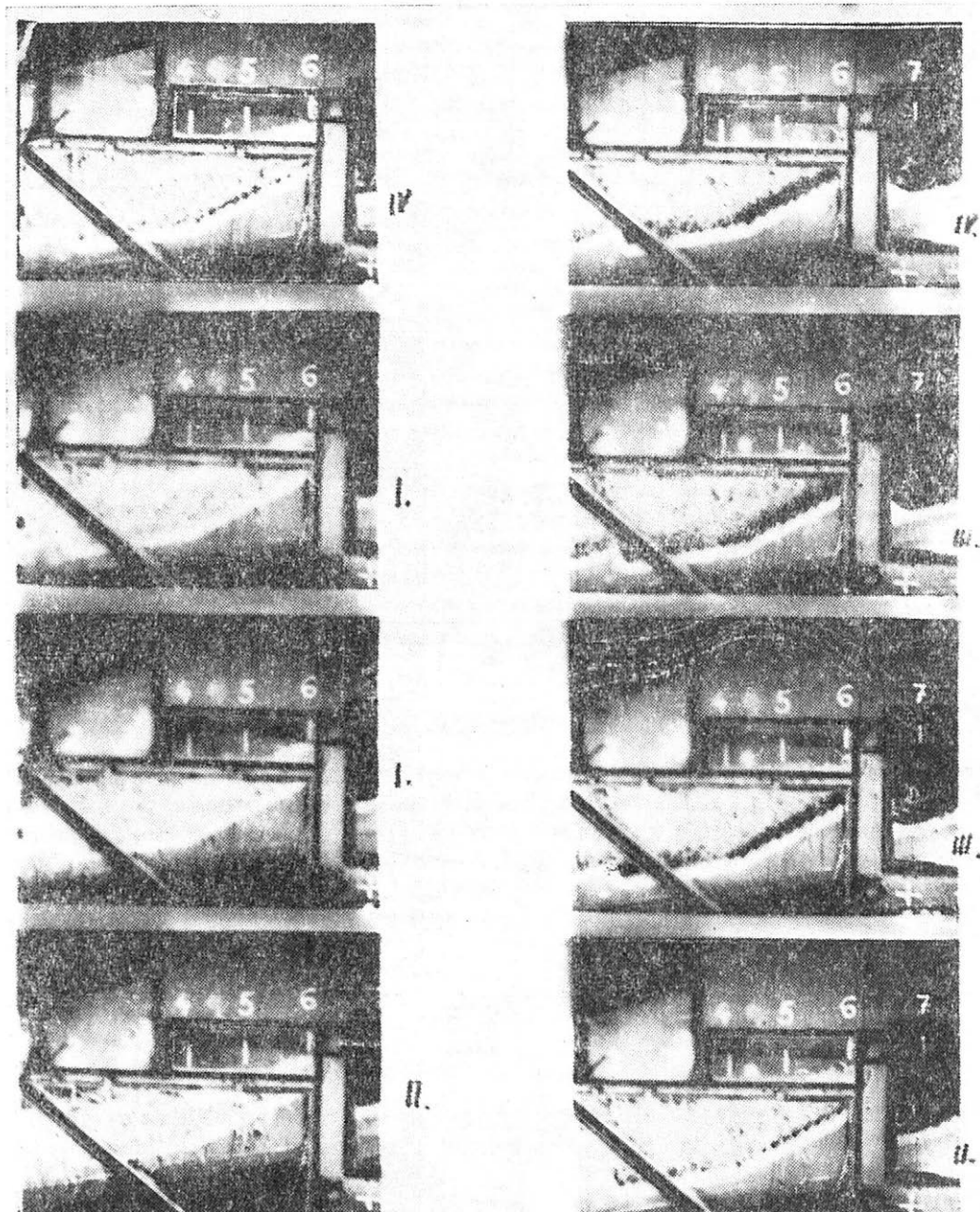
15. Závislost součinitele průsevu μ na podélném sklonu vytrásadla



16. Závislost součinitele průsevu μ na otáčkách hnacího hřídele vytrásadla n_v

Nejmarkantněji se projevil vliv clony (palety) nad vytrásadlem hned za odmítacím bubnem. Ze zkoušek za stejných podmínek se vhodným provedením clony a jejím umístěním podařilo zvýšit průměrnou hodnotu μ z $0,77 \text{ m}^{-1}$ na $0,91 \text{ m}^{-3}$, což je asi o 20 %.

Čechrač hned za clonou zvýšil průpad v daném úseku o 10 až 15 % (obr. 9).



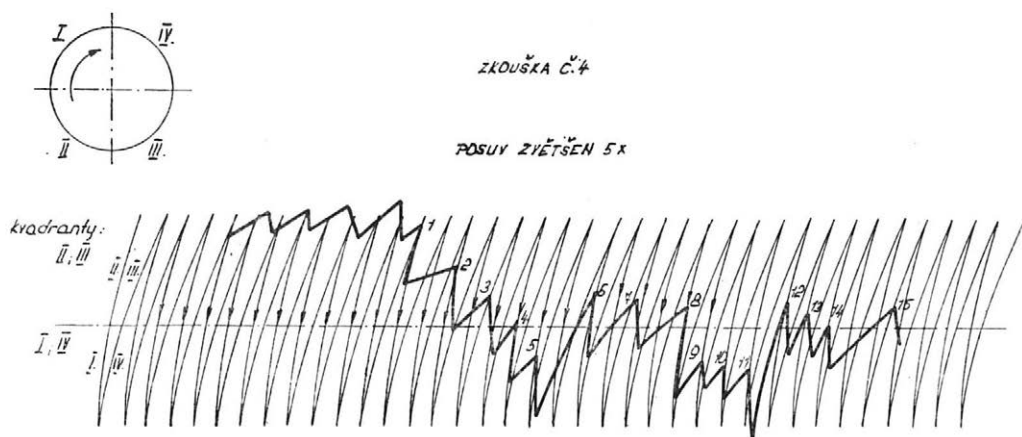
17. Činnost děleného vytrásadla — polohy odpovídají poloze klikového hřídele v kvadrantech I, II, III, IV podle obr. 18; nadhoz v kvadrantech IV—III; II — ráz; I — přirychlování hrubého omlatu

VÝSLEDKY ZKOUŠEK K URČENÍ VÝŠKY VRSTVY HRUBÉHO OMLATU NA VYTRÁSDADLE

Výška vrstvy zjištěná snímačem při práci vytrásadel je větší než výška změřená za klidu. Rozdíl je způsoben stlačením vrstvy pracovní plochou vytrásadla při intenzivním rázu a jejím načechráním při nadhozu (obr. 17). Filmováním snímače se žárovkou byl zjištěn nadhoz materiálu, takže je možné korigovat výšku vrstvy zjištěnou registrací dvojnásobnou hodnotou nadhozu; potom průměrné hodnoty vrstvy hrubého omlatu zhruba souhlasí.

POSOUZENÍ INTENZITY RÁZU

Způsob záznamu výšky vrstvy hrubého omlatu a pohybu vytrásadla umožnil jejich zřázování. Pro větší přehled při vyhodnocování byly oba záznamy překresleny tak, že rychlost posuvu je zvětšena pětkrát při zachování výšky záznamu (obr. 18). Poněvadž



18. Zřázování záznamu pohybu vrstvy hrubého omlatu a pracovní plochy vytrásadla — 5, 9, 10, 11 — maximální výška vrstvy hrubého omlatu s intenzivním rázem; 3—4 „zhoupnutí“ hrubého omlatu

změna smyslu pohybu vrstvy může nastat jen působením povrchu vytrásadla (jeho pohyby je možné přiknout poloze hnacího klikového hřídele v jednotlivých kvadrantech), může být posouzen styk mezi pracovní plochou vytrásadla a vrstvou hrubého omlatu. Je totiž samozřejmé, že při protismyslném pohybu vrstvy a pracovního povrchu vytrásadla ve stejném časovém úseku (např. mezi body 5—6) je pohyb na sobě nezávislý. Pracovní povrch vytrásadla se tedy „podtáčí“ bez vlivu na zpracovaný materiál. Protože k registraci obou pohybů bylo použito dvouramenné páky, změny na záznamu jsou opačného smyslu než ve skutečnosti (obr. 5, 6), což znamená, že největší výška vrstvy hrubého omlatu je mezi body 9—12, kdy je čára registrující sílu vrstvy v záznamu nejnižší.

Z rozboru zřázaného záznamu je zřejmé, že podmínku intenzivního rázu (aby totiž materiál dopadl na povrch vytrásadla ve II. kvadrantu) splňují body v horní polovině záznamu a je jich 32 až 40 %. Za ráz je možné považovat střetnutí hrubého omlatu s pracovní plochou vytrásadla v I. kvadrantu. Je jich asi 33 %. Při střetnutí hrubého omlatu s povrchem vytrásadla ve III. a IV. kvadrantu ráz nenastane; takových dopadů je 25 až 35 %. Kromě kinematického režimu pohybu pracovní plochy vytrásadel a vlastností materiálu je ráz ovlivněn také sklonem pracovního povrchu dílu vytrásadla (obr. 11, 12).

Rychlost dopravy byla zjišťována (obr. 13):

pod odmítacím bubnem — označeno	$A - \varnothing v_m = 7,9 \text{ m s}^{-1}$
pod clonou za odmítacím bubnem — označeno	$B - \varnothing v_m = 0,52 \text{ m s}^{-1}$
pod prstovým čechračem — označeno	$C - \varnothing v_m = 2,28 \text{ m s}^{-1}$
nad vytrásadlem — označeno	$D - \varnothing v_m = 0,56 \text{ m s}^{-1}$

Mezi rychlostmi dopravy hrubého omlatu získaného různým způsobem vyhodnocení (obr. 13) v oblasti vyznačené B bylo vypočtené průměrné $t_{NB} = 0,56$, zatímco pro $P = 0,05$ je tabulkové $t_{NT} = 2,10$ a pro $P = 0,01$ je $t_{NT} = 2,88$. V oblasti označené C je $t_{NC} = 1,02$ a v oblasti označené D je $t_{ND} = 1,42$. Poněvadž je $t_{NT} > t_{NB}$, $t_{NT} > t_{NC}$, $t_{NT} < t_{ND}$, je rozdíl zjištěný různým způsobem vyhodnocení neprůkazný. Jen v oblasti A bylo zjištěno $t_{NA} = 5,78$, tedy $t_{NT} < t_{NA}$, což dokazuje rozdíl vysoce průkazný. Při značném rozdílu rychlosti v oblasti A a B je to vysvětlitelné tím, že některá slámka při opakovaném vyhodnocování v oblasti A byla již měřena v oblasti B (obr. 13).

VÝSLEDKY

Poněvadž jsme zkoušky dělali při konstantním poloměru kliky vytrásadel ($r = 0,05 \text{ m}$) a nedělali jsme zkoušky polně laboratorní, jsou tím omezeny výsledky i závěry z nich. Lze z nich pro vývoj a výzkum mlátiček určit:

- Optimální otáčky klikového hřídele $n_v = 200$ až $220 \text{ min}^{-1} = 3,34$ až $3,36 \text{ s}^{-1}$, poněvadž při nich za stejných podmínek je optimální hodnota $\mu = 1,1 \text{ m}^{-1}$ (obr. 16).

- Při vodorovné poloze stolice v rozmezí sklonu pracovního povrchu je malý pokles dopravní rychlosti hrubého omlatu (neklesne pod $0,41 \text{ m s}^{-1}$).

- Při sklonu $\beta \rightarrow 28^\circ$, což odpovídá podélnému sklonu $\alpha = 17^\circ$, tj. jízdě s kopce, klesá jen rychlost hrubého omlatu na $0,36 \text{ m s}^{-1}$; naproti tomu počet rázů vzrůstá na 46 (obr. 11). Při daném konstrukčním provedení je jimi určen i optimální režim práce vytrásadla.

Tak zvaný součinitel průsevu μ byl bezpečně stanoven jako proměnný, a to jak po délce, tak i po šířce vytrásadla. Dokazují to průsevy zrna na jednotlivých dílech a úsecích vytrásadla, tedy v příčném i podélném směru (tab. I).

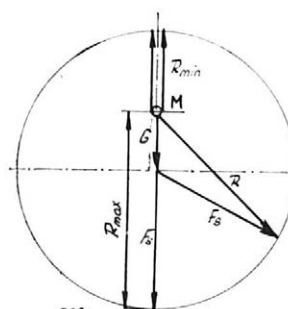
Hodnot μ , udávaných v odborné literatuře, nebylo v průměru dosaženo ($\mu = 1,6$ – $1,8 \text{ m}^{-1}$). Podle tab. I jsou maximální hodnoty μ ve sdružených úsecích 4–5 (sl. 19). Dokazuje to účinnost skoků na pracovním povrchu vytrásadla, který způsobí změnu rychlosti dopravy a počtu rázů, čímž nastává zvýšení průpadu zrna (obr. 3).

Čechrač nad vytrásadlem za clonou způsobil zvýšení průpadu v úseku 2 a 3 (obr. 9 a tab. I sl. 11 a 12, 16 a 17).

Rozbor rázů, registrační měření výšky vrstvy hrubého omlatu, zřazování záznamu pohybu vrstvy hrubého omlatu a pracovního povrchu vytrásadla a změny sklonu úseků pracovní plochy vytrásadla ovlivňují hodnoty μ . Tím bylo potvrzeno, jak je proměnná, na sklonu závislá, a tím nahodilá dosud předpokládaná funkce děleného vytrásadla, která vyžaduje otáčky klikového hřídele n_v bezpečně vyšší než odpovídá vztahu (4) a zaručuje splnění podmínky $F_{oy} > G_y$.

Záběry rychlokamerou (obr. 17) a komplexní rozbor výsledků zjišťovaných průsevů umožnily vyjít z jiného hlediska. Směs hmotných bodů je vystavena přirychlování, kdy nutně platí $F_s - m \cdot a < 0$ (obr. 19a). Setrvačné síly jsou rozdílné podle hmotnosti frakcí v hrubém omlatu. Hmotné částice se musí pohybovat směrem výslednice R obou složek sil (19b).

a) OBECNĚ



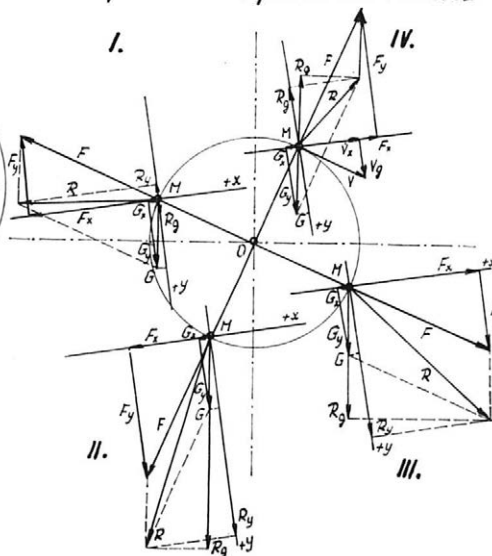
Pro:

$$\omega = 210 \text{ min}^{-1} = 3,5 \text{ s}^{-1}$$

$$F_{g0} = m \cdot r \cdot \omega^2 = 24,2 \text{ N}$$

$$1 \text{ cm} \approx 5 \text{ N}$$

b) NA ŠIKMÉM NA ZRNKO PŠENICE



$$\begin{aligned} r &= 0,05 \text{ m} \\ \omega &= 210 \text{ min}^{-1} \\ m &= 4,8 \cdot 10^{-6} \text{ kg} \\ G &= 48 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ F &= m \cdot r \cdot \omega^2 = 105,54 \text{ N} \\ v &= \omega \cdot r = 1,05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{g1} &= -41 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g2} &= -48 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g3} &= -9,6 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g4} &= +4,8 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g5} &= +136 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g6} &= +145 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g7} &= +104 \cdot 10^{-6} \text{ N} \\ R_{g8} &= +91 \cdot 10^{-6} \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Heritko: } 1 \text{ cm} &\approx 24 \cdot 10^6 \text{ N} \\ 1 \text{ cm} &\approx 0,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

19. Síly působící na děleném vytrásadle

a) obecně na hmotnost $M = 1 \text{ kg}$ b) na zrno pšenice na šikmém vytrásadle pro $r = 0,05 \text{ m}$

Poněvadž hmotnost semen je asi desetkrát větší než hmotnost slámy, plev a úhrabků (vztaženo na objemovou jednotku), je silové působení rovněž desetkrát větší. Pronikání semen skladbou směsi je však omezeno vnitřními třecími silami mezi jednotlivými frakcemi směsi a je umožněno stálou změnou skladby směsi. Je tedy možné vyloučit semena z hrubého omlatu využitím periody přirychlování směsi pracovním povrchem vytrásadla, stejně jako volného pádu směsi na povrch vytrásadla.

Využití přirychlování může mít tyto výhody:

— Směs je přirychlována při každé otáčce hnacího klikového hřídele, zatímco ráz a jeho intenzita při dopadu jsou náhodné a závislé na změně podélného sklonu.

— V době poletu se vliv tíže zemské projevuje jak pohybem ve směru sklonu sklízecí mlátičky, tak změnou rychlosti, a tím i změnou výšky vrstvy a počtu rázů. Možnost poletu může být tedy snížena.

Toto nové pojetí činnosti děleného vytrásadla vyžaduje:

- zajistit dopravu spoluprací dílů vytrásadla,
- zamezit skluzu,
- upravit povrch vytrásadla a zaručit jak posuv hrubého omlatu, tak změnu dopravy jeho rychlostí,
- prstovými válci nad vytrásadly podporovat účinky uvedené dříve a zaručit radikální změnu skladby hrubého omlatu.

Podle kinematického rozboru a zjištěných průřevů bylo doporučeno a Agrostrojem Prostějov provedeno šestidílné vytrásadlo na klikových hřídelích (podle schématu na obr. 13) z těchto důvodů:

- díly vytrásadel, posunuté o 180° a 90° , dopravují hrubý omlat rozdílnými rychlostmi (obr. 12), což způsobuje vzájemný posuv stébel v rovině horizontální ve směru příčném;

- mezery mezi díly vytrásadla jsou účinnou průpadní plochou a užší díly vytrásadel oba účinky podstatně zvyšují;
- významné zvýšení průpadu na 2. a 3. díle vytrásadla, zvláště v 1. až 4. úseku na začátku (obr. 10), jsou u uvedeného provedení v šířce ještě jednou opakovány.

Z mnoha možných realizací vyvozených z výzkumu je schematicky naznačena jedna pro šířku větší než 1300 mm (obr. 13).

Pracovní povrch vytrásadla je proveden s minimálně dvěma různými sklony ($\beta_0 \neq \beta_1, \beta_2$); tím způsobená změna dopravní rychlosti a rázů rozvolňuje omlat ve směru horizontálním a podstatně zvyšuje μ (tab. I, sl. 19, úseky 4—5).

Je zdůvodněno šestidílné vytrásadlo na dvou klikových hřídelích.

Stírač za odmítacím bubnem a clona podstatně ovlivňují průpad zrna na začátku vytrásadla (obr. 19).

Znázorněné provedení dvoudílné naklápečí clony je nejúčinnější ze šesti zkoušených alternativ. Zaručí totiž styk hrubého omlatu s povrchem vytrásadla na jeho začátku, utlumí výstřik zrna a zabráňuje nadhozu hrubého omlatu.

Prstový čechrač nad vytrásadly přirychluje horní vrstvy hrubého omlatu, rozvolňuje je, a tím zvyšuje průpad v tomto úseku vytrásadla o 10 až 15 % (obr. 9, úseky 2 a 3).

Dělený tlumící plech umožní omezením nadhozu využít setrvačné síly místo rázu při každé otáčce klikového hřídele vytrásadla.

Prstový čechrač opakuje účinky, o nichž už byla zmínka, a tím snižuje zůstatek zrna na 16 % původního, což odpovídá méně než 0,5 % ztráty zpracovaného zrna již v prostoru tohoto prstového válce. Konec vytrásadla je rezervou pro nepříznivé provozní podmínky. Tyto úpravy sníží omezením nadhozu rychlost dopravy a vliv sklonu sklízecí mlátičky, zajistí přirychlení při každé otáčce klikového hřídele, což jsou předpoklady k zvýšení průsvěů i při vyšších průchodnostech.

Clona u výstupu z vytrásadla zabráňuje změně rychlosti dopravy hrubého omlatu při výstupu, která je až dvojnásobná a vzrůstá při zvýšení sklonu, tj. při jízdě sklízecí mlátičky do svahu většího než $+5^\circ$. Její poloha by se měla měnit automaticky podle sklonu sklízecí mlátičky. Clona se má vychýlit při jízdě s kopce většího než -5° zaujmout svislou polohu při jízdě po rovině a do kopce se sklonem větším než $+5^\circ$.

Z Á V Ě R

Změna podélného sklonu sklízecí mlátičky o 5° již ovlivňuje funkci děleného vytrásadla, což je dáno změnou μ (obr. 11), a výšky vrstvy hrubého omlatu.

Při čistotě průpadních otvorů je nutné:

- zachovat otáčky hnacího klikového hřídele v rozmezí 200 až 215 ot min^{-1} (0,33—0,36 s^{-1}) správným seřizením pohonu,
- udržovat správnou polohu a výkyvnost obou závěsů první clony za odmítacím bubnem,
- podle slamnatosti udržovat správnou výšku prstového válce i tlumícího plechu nad vytrásadlem.

Uvedený pohled na funkci děleného vytrásadla při správné realizaci na sklízecí mlátičce s vyrovnáváním příčného sklonu (např. na SKK-5 NIVA) s dostatečně výkonným motorem umožňuje jednodušeji a účinněji řešit zvýšenou oddělovací schopnost a citlivost na změnu pracovního povrchu děleného vytrásadla, než změnou jeho otáček, a hospodárněji, než snižováním průchodnosti, které není dost konkrétní.

Предложенé závěry z výzkumu jsou přínosem:

- ke zpřesnění výpočtu děleného vytrřasadla a k výuce,
- ke konstrukčnímu řešení vyšších průchodností,
- ke snížení vlivu svahu, zejména podélného, na funkci děleného vytrřasadla, velmi vhodného pro krátké střídavé svahy.

Řešení je aktuální, jak dokazují zkoušky sklízecích mlátiček v roce 1974, a může se zvláště výhodně projevit v poměrech ČSSR, a to podstatným snížením ztrát při práci sklízecích mlátiček na funkční skupině, jejíž ztráty jsou rozhodující pro ztráty celkové.

Literatura

- ANTIPIN, V. G.: Stanovení výkonnosti sklízecích mlátiček s čtyřdílným vytrřasadlem. Mech. i elektr. soc. sel. choz., Moskva, 1968, č. 6.
- BEYER, H.: Řešení vyšších průchodností sklízecích mlátiček. Zem. technika, 21, 1975, č. 4, s. 189-207.
- KALINA, J.: Dopravní poměry na vytrřasadle sklízecí mlátičky SM-480 v laboratorních podmínkách. [Závěrečná zpráva č. 3059.] Praha, Výzkumný ústav zem. strojů 1971.
- KALINA, J.: Dopravní poměry na vytrřasadle sklízecí mlátičky SM-480 v laboratorních podmínkách. [Zpráva č. 3059.] Praha, VÚZS 1971.
- LETOŠNĚV, M. N.: Selskochozajstvennyje mašiny. Moskva, Leningrad, 1949.
- TERSKOV, G. D.: Rasčet zernouboročnych mašin. Moskva 1949.

Došlo dne 12. 9. 1975

БАЙЕР Г. (Сельскохозяйственный институт, Брно, Чехословакия). Ограничение роста потерь на раздельном соломотрясе при повышении пропускной способности зерноуборочных комбайнов. Zem. technika 22 (7) : 397-425, 1976.

Работа информирует о результатах исследования, целью которого было ограничить рост потерь в результате несовершенного вытряхивания у зерноуборочных комбайнов под влиянием более высокой пропускной способности и изменения продольного уклона. После установления факта, что эти потери являются определяющими и при правильной наладке соответствующих функциональных групп, сначала был сделан анализ работ раздельного соломотряса, помещенного на двух кривошипных валах, и были приведены чаще всего применяемые способы расчетов. Для проверки величин, использованных при расчетах, производилось механическое измерение и съёмка при помощи скоростной камеры. Лабораторное измерение осуществлялось на приспособленном испытательном станке с одиночным приводом функциональных групп при помощи электродвигателей. Усовершенствования производились по предварительно полученным результатам изменений установленных величин (v_s , v , μ) в зависимости от причин повышения потерь в результате несовершенного вытряхивания и от наблюдений, сделанных при помощи скоростной съёмки. На основе наилучших достигнутых результатов был сделан вывод, с новой точки зрения на деятельность раздельного соломотряса (принцип Д'Аленберга), обоснованной в статье. Один вариант изображен схематически и частично был испытан. Проект позволяет повысить способность сепарации у раздельного соломотряса и понизить его восприимчивость к изменению продольного уклона более просто и эффективнее, чем путем изменения числа оборотов у кривошипных валов и экономнее, чем путем понижения пропускной способности. В работе даны отправные данные: 1. по уточнению расчетов раздельного соломотряса, 2. по конструктивному решению раздельного соломотряса для широких зерноуборочных комбайнов с высокой пропускной способностью, 3. по понижению влияния продольного уклона на функцию раздельного соломотряса. Решение особенно годится для коротких чередующихся склонов. Из полученных результатов вытекают задачи для развития машины.

пропускная способность; число ударов; соломотряс; раздельный соломотряс; часть соломотряса; соломотряс, помещенный на двух кривошипных валах; коэффициент просева μ ; скребок; заслонка — поддон качающийся, раздельный; кинематический режим работы

BEYER H. (University of Agriculture, Brno, Czechoslovakia). *Reducing the Growth of Losses in Multiple-Section Straw-Walkers at an Increased Throughput of Harvester-Threshers*. Zem. technika 22 (7) : 397-425, 1976.

The paper shows the results of research efforts aiming at reducing the growth of losses due to an imperfect function of straw walkers in harvester-threshers resulting from an increased throughput and from an increased inclination. These losses were proved to be a limiting factor even in cases when the functional groups involved were adjusted correctly. First of all, the work of a multiple-section straw-walker driven by two crankshafts was analyzed and the currently used methods of calculation were described. Mechanical measurements, high-speed camera and camera shooting were performed in order to enable the verification of calculated values. Laboratory measurements were carried out on an adapted testing equipment with unit electric-motor drive of functional groups. Adjustments were made according to preliminarily determined results of changes in the obtained values (v_s , v , μ), in dependence on the causes of increasing losses due to the imperfect straw-walker function and on the factors revealed by the examination of film shots. Conclusions were inferred from the best results obtained; these conclusions are based on a new approach to the function of the multiple-section straw-walker (D'Alenbert's principle), which is explained in the paper. One alternative is schematically suggested and partially tested. The proposal promises an increase in the separating ability of the straw-walker and reduction of its sensitiveness to the inclination changes. Such a reduction is simpler and more effective than that obtained by a change in the crankshaft speed, and more economical than that obtained by means of reduced throughput. The paper provides materials to be used for 1. improvement of the exactness of the calculation of multiple-section straw-walkers, 2. designing of multiple-section straw-walkers for wider harvester-threshers and for higher throughputs, 3. reduction of the effect of the inclination on the function of multiple-section straw-walkers. The solution is suitable mainly for short up-and-down slopes. Tasks for development efforts ensue from the results.

throughput; impact number; straw-walker; multiple-section straw-walker; straw-walker section; straw-walker driven by two crankshafts; the sifting coefficient μ ; scraper; swinging, divided screen — pallet; kinematic work régime

BEYER H. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno, Tschechoslowakei). *Einschränkung der Verlusterhöhung auf Hordenschüttler bei der vergrößerten Durchsatzleistung von Mähdreschern*. Zem. technika 22 (7) : 397-425, 1976.

Der Aufsatz berichtet über Ergebnisse der Forschung, deren Zweck es war, die Erhöhung der durch unvollständiges Schütteln an Mähdreschern infolge einer höheren Durchsatzleistung und der Längsneigungsänderung vorkommenden Verluste einzuschränken. Nach erfolgter Überprüfung, daß diese Verluste auch bei richtiger Nachstellung der entsprechenden Funktionsgruppen maßgebend sind, wurde zunächst eine Analyse der Arbeit des auf zwei Kurbelwellen gelagerten Schüttlers vorgenommen und die gebräuchlichsten Verfahren für dessen Berechnung angeführt. Um die bei Berechnung verwendeten Größenwerte überprüfen zu können, wurden mechanische Messungen und Filmaufnahmen mit einer Zeitdehner- und einer gewöhnlichen Aufnahmekamera vorgenommen. Die Labormessung erfolgte auf einem angepaßten Prüfstand mit Einzelantrieb der Funktionsgruppen mittels E-Motoren. Die Änderungen wurden nach den vorläufig ausgewerteten Ergebnissen der bestimmten Änderungen von ermittelten Größen (v_s , v , μ) in Abhängigkeit von den Ursachen der Verlusterhöhung durch unvollständiges Schütteln und von den ermittelten Tatsachen anhand der Filmaufnahmen durchgeführt. Von den besten erzielten Ergebnissen wurden Schlußfolgerungen abgeleitet, die von einem neuen Blick auf die Tätigkeit des geteilten Schüttlers (D'Alenbertsches Prinzip) ausgehen, was im Aufsatz begründet wird. Eine Alternative wird schematisch angedeutet und wurde teilweise erprobt. Der Vorschlag gestattet die Trennfähigkeit des geteilten Schüttlers zu steigern und dessen Empfindlichkeit auf die Längsneigungsänderung einfacher und wirkungsvoller zu senken als durch die Änderung der Kurbelwellendrehzahl und wirtschaftlicher als durch Herabsetzung der Durchsatzleistung. Der Aufsatz bringt Unterlagen: 1. zur Präzisierung der Berechnung des geteilten Schüttlers, 2. zur Konstruktionslösung des geteilten Schüttlers für breitere Mähdrescher mit höherer Durchsatzleistung, 3. zur Verminderung des Einflusses der Längsneigung

auf die Funktion des geteilten Schüttlers. Die Lösung ist besonders für kurze abwechselnde Hangflächen geeignet. Von den Ergebnissen gehen Aufgaben für die Entwicklung hervor.

Durchsatzleistung; Schlaganzahl; Schüttler; geteilter Schüttler; Schüttlerteil; auf zwei Kurbelwellen gelagerter Schüttler; Durchsiebbeiwert μ ; Abstreifer; Blende — Pendelpalette, geteilte Palette; kinematisches Arbeitsregime

Adresa autora:

Doc. ing. Hugo Beyer, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1-3, 662 65 Brno



TRAKTOR „BOLGAR T - 54 V“

je snadno ovladatelný, spolehlivý v provozu, vybavený soupravou strojů k plně mechanizovanému obdělávání vinic, zahrad a citrusových plantáží. „Bolgar T-54 V“ je moderní a hospodárný traktor s vynikajícími technickými a provozními parametry. Výkon motoru 54 k (39,7 kW).

Agromachinaimpex



Vyváží: GTP Agromašinaimpex, Bulharsko, Sofie, Aksakovova 5,
telefon: 88 53 25, dálňopis: 022 563

Podrobné informace Vám poskytne obchodní zastupitelství BLR, Praha I,
Krakovská 6

VLIV KLIMATICKÝCH PODMÍNEK NA MOŽNOSTI ROZMETÁNÍ PRŮMYSLOVÝCH HNOJIV

J. Hrbek, V. Štastný

Hydrometeorologický ústav, Praha

Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Praha

HRBEK J., ŠTASTNÝ V. *Vliv klimatických podmínek na možnosti rozmetání průmyslových hnojiv*. Zem. technika 22 (7): 427-435, 1976.

Byly stanoveny průměrné denní časové možnosti práce automobilních rozmetadel průmyslových hnojiv v průběhu roku, podmíněné klimatickými činiteli, pro hlavní zemědělské výrobní oblasti. Výsledky byly znázorněny v jednoduchých grafech.

rozmetadla průmyslových hnojiv; klima; využitelnost

Pro lepší využití služeb ve výživě a ochraně rostlin v agrochemických podnicích, zejména pro využití velkokapacitních rozmetadel průmyslových hnojiv, je významná otázka vlivu klimatických podmínek na jejich práci. Při plánování použití těchto prostředků je třeba znát aspoň přibližně hranice možnosti jejich nasazení v určitých oblastech v průběhu roku.

Vlastním cílem výzkumu bylo poskytnout v jednoduché a v praxi použitelné formě informaci o vlivu povětrnostních činitelů na práci automobilních rozmetadel. V dalším se soustředíme na přehledné podání dosažených výsledků, vlastní metodiku práce podáme jen rámcově, podrobně byla již publikována (Hrbek, 1976).

METODIKA

Základní údaje o vlivu počasí na nasazení strojů byly získány ze dvou zemědělských závodů, a to z Ronova n. Doubravou, nadm. v. 265 m (okr. Chrudim) a z Radkova, nadm. v. 440 m (okr. Tábor). Pozorovatelé zaznamenávali denně v hodinovém grafikonu možnost práce automobilních rozmetadel a měřili na meteorologických stanicích k tomuto účelu zřízených.

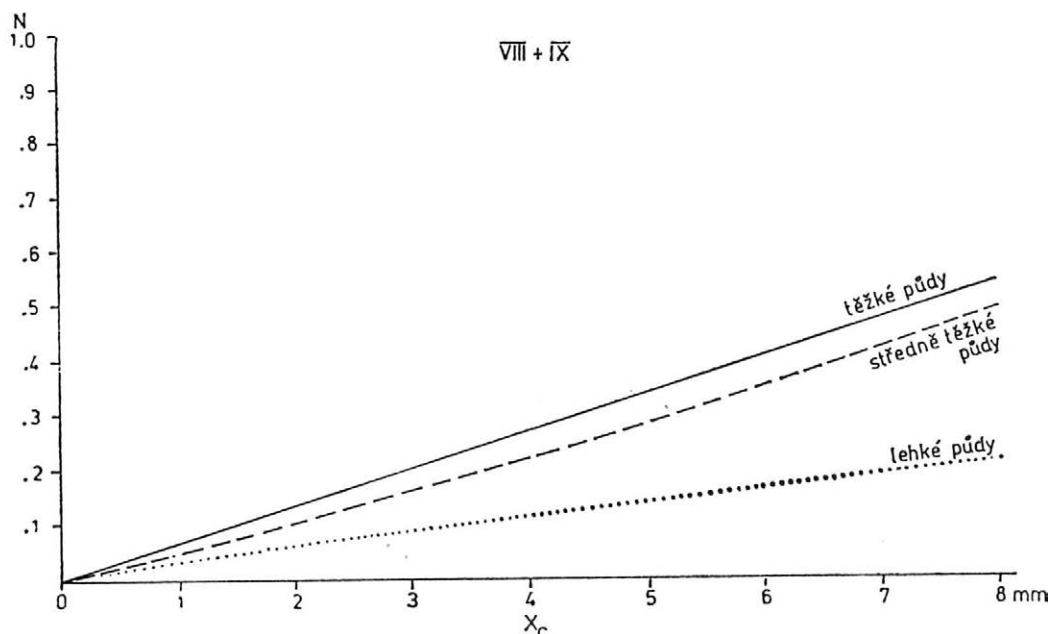
Při rozboru záznamů a při kvantitativním vyjádření vlivu povětrnostních činitelů, jakož i při vlastní agroklimatologické klasifikaci bylo zpracováno samostatně období mimozimní a zimní.

Mimozimní období bylo rozděleno na následující úseky: duben – květen, červen – červenec, srpen – září, říjen.

Ze záznamů stanic byl určen celkový počet pro počasí nevyužitelných hodin v dané dekádě a vyjádřen v procentech celkové možné pracovní doby. Tato veličina byla označena jako nevyužitelnost (N). Při stanovení celkové možné pracovní doby jsme vycházeli z předpokladu práce za denního světla, což odpovídá běžné praxi práce v jedné pracovní směně, jejíž délka se v průběhu roku mění, převážně s měnící se dobou nástupu soumraku. Hodnoty N byly stanoveny pro hlavní půdní druhy a pro oranici a strniště.

Za rozhodujícího činitele určujícího veličinu N , respektive její doplňkovou veličinu, využitelnost V určitého dne ($V + N = 1$), byly považovány srážky.

Pro soubory srážkových charakteristik a jim odpovídajících hodnot N byla provedena korelační analýza a byla zjištěna vysoká míra korelace. Jako příklad je na obr. 1 uveden vztah mezi srážkami a nevyužitelností, zjištěný pro období srpen – září.



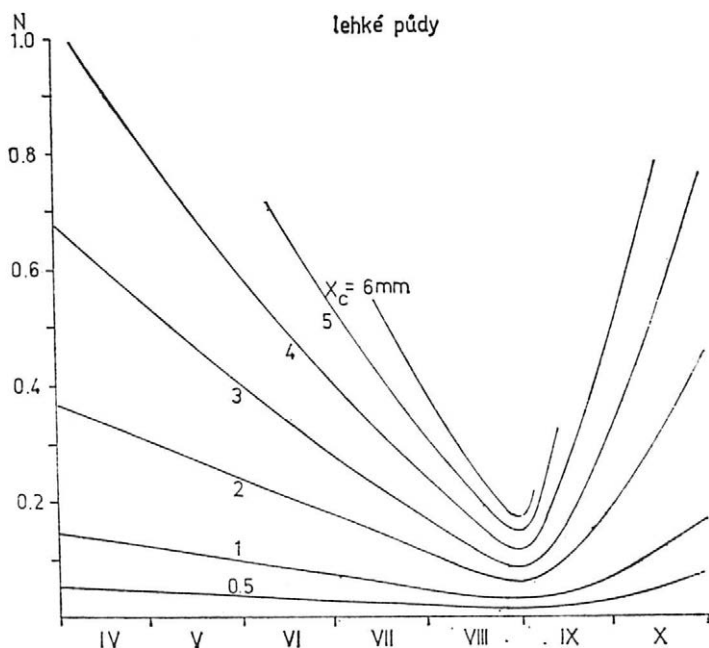
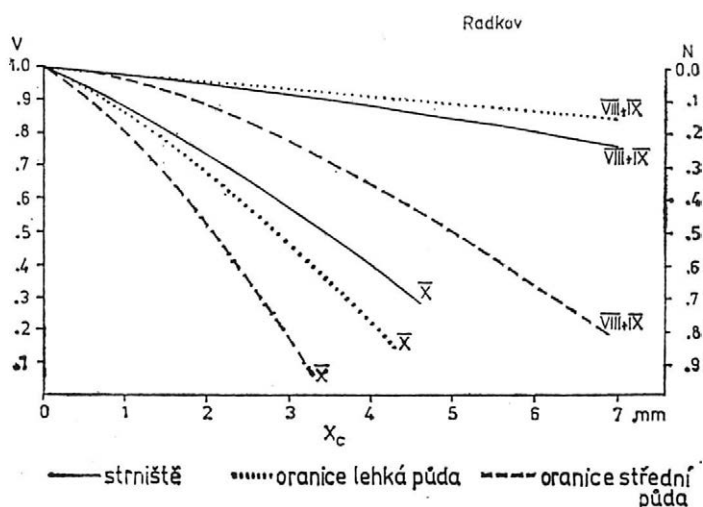
1. Závislost průměrné dekádové nevyužitelnosti N na průměrném denním srážkovém úhrnu X_c dekádě odpovídajícího dvanáctidenního období

Z hlediska nasazení automobilních rozmetadel na podzim bylo třeba zabývat se vlivem strniště, které podstatně zlepšuje sjízdnost terénu. Porovnání využitelnosti V dnů na podzim v závislosti na srážkách pro oranici a strniště ukazuje obr. 2.

Ze závislosti nevyužitelnosti N na srážkové charakteristice X_c (X_c = průměrná denní srážka období 12 dnů, které o dva dny předchází dekádu, pro kterou je stanovena průměrná nevyužitelnost $\bar{N}$), stanovené pro jednotlivá jednoměsíční a dvouměsíční dílčí období, byly zpracovány obr. 3, 4 a 5. Při jejich konstrukci byly hodnoty odpovídající jednotlivým dílčím

2. Vliv strniště na využitelnost

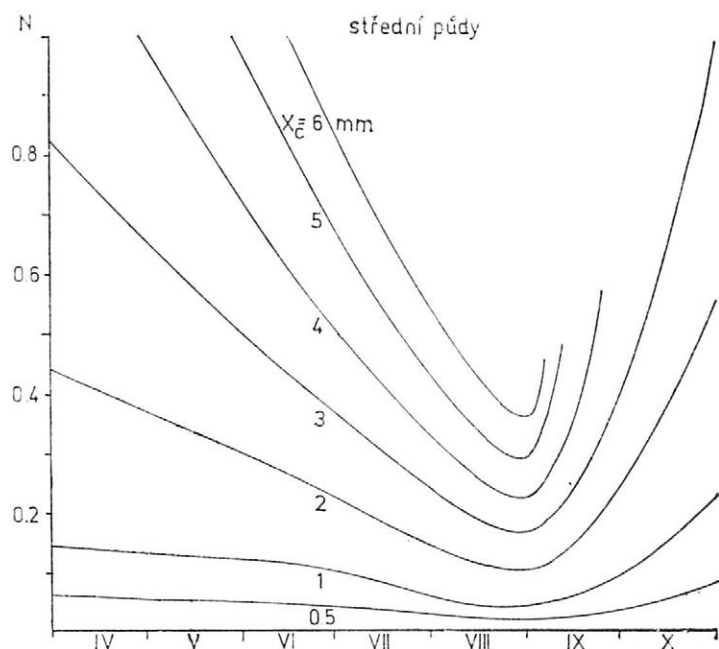
V — využitelnost
 X_c — průměrný denní srážkový úhrn dekadě odpovídajícího dvanáctidenního období



3. Závislost průměrné dekadové nevyužitelnosti N na průměrném denním srážkovém úhrnu X_c dekadě odpovídajícího dvanáctidenního období v průběhu mimozimního období pro lehké půdy

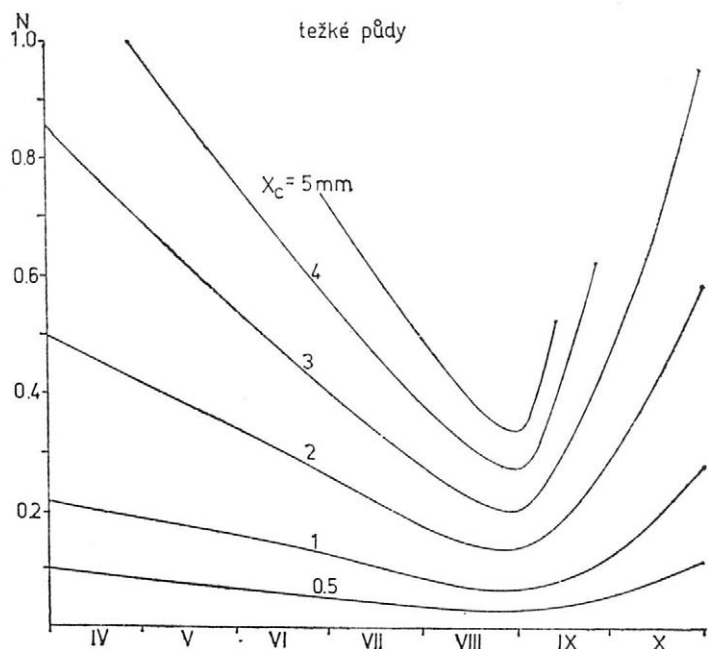
etapám vyneseny k jejich středovému datu. Tyto grafy byly v další práci použity k převodu srážkových údajů na nevyužitelnost N .

Zpracování podmínek zimního období je mnohem obtížnější. Situace je velmi komplikovaná, srážky mohou spadnout v pevné i v kapalné formě a podle toho působí bezprostředně nebo se zpožděním. Účinek záleží na tom, zda spadnou na půdu rozmrzlou či zmrzlou, suchou nebo převlhčenou. Čerstvě napadlý sníh může být už i v nižší vrstvě hůře sjízdný než vyšší ulehlá, popřípadě i zledovatělá vrstva sněhu staršího. Možnosti práce automobilních rozmetadel ovlivňuje dále mlha a silný vítr odnášející hnojivo. Zahrnutí všech těchto veličin do objektivního hodno-



4. Závislost průměrné dekádové nevyužitelnosti N na průměrném denním srážkovém úhrnu X_c dekádě odpovídajícího dvanáctidenního období v průběhu mimozimního období pro středně těžké půdy

5. Závislost průměrné dekádové nevyužitelnosti N na průměrném denním srážkovém úhrnu X_c dekádě odpovídajícího dvanáctidenního období v průběhu mimozimního období pro těžké půdy



cení je za současného stavu nemožné. Proto jsme se pokusili o jednoduché, do jisté míry ovšem subjektivní zpracování podmínek jednoho místa, kde jsou k dispozici potřebné údaje. Tím jsme se pokusili alespoň částečně ilustrovat poměry v zimě.

Při stanovení kritérií jsme vyšli z údajů stanic Ronov a Radkov. Pro vlastní zpracování jsme pak použili desetiletou řadu týdenních záznamů

agrometeorologické stanice v Semčicích (okr. Mladá Boleslav), která má podrobné záznamy o vlhkosti půd a o jejich zpracovatelnosti, spolu s údajem o postupu polních prací. Podle těchto záznamů jsme každý den zimního období ohodnotili jako využitelný, částečně využitelný nebo nevyužitelný. Zpracovali jsme období let 1961–1970. Vycházeli jsme hlavně z denních úhrnů srážek a jejich sledu v řadě za sebou jdoucích dnů. Dále jsme při hodnocení použili údaje denní maximální a minimální teploty vzduchu, vlhkosti půdy, sněhové pokrývky, údaje o mlze a rychlosti větru.

VLASTNÍ PRÁCE

Pro mimozimní období byly podmínky práce automobilních rozmetadel stanoveny pro všechny čtyři zemědělské výrobní oblasti. K tomu byly použity údaje celkem 11 meteorologických stanic s padesátiletou pozorovací řadou. Pro jednotlivé stanice byly stanoveny srážkové charakteristiky X_c odpovídající daným dekádam a z převodových grafů byly pro jednotlivé půdní druhy odečteny odpovídající hodnoty N . Z těch byly pak pro každou výrobní oblast vypočteny průměrné oblastní hodnoty nevyužitelnosti N_o a převedeny na využitelnost V_o .

Údaje o využitelnosti samy o sobě nepostačují. Je třeba vzít v úvahu ještě měnící se délku dnů. Vycházeli jsme z toho, že práce rozmetadel se omezuje jednak na dobu s denním světlem, jednak je ještě omezena při jednosměnném provozu ranním počátkem pracovní doby. Spočetli jsme proto délku možné pracovní doby určenou počátkem práce v 7.00 hod. ráno a ukončenou večerním soumrakem. Označili jsme ji jako S_u , tj. směna prakticky užívaná. Průměrná možná doba praktického nasazení (M) je dána součinem:

$$M = S_u \cdot V$$

Pro informaci jsme rovněž stanovili celkovou denní dobu se světlem, po kterou by bylo možné teoreticky pracovat. Označili jsme ji jako S_p , tj. směna potenciálně možná. Je dána astronomicky určenou dobou mezi svítáním a soumrakem. Průměrná potenciální doba nasazení (P) je dána výrazem:

$$P = S_p \cdot V$$

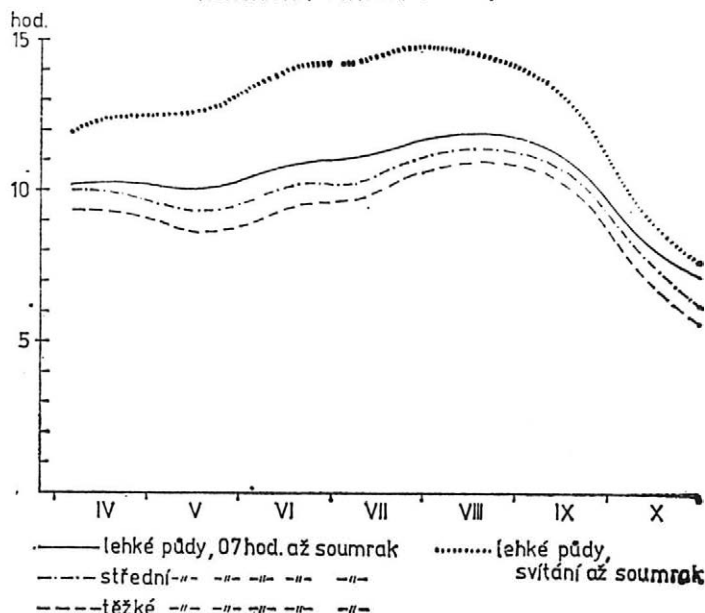
Rozdíl mezi M a P dává informaci o časových rezervách využitelných změnou organizací práce, prodloužením pracovních směn, vícesměnným provozem apod.

Přehledně jsou výsledky uvedeny na obr. 6, 7, 8 a 9. Pro lehké půdy je uvedena rovněž hodnota P , tj. průměrné počty hodin, které by byly k dispozici při plném využití doby denního světla.

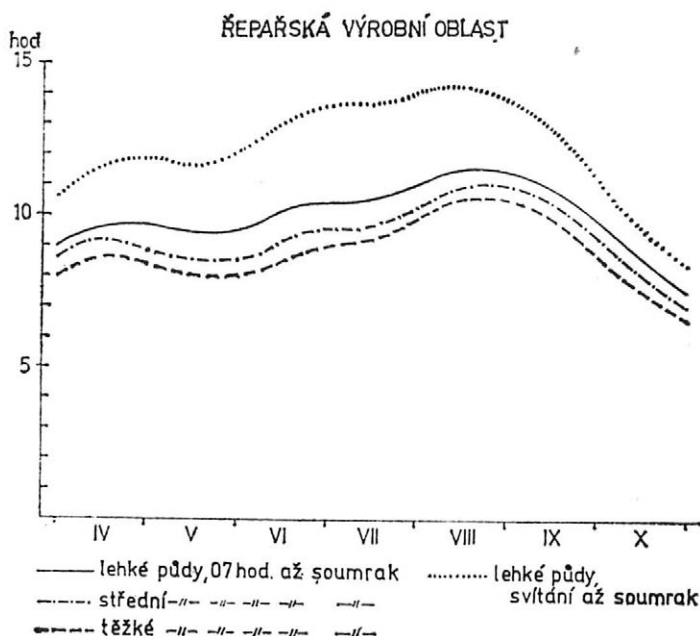
V zimním období jsme pro každý měsíc pro stanici Semčice stanovili celkový počet dnů využitelných (v); částečně využitelných (c) a nevyužitelných (n). Průměrná využitelnost dne daného měsíce je pak dána výrazem:

$$v = \frac{v + \frac{c}{2}}{v + c + n}$$

KUKUŘIČNÁ VÝROBNÍ OBLAST



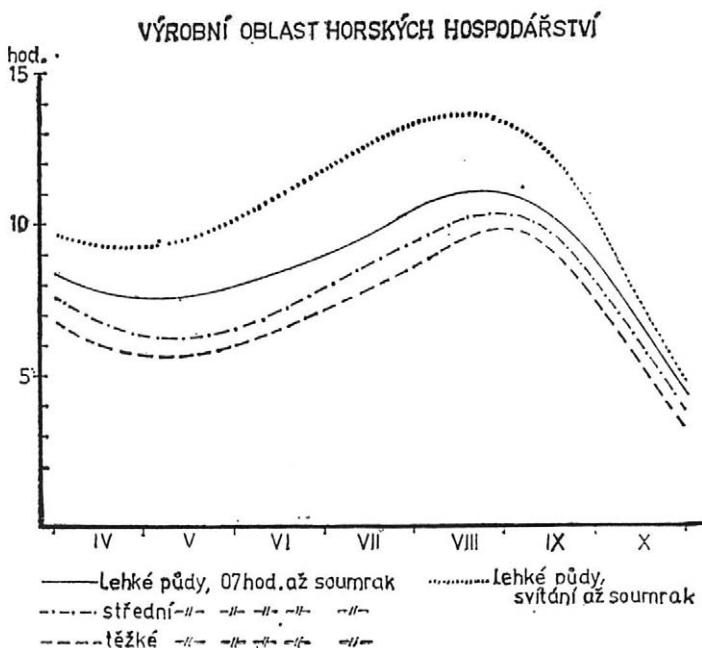
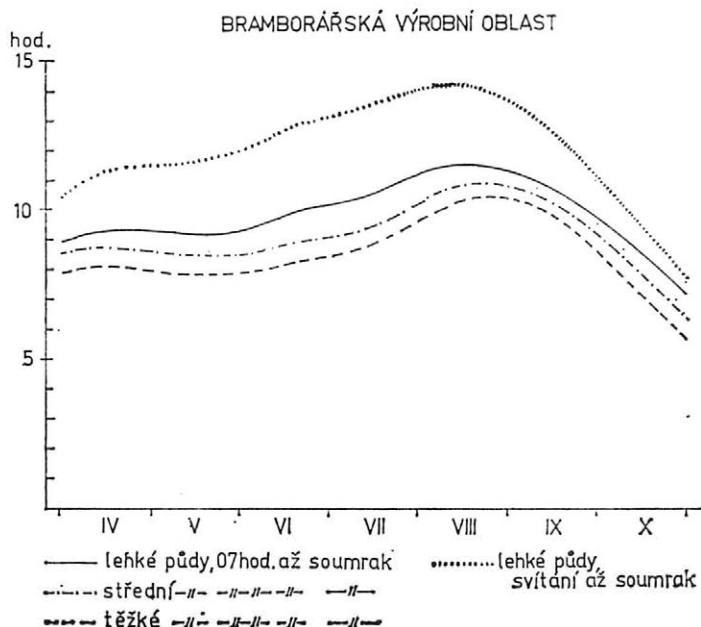
7. Průměrný počet hodin za den, které jsou k dispozici pro práci strojů ve výrobní oblasti řepářské



Hodnoty, které jsme pro stanici Semčice obdrželi, jsou spolu s údaji o průměrné využitelnosti dnů řepářské oblasti v mimozimním období uvedeny v tabulce:

měs.:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
v:	0,5	0,3	0,4	0,7	0,7	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8	0,4	0,4

8. Průměrný počet hodin za den, které jsou k dispozici pro práci strojů ve výrobní oblasti bramborářské



9. Průměrný počet hodin za den, které jsou k dispozici pro práci strojů ve výrobní oblasti horských hospodářství

DISKUSE

Práce potvrzuje výraznou závislost možnosti nasazení automobilních rozmetadel na srážkách, a tím i na stavu půdy, který na nich závisí. Při tom se projevují v průběhu roku postupně se měnící poměry vodobilanční,

dané poměrem srážek a výparu, který ve zjednodušeném pojetí můžeme chápat jako funkci teploty, a v průměru tedy jako veličinu závislou na datu. Odtud pramení rychlý pokles vlivu srážek, zvláště srážek o větším úhrnu s postupem roku. Jejich minimálního vlivu je dosaženo v době kulminace léta, pak vliv opět progresivně vzrůstá. V tomto směru se ovšem vedle změn hodnot výparu uplatňuje rovněž i vliv měnícího se charakteru srážek v průběhu roku. Jejich intenzita vzrůstá tak, jak se postupně mění od srážek převážně regionálních, z advekce plynoucích v období jarním, ke srážkám spíše lokálního a výrazně konvektivního charakteru v létě. Těmito změnami je ovlivněna další významná složka vodní bilance, povrchový odtok.

Výrazný vliv na pracovní možnosti má rovněž půdní druh. Srážky o stejném úhrnu mají u těžkých půd za následek až dvojnásobně větší nevyužitelnost než na půdách lehkých. Všechny tyto vztahy jsou patrné z obr. 3, 4, 5.

Výrazný je rovněž vliv zpevnění povrchu půdy strništěm. Tento vliv se projevuje zvláště na půdách s vyšším podílem jílnatých částic a progresivně vzrůstá se zvětšujícím se úhrnem srážek. Tak např. zatímco v srpnu a v září průměrná denní srážka X_c odpovídající dané dekádě má u strniště za následek nevyužitelnost pouze 0,1, na oranici na středně těžké půdě působí již nevyužitelnost téměř 0,5 (obr. 2).

Porovnáme-li poměry možnosti nasazení strojů v jednotlivých zemědělských výrobních oblastech v mimozimním období (obr. 6–9), vidíme, že nejlepších podmínek je ve všech oblastech dosaženo ke konci léta. Nejvýraznější zlepšení podmínek v tomto období nastává v oblasti horských hospodářství, a to v důsledku silného poklesu srážkové činnosti v porovnání s předchozími měsíci. Mezi jednotlivými výrobními oblastmi nejsou výrazné rozdíly, pouze oblast horských hospodářství má k dispozici zřetelně nižší počty hodin.

Pro zimní období je zpracován pouze určitý informativní přehled z jedné stanice v řepařské výrobní oblasti. Toto zpracování je do jisté míry subjektivní, protože pro nedostatek údajů se nepodařilo zpracovat objektivními metodami všechny výrobní oblasti v průběhu celé zimy.

Z Á V Ě R

Získané údaje o využitelnosti umožňují lépe plánovat využití zejména velkokapacitních automobilních rozmetadel a ostatních dopravních a aplikačních dopravních prostředků v činnosti agrochemických podniků v jednotlivých zemědělských výrobních oblastech.

L i t e r a t u r a

- BÖHL, K. — REICHERT, E.: Möglichkeiten der Schichtarbeit bei der Düngerausbringung. *Feldwirtschaft*, 10, 1971, s. 463–464.
HRBEK, J.: Klimatické podmínky rozmetání strojených hnojiv. *Meteorologické zprávy*, 5, 1976.

Došlo dne 20. 2. 1976

ГРБЕК Й., ШТАСТНЫ В. (Гидрометеорологический институт, Прага - Коморжаны, Научно-исследовательский институт кормовой промышленности и услуг, Прага, Чехословакия). Влияние климатических условий на возможности разбрасывания минеральных удобрений. Zem. technika 22 (7) : 427-435, 1976.

Были установлены средние суточные временные возможности работы автомобильных туковых сеялок в течение года, обусловленные климатическими факторами, для главных сельскохозяйственных производственных областей. Результаты были изображены в простых графиках.

туковые сеялки; климат; использование

HRBEK J., ŠTASTNÝ V. (Hydrometeorological Institute, Praha - Komořany; Research Institute of Feedstuff Industry and Services, Praha, Czechoslovakia). *The Effect of Climatic Conditions on the Distribution of Chemical Fertilizers*. Zem. technika 22 (7) : 427-435, 1976.

On the climate dependent average daily workability of the chemical fertilizer distributors throughout the year for the main agricultural production areas of Czechoslovakia is being given. The results are presented in the form of figures.

chemical fertilizer distributors; climate; possibilities of use

HRBEK J., ŠTASTNÝ V. (Hydrometeorologisches Institut, Praha - Komořany; Forschungsinstitut der Futterbauindustrie und -dienstleistungen, Praha, Tschechoslowakei). *Einfluß der Witterungsbedingungen auf die Möglichkeit der Handelsdüngerstreuung*. Zem. technika 22 (7) : 427-435, 1976.

Es wurden durchschnittliche tägliche zeitmäßige Möglichkeiten der Arbeit von LKW-Handelsdüngerstreuer im Laufe des Jahres für Hauptgebiete der landwirtschaftlichen Produktion festgelegt, die durch Witterungsfaktoren bedingt werden. Die Ergebnisse wurden in einfachen Diagrammen dargestellt.

Handelsdüngerstreuer; Witterung; Einsatzfähigkeit

Adresy autorů:

Ing. Josef Hrbek, Hydrometeorologický ústav, 140 00 Praha 4 - Komořany,
Vladimír Štastný, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb, Krakovská 5, 110 00 Praha 1

**Výběr z přírůstků
Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ
z úseku zemědělská technika**

Uvedené publikace je možné si zapůjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, 120 56 Praha 2, Slezská 7. Výpůjční doba: pondělí až pátek od 9 do 18 hodin. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

KAPOL, F.

C 21.541/177

Bruchbeschädigungen an Zuckerrüben bei Vollmechanisierung des Rohstoffsektors der Zuckergewinnung.

Berlin, Verlag Dr. A. Bartens 1975. 7 s. 1 obr. 10 tab. Sonderdr. aus Zuckerindustrie, Bd. 25. (Cukrovka — sklizeň — mechanizace — poškození — vztahy — výzkum — NSR)

BELJAKOV, B. — BOBEVA, M.

E 28.943/1975/9

Mechanizirano pribirane na plodove ot dārvēsni i chrastovidni ovoštni kulturi.

Sofija, Nac. centār 1975. 152 s. 59 obr. 18 tab. (Sklizeče ovoce — použití — studijní zpráva — Bulharsko)

Problemi na mechanizacijata v lozarstvoto.

D 64.767

Sofija, Nac. centār 1974. 132 s. obr. tab. (Vinařství — mechanizace — Bulharsko — sborník)

MÜLLER, F.

D 59.532/39

Geräte und Maschinen im Garten- und Landschaftsbau. Teil 1.

Berlin, P. Parey 1975. 126 s. 61 obr. 21 tab. Gärtnerische Berufspraxis 39. (Zahradnické stroje a nářadí — příručka)

D 65.137

Soveršenstvovaniye tehnologii mechanizirovannogo vyraščivaniya, uborki i chraneniya ovošej. Materialy Meždunar. nauč.-metod. soveščeniya.

Sofija, Izd. BAN 1974. 143 s. obr. Sel.-choz. akad. im. G. Dimitrova. (RVHP — vědeckometodická porada pracovní skupiny ústavů mechanizace zemědělství — 1971 — Sofija — sborník / Zelenina — pěstování, sklizeň, skladování a tržní úprava — mechanizace — technologie — konference RVHP — sborník)

PETKOV, Č. I.

E 28.943/1975/13

Mechanizirano pribirane na zelenčuci.

Sofija, Nac. centār 1975. 212 s. 87 obr. 12 tab. (Sklizeče zeleniny — použití — studijní zpráva — Bulharsko)

MICHOV, M. — ENČEV, S.

E 28.943/1975/10

Mechanizirano pribirane na zārneno-bobovite kulturi.

Sofija, Nac. centār 1975. 126 s. 41 obr. 10 tab. (Luskoviny — sklizeň — mechanizace — studijní zpráva — Bulharsko)

Velebil M.: Přínos koordinačního střediska Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze k rozvoji spolupráce členských států RVHP v oblasti výzkumu zemědělské techniky	373
Podstavek B.: Prúdenie hnojovice v potrubí	379
Beyer H.: Omezení růstu ztrát na děleném vytrásadle při zvýšené průchodnosti sklízecích mlátiček	397
Hrbek J., Štastný V.: Vliv klimatických podmínek na možnosti rozmetání průmyslových hnojiv	427

СОДЕРЖАНИЕ

Велебил М.: Вклад Координационного центра Научно-исследовательского института сельскохозяйственной техники, Прага, в дело развития сотрудничества стран-членов СЭВ в области исследования сельскохозяйственной техники	377
Подставек В.: Движение навозной жижи в трубах	396
Байер Г.: Ограничение роста потерь на раздельном соломотрясе при повышении пропускной способности зерноуборочных комбайнов	423
Грбек Й., Штастны В.: Влияние климатических условий на возможности разбрасывания минеральных удобрений	435

CONTENT

Velebil M.: Efforts of Co-ordinating Centre of the Research Institute of Agricultural Engineering, Praha, in the Development of the Cooperation between the CMEA Member Countries in the Field of Farm Engineering Research	377
Podstavek B.: Dungwater Flow in the Pipeline	396
Beyer H.: Reducing the Growth of Losses in Multiple-Section Straw-Walkers at an Increased Throughput of Harvester-Threshers	424
Hrbek J., Štastný V.: The Effect of Climatic Conditions of the Distribution of Chemical Fertilizers	435

INHALT

Velebil M.: Beitrag der Koordinierungsstelle des Forschungsinstituts für Landtechnik, Praha, zur Entwicklung der Zusammenarbeit von Mitgliedsstaaten des RGW auf dem Gebiet der landtechnischen Forschung	378
Podstavek B.: Strömung der Gülle in der Rohrleitung	396
Beyer H.: Einschränkung der Verlusterhöhung auf Hordenschüttler bei der vergrößerten Durchsatzleistung von Mähdreschern	424
Hrbek J., Štastný V.: Einfluß der Witterungsbedingungen auf die Möglichkeit der Handelsdüngerstreuung	435

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, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.