VĚDECKÝ ČASOPIS

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 23 (L)
PRAHA
SRPEN 1977
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, CSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1977

■

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

■

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

■

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

■

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

8

K nedožitým osmdesátinám doc. dr. ing. arch. Karla Caivase

Dne 25. srpna 1977 by oslavil náš nestárnoucí, dynamický a energií překypující spolupracovník arch. Karel Caivas osmdesátiny. Jeho náhlý odchod 10. března 1977 znamená nejen velkou ztrátu pro Výzkumný ústav zemědělské techniky, ale i pro celou odbornou veřejnost na úseku zemědělské výstavby, jejíž problematice věnoval celý svůj život.

Arch. Karel Caivas se narodil 25. 8. 1897 v Lanškrouně v Čechách. Maturoval s vyznamenáním na gymnáziu v Praze v r. 1915, studoval architekturu a pozemní stavitelství na ČVUT v Praze, kde v r. 1928 zakončil státní zkouškou s vyznamenáním. Po obhajobě diplomní práce o skladování zrna v zemědělských sýpkách získal v r. 1933 doktorát technických věd a v r. 1935 byl jmenován docentem pro vědní obor zemědělského stavitelství.

Již od r. 1923 byl asistentem oboru zemědělských staveb na Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství ČVUT v Praze, kde pracoval jako nejbližší spolupracovník prof. Theodora Petříka až do roku 1937. Během své pedagogické činnosti na Vysoké škole architektury a pozemního stavitelství a na Vysoké škole zemědělské v Praze ovlivnil svými odbornými znalostmi a lidskými kvalitami řadu žáků, z nichž některé získal trvale pro práci na úseku zemědělské výstavby.

V letech 1945 až 1952 přednášel zemědělské stavitelství na Vysoké škole zemědělské v Praze a zastával řadu významných funkcí spjatých s problémy zemědělství; působil ve funkci experta ministerstva techniky na obnově zemědělských usedlostí po válce a vypracoval řadu projektů, které byly realizovány jako základ zemědělské socialistické velkovýroby v naší republice. Od r. 1952 by vedoucím projekční složky Zemědělských stavebních závodů, od r. 1954 členem stavební komise ČAZ, od r. 1955 hlavním architektem oddělení vývoje Agroplánu.

V r. 1956 nastoupil jako vědecký pracovník do Výzkumné laboratoře pro výstavbu zemědělství. Po jejím zrušení přešel v téže funkci v r. 1957 do Výzkumného ústavu zemědělské techniky v Praze-Řepích, kde pracoval až do konce svého života a kde účinně přispěl k vysoké úrovni řešení mnoha výzkumných úkolů na úseku zemědělské výstavby.

Během své dlouholeté praxe napsal mnoho pojednání o zemědělských stavbách do různých vědeckých a odborných časopisů. V době po osvobození naší republiky, kdy byl pociťován nedostatek odborné literatury, vydal v roce 1947 knihu „Stavitelství v potřebách zemědělce". V ní shrnul současné poznatky o možnostech dispozičního řešení zemědělských staveb i jejich detailů.

V počátečním období rozvoje socialistického zemědělství po roce 1948 psal pohotově k problematice zemědělské výstavby odborné články, zaměřené hlavně na stavby pro skot a pro prasata do časopisů Zemědělské stavby, Náš chov aj. Vypracoval mnoho projektů, z nichž převážná část byla realizována a jejichž architektonická úroveň a citlivé začlenění do krajinného prostředí bylo poznamenáno osobitou vynikající výtvarnou úrovní autora. Nelze uvádět všechna realizovaná díla novostaveb a modernizací, která arch. Caivas vytvořil a kterými výrazně zasáhl do realizace výstavby v období přechodu našeho zemědělství k velkovýrobě. Velký

význam zde měly projekty produkčních stanic a velkovýkrmen, jejichž výstavbě vtiskl svůj osobitý architektonický výraz.

Pohlédneme-li na dlouholetou plodnou činnost arch. Karla Caivase, nemůžeme přehlédnout, že celou jeho prací souvisle prolíná problematika zemědělské výstavby, jíž zůstal věren po celý život. Téměř 55 let byl arch. Caivas na čelném místě při řešení problémů zemědělského stavitelství a má nesporné zásluhy o zvýšení jeho úrovně.

Za bohatou činnost v oblasti zemědělské účelové výstavby, za rozvoj zemědělských věd a využití jejich poznatků v praxi byla arch. Karlu Caivasovi v roce 1968 udělena Ústředím změdělského a potravinářského výzkumu pamětní medaile „200 let zemědělské vědy" a pamětní plaketa Svazu architektů. V roce 1969 mu udělil ministr zemědělství a výživy titul „vynikající pracovník zemědělství a výživy".

Architekt Karel Caivas žil krásný a plodný život. V naší paměti zůstane stále živý — dobrý člověk.

Doc. ing. arch. dr. Karel Souček, CSc.,
Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy

TAHOVÉ VLASTNOSTI VÍCENÁPRAVOVÝCH TAHAČŮ NA KULTIVOVANÉ PŮDĚ

R. Kristek

KRISTEK, R. (Generální ředitelství Strojních a traktorových stanic a opraven zemědělských strojů, Praha - Vinoř): *Tahové vlastnosti vícenápravových tahačů na kultivované půdě.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8): 437—454.

Článek navazuje na práci Kristka a Grečenka (1976), v níž se pojednává o měření záběrových vlastností pneumatik na kultivované půdě při opakovaném průjezdu hnacích kol toutéž stopou. Výsledky měření byly zpracovány, prokluzové křivky matematicky interpretovány bilineárními (binomickými) rovnicemi prokluzu. Ty byly dále použity k výpočtu tahových vlastností několika variant vícenápravových tahačů s pohonem všech kol. Tahové vlastnosti byly vypočítány na samočinném počítači při respektování skutečných proměnných zatížení kol. Základem tohoto výpočtu jsou obecná řešení vztahu mezi tahovou silou, konstrukčními parametry tahačů a součiniteli záběru matematicky vyjádřenými inverzním tvarem bilineární rovnice prokluzu. Výpočtem byla potvrzena závislost mezi konstrukčním provedením tahačů a jejich tahovými vlastnostmi a prokázáno dost značné zlepšení tahových vlastností třínápravových tahačů určitého konstrukčního provedení vzhledem k dvounápravovým a pouze nevýrazné zlepšení tahových vlastností čtyřnápravových tahačů vůči třínápravovým. Byl zjištěn i poměrně důležitý vliv statického rozložení tíhy, úhlu sklonu tahové síly i huštění pneumatik na tahové vlastnosti všech sledovaných variant tahačů.

vícenápravové tahače; tahové vlastnosti; rovnováha vnějších sil; prokluz; měrná tahová síla

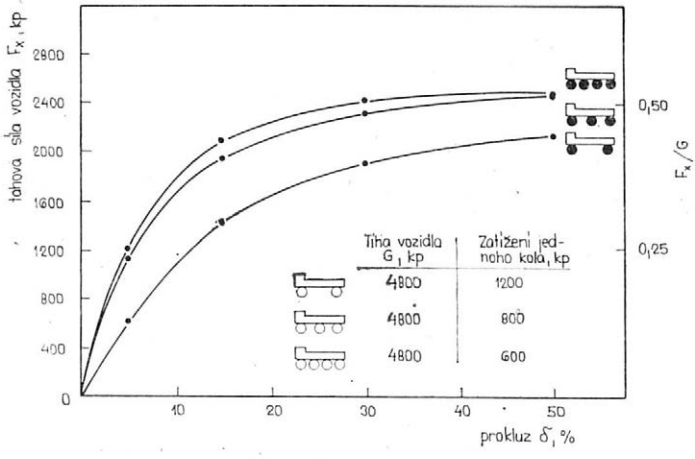
Nezbytnou vlastností terénních vozidel je průjezdnost, tj. schopnost projet terénem. S průjezdností vozidel souvisí velmi úzce jejich tahové vlastnosti, a to především tehdy, jde-li o vozidla určená k tažení přívěsů, resp. o traktory pracující se zemědělskými stroji. Tahové vlastnosti terénních vozidel různých koncepcí je možné stanovit buď přímo tahovými zkouškami nebo teoretickým výpočtem, tj. vhodnou aplikací vzájemného účinku (interakce) soustavy vozidlo — terén.

Při výpočtu tahových vlastností vícenápravových vozidel na kultivované půdě nebyla dosud nijak zvlášť respektována okolnost, že kolo s pneumatikou jedoucí ve stopě kola předcházejícího se valí po půdě za jiných, výhodnějších podmínek. Abychom získali věrohodné podklady k výpočtu, udělali jsme měření, jejichž cílem bylo především zjistit záběrové vlastnosti a odpor valení pneumatik při čtyřnásobném průjezdu hnacích kol touž stopou v terénu (Kristek, 1972; Kristek, Grečenko, 1976). Naměřené prokluzové křivky byly vyjádřeny teoretickými bilineárními (binomickými) rovnicemi prokluzu (Grečenko, 1967, 1970), které byly použity k výpočtu tahových vlastností několika variant vícenápravových tahačů s pohonem všech kol při uvažování skutečných zatížení kol.

PŘEHLED DOSAVADNÍCH VÝZKUMNÝCH POZNATKŮ

Dosud publikované práce se při respektování různých záběrových vlastností kol jedoucích v téže stopě zaměřují na teoretický výpočet nebo měření tahových vlastností převážně traktorů (Sonnen, 1968), resp. dvounápravových vozidel (Bočarov aj., 1963), výjimečně vícenápravových vozidel (Kabakov aj., 1970) s pohonem všech kol.

Jednou z posledních prací, zabývající se problematikou tahových vlastností vícenápravových vozidel na poddajné podložce, je práce Holma (1969). Tento autor měřil záběrové vlastnosti pneumatik s hladkým běhounem v půdním kanále při čtyřnásobném průjezdu kol toutéž stopou. Výsledky měření aplikoval na vícenápravová vozidla se všemi koly stejných rozměrů za předpokladu, že zatížení jednotlivých náprav bude rovnoměrné a neměnné. Tento požadavek je ovšem pro vozidla v praktickém provozu nedosažitelný. Možnost změny zatížení kol vlivem momentu způsobeného tahovou silou, předsunutím reakcí před střed kol vlivem odporu valení a následkem sklonu vozidla v podélném směru způsobeného různou hloubkou kolejí, nebyla uvažována.

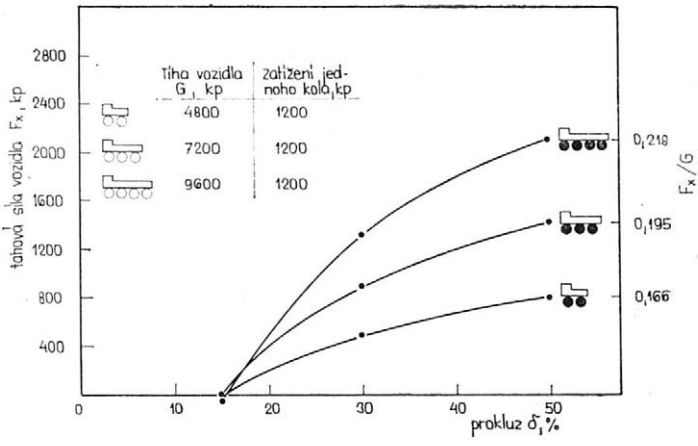


1. Závislost tahové síly dvou-, tří- a čtyřnápravových vozidel stejné celkové tíhy na prokluzu (Holm, 1969) — Dependence of the traction force of two-, three- and four-axle tractors of identical weight on the value of slippage (Holm, 1969) pneumatiky AS 12,4/11-28 s hladkým běhounem, tíha vozidla 4800 kp (47,1 kN), půda: písčitá hlína, ρ = 1,61 g cm^{-3}, w = 16,5 %

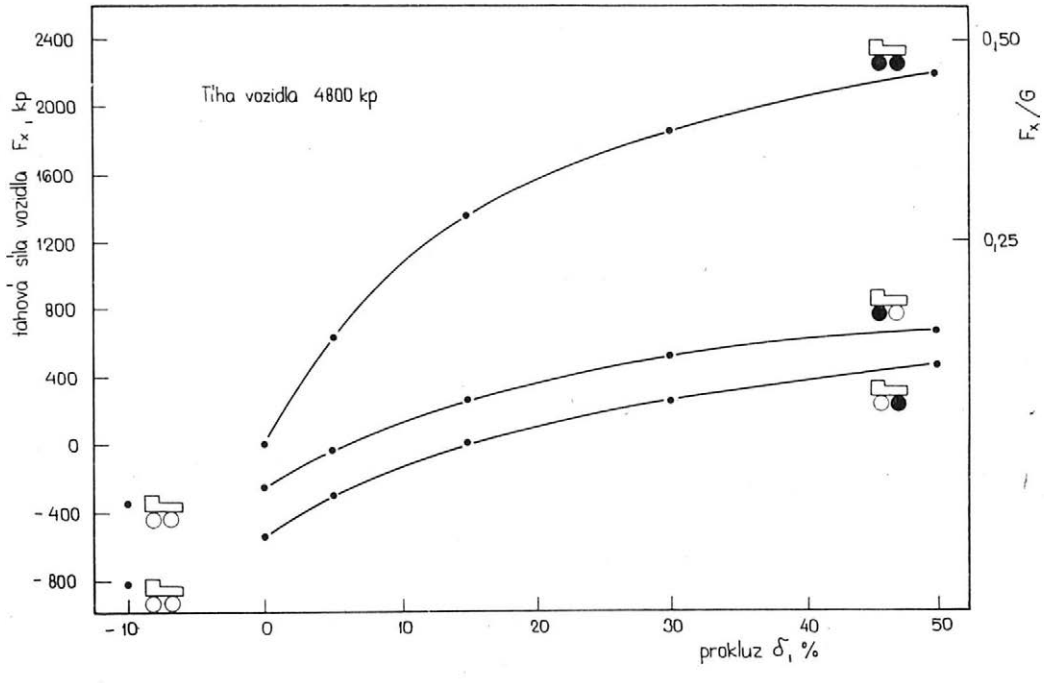
Z výsledků práce Holma (1969) je na obr. 1 znázorněna velikost tahové síly dvou-, tří- a čtyřnápravových vozidel stejné celkové tíhy 47,1 kN, tj. s různým zatížením na jedno kolo, v závislosti na prokluzu ve zhutněné půdě (ϱ = 1,61 g cm^{-3}) s vlhkostí 16,5 %. Z obr. 1 je zřejmé, že mezi dvou-, tří- a čtyřnápravovým vozidlem stejné tíhy přece jen existují pozoruhodné rozdíly ve velikosti tahové síly, zejména v oblasti malých hodnot v prokluzu. V nakypřené půdě (ϱ = 1,72 g cm^{-3}) s vlhkostí 19,5 % není zjištěný rozdíl tak významný, naproti tomu však v plastické, i když zhutněné půdě (ϱ = 1,93 g cm^{-3}) s vlhkostí 23,5 % je rozdíl mezi vozidly stejné tíhy, ale s rozdílným počtem náprav velmi značný v celém rozmezí prokluzu. Např. při 34% prokluzu vyvíjí čtyřnápravové vozidlo v této plastické půdě o 100 % větší tahovou sílu než vozidlo dvounápravové, při 50% prokluzu činí tento rozdíl ještě 70 %. U vozidel se stejným zatížením připadajícím na jedno kolo jsou uváděné rozdíly ve velikosti tahové síly v důsledku větší tíhy vícenápravových vozidel ještě větší, ale ve velikosti měrné tahové síly, která je lepším srovnávacím měřítkem než tahová síla sama o sobě, jsou tyto rozdíly podstatně menší (obr. 2).

Je poměrně velmi málo známé, že při rovnoměrném zatížení náprav se vozidla se stejně velkými koly s pohonem předních kol pohybují v terénu za četných půdních podmínek lépe než vozidla s pohonem zadních kol (Holm, 1969). Vozidlo s pohonem zadních kol je schopno vyvinout v kypré půdě (ϱ = 1,72 g cm^{-3}) s vlhkostí 19,5 % tahovou sílu na háku jen při prokluzu přesahujícím 15 %, kdežto vozidlo s pohonem před-

2. Závislost tahové síly dvou-, tří- a čtyřnápravových vozidel se stejným zatížením připadajícím na jedno kolo na prokluzu (H o l m, 1969) — Dependence of the traction force of two-, three- and four-axle tractors with identical loads per wheel on the value of slippage (H o l m, 1969)
pneumatiky AS 12,4/11-28 s hladkým běhounem, zatížení kola 1200 kp (11,8 kN), půda: písčitá hlína, ρ = 1,93 g cm^{-3}, w = 23,5 %



ních kol vyvíjí stejnou tahovou sílu již při prokluzu 6 % (obr. 3). Jak uvádí zmíněný autor, je i v hutnější půdě (ϱ = 1,61 g cm^{-3}) s vlhkostí 16,5 % pohon předních kol stále ještě výhodnější, třebaže rozdíl není tak významný. Naproti tomu tahová síla ve zhutněné plastické půdě (ϱ = 1,93 g cm^{-3}) s vlhkostí 23,5 % by byla zřejmě tak malá, že dvounápravové vozidlo, pokud by nemělo pohon všech kol, by se sotva mohlo pohybovat vpřed.



3. Závislost tahové síly dvounápravového vozidla s pohonem předních kol, zadních kol a s pohonem všech kol na prokluzu (H o l m, 1969) — Dependence of the traction force of a two-axle tractor with front-wheel drive, rear-wheel drive and all-wheel drive on the value of slippage (H o l m, 1969)
pneumatiky AS 12,4/11-28 s hladkým běhounem, tíha vozidla 4800 kp (47,1 kN), půda: písčitá hlína, ρ = 1,72 g cm^{-3}, w = 19,5 %

SILOVÉ POMĚRY U VÍCENÁPRAVOVÝCH TAHAČŮ S POHONEM VŠECH KOL

Základem pro výpočet tahových vlastností vícenápravových tahačů s pohonem všech kol (u nichž se předpokládalo zjednodušené zavěšení náprav a v důsledku toho i skutečné zatížení kol) při rovnoměrné jízdě po rovině jsou obecná řešení vztahu mezi tahovou silou F, konstrukčními parametry tahačů a součiniteli záběru μ_i. Za jízdu po rovině je považován z mechanického hlediska nejjednodušší případ, totiž jízda se všemi koly ve stejné výšce. Nepatrný vliv rozdílné hloubky stop jednotlivých kol, popř. různé deformace pneumatik na naklonění vozidla, a tím způsobenou změnu svislého průmětu rozvoru, popřípadě jiných parametrů do vodorovné roviny nebo na změnu silových poměrů, byl zanedbán.

Při statickém řešení podmínek rovnováhy se použije pravoúhlý souřadný systém x; z, resp. zobecnělý souřadný systém λ_x; λ_z (Grečenko, 1965). Ten má počátek v průsečíku kolmice procházející středem zadních kol, resp. středem zavěšení zadní zdvojené nápravy se základní rovinou xy. Kladný směr osy x směřuje nalevo od začátku (obr. 4—7).

Tak zvané složené rozměry z_i ($i = 1, 2, \ldots$) lze definovat pomocí rovnice nositelky tahové síly p_f, která se určí jako rovnice přímky: $p_f \equiv z_i - f - (x + e) \operatorname{tg} \Theta = 0$. Dosazením příslušného rozměru ve směru osy x do rovnice přímky p_f se obdrží složené rozměry z_i, analyticky vyjádřené v pravoúhlých souřadnicích.

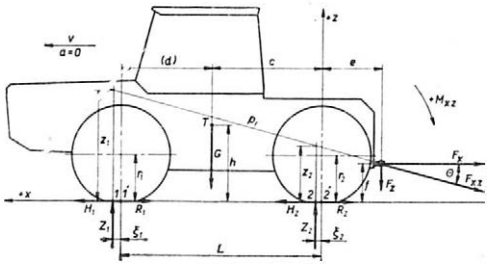
Při silovém řešení je třeba dodržet tyto zásady:

a) nářadí se uvažuje odděleně od tahače a působí na něj výslednou silou $\overline{F}_{xz} = \overline{F}_x + \overline{F}_z$;

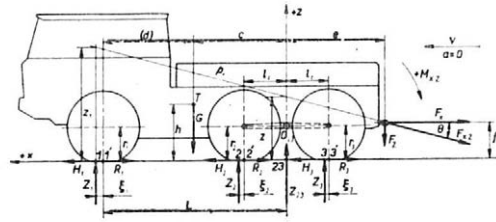
b) moment síly $\overline{F}_{xz}$ k průsečíku nositelky reakce Z_i se základní rovinou xy (osou x) je roven součinu $F_x \cdot z_i$;

c) normálové reakce Z_i jsou uvažovány ve svých skutečných působištích, tj. v bodech 1, 2, ... (obr. 4—7).

KOLOVÝ TRAKTOR S POHONEM VŠECH KOL



4. Silové a rozměrové schéma táhnoucího K4-traktoru při rovnoměrné jízdě po rovině — Dimensional and force diagram of a towing K4 tractor during uniform travel on flat ground



5. Silové a rozměrové schéma táhnoucího třínápravového tahače se zdvojenou nápravou vzadu při rovnoměrné jízdě po rovině — Dimensional and force diagram of a towing three-axle vehicle with double rear axle, during uniform travel on flat ground

Silové a rozměrové schéma táhnoucího kolového traktoru s pohonem všech kol při rovnoměrné jízdě po rovině je na obr. 4. Při řešení rovnováhy vnějších sil se použije tří ze čtyř těchto rovnic:

$$\Sigma F_x = 0; \quad H_1 - R_1 + H_2 - R_2 - F_x = 0$$
$$\Sigma F_z = 0; \quad G + F_z - Z_1 - Z_2 = 0$$
$$\Sigma M_1 = 0; \quad G(d + \xi_1) - Z_2(L + \xi_1 - \xi_2) + F_x \cdot z_1 = 0$$
$$\Sigma M_2 = 0; \quad Z_1(L + \xi_1 - \xi_2) + F_x \cdot z_2 - G(c - \xi_2) = 0$$

Složené rozměry z_1 a z_2, definované pomocí nositelky tahové síly p_f, mají v pravoúhlých souřadnicích tento tvar:

$$z_1 = f + (L + \xi_1 + e) \operatorname{tg} \Theta \tag{1}$$
$$z_2 = f + (\xi_2 + e) \operatorname{tg} \Theta \tag{2}$$

kde: $\xi_1 = r_1 \cdot \psi_1$
$\xi_2 = r_2 \cdot \psi_2$

Z momentové výminky rovnováhy $\Sigma M_1 = 0$ se obdrží velikost reakce Z_2:

$$Z_2 = \frac{G(d + \xi_1) + F_x \cdot z_1}{L + \xi_1 - \xi_2} \tag{3}$$

Velikost reakce Z_1 lze určit buď z podmínky silové rovnováhy $\Sigma F_z = 0$, nebo z momentové výminky $\Sigma M_2 = 0$:

$$Z_1 = \frac{G(c - \xi_2) - F_x \cdot z_2}{L + \xi_1 - \xi_2} \tag{4}$$

Při výpočtu tahové síly F_x jako funkce konstrukčních parametrů traktoru a součinitelů záběru μ_1 a μ_2 se použije silové rovnováhy $\Sigma F_x = 0$, z níž obdržíme:

$$F_x = H_1 - R_1 + H_2 - R_2 \tag{5}$$

Dosadí-li se za výrazy pro hnací sílu a odpor valení vztahy:

$$H_1 = Z_1 \cdot \mu_1; \quad H_2 = Z_2 \cdot \mu_2$$
$$R_1 = Z_1 \cdot \psi_1; \quad R_2 = Z_2 \cdot \psi_2$$

obdrží se po úpravě rovnice:

$$F_x = Z_1(\mu_1 - \psi_1) + Z_2(\mu_2 - \psi_2) \tag{6}$$

z níž dosazením vztahů (3) a (4) za reakce Z_1 a Z_2 a zavedením zobecnělých souřadnic (tj. vztažením příslušného rozměru ve směru osy x, resp. osy z na rozvor L) se po další úpravě obdrží vzorec použitelný pro výpočet velikosti tahové síly F_x kolového traktoru s vázaným pohonem náprav při rovnoměrné jízdě po rovině:

$$F_x = G \frac{(\lambda_c - \lambda_{r_2} \cdot \psi_2) \cdot (\mu_1 - \psi_1) + (\lambda_d + \lambda_{r_1} \cdot \psi_1) \cdot (\mu_2 - \psi_2)}{1 + \lambda_{r_1} \cdot \psi_1 - \lambda_{r_2} \cdot \psi_2 + \lambda_{z_2}(\mu_1 - \psi_1) - \lambda_{z_1}(\mu_2 - \psi_2)} \tag{7}$$

VÍCENÁPRAVOVÉ TAHAČE S POHONEM VŠECH KOL

Silová a rozměrová schemata táhnoucích třínápravových tahačů s jednoduchou a zdvojenou nápravou a čtyřnápravového tahače se dvěma zdvojenými nápravami s pohonem všech kol (stejných rozměrů) při rovnoměrné jízdě po rovině jsou na obr. 5—7. Pro výpočet tahové síly byla zvolena nejjednodušší konstrukční provedení těchto tahačů s vahadlovými závěsy zdvojených náprav volně výkyvnými kolem středu zavěšení na ramenech délky l_p u přední dvojice, resp. délky l_z u zadní dvojice náprav. Zvolenému zidealizovanému řešení poměrně velmi dobře odpovídá konstrukční provedení tahačů s tuhým rámem

a přední, resp. zadní zdvojenou nápravou skládající se z kyvadlových polonáprav nezávisle odpružených podélně uloženými listovými pery (koncepce Tatra). Toto konstrukční provedení zajišťuje staticky rovnoměrné zatížení kol obou náprav dvojice (přičemž jednoduchá a zdvojená náprava u třínápravových tahačů a obě zdvojené nápravy u čtyřnápravového tahače jsou na sobě nezávislé) a neovlivňuje provozní rozdělení reakcí na jednotlivé nápravy této dvojice. Zjednodušené řešení, které je pak staticky určité, umožňuje určit provozní zatížení jednotlivých náprav.

Třínápravové tahače

a) Třínápravový tahač se zdvojenou nápravou vzadu (K6-1)

Rovnováha vnějších sil je dána těmito základními výminkami (obr. 5):

$$\Sigma F_x = 0; \quad \sum_{i=1}^{i=3} (H_i - R_i) - F_x = 0$$
$$\Sigma F_z = 0; \quad G + F_z - Z_1 - Z_{23} = 0$$
$$\Sigma M_1 = 0; \quad G(d + \xi_1) - Z_{23}(L + \xi_1) + F_x \,.\, z_1 = 0$$
$$\Sigma M_{23} = 0; \quad Z_1(L + \xi_1) - G \,.\, c + F_x \,.\, z_{23} = 0$$

K určení reakcí Z_2 a Z_3 jsou nutné alespoň další dvě podmínky rovnováhy:

$$\Sigma F_{z_{23}} = 0; \quad Z_2 + Z_3 - G_{23} = 0; \quad (G_{23} \equiv Z_{23})$$
$$M_2 = 0; \quad G_{23}(l_z + \xi_2) - Z_3(2\,l_z + \xi_2 - \xi_3) = 0$$

Složené rozměry z_1 a z_{23} mají v pravoúhlých souřadnicích tvar:

$$z_1 = f + (L + \xi_1 + e) \,.\, \mathrm{tg}\,\Theta \tag{8}$$
$$z_{23} = f + e \,.\, \mathrm{tg}\,\Theta \tag{9}$$

b) Třínápravový tahač se zdvojenou nápravou vpředu (K6-2)

Rovnováha vnějších sil je dána těmito základními výminkami (obr. 6):

$$\Sigma F_x = 0; \quad \sum_{i=1}^{i=3} (H_i - R_i) - F_x = 0$$
$$\Sigma F_z = 0; \quad G + F_z - Z_{12} - Z_3 = 0$$
$$\Sigma M_{12} = 0; \quad G \,.\, d - Z_3(L - \xi_3) + F_x \,.\, z_{12} = 0$$
$$\Sigma M_3 = 0; \quad Z_{12}(L - \xi_3) - G(c - \xi_3) + F_x \,.\, z_3 = 0$$

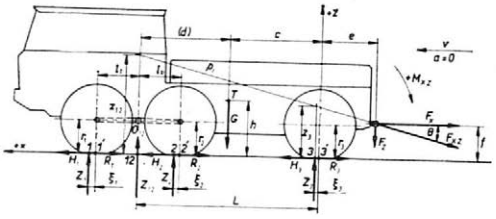
Reakce Z_1 a Z_2 se stanoví pomocí dalších dvou podmínek rovnováhy:

$$\Sigma F_{z_{12}} = 0; \quad Z_1 + Z_2 - G_{12} = 0; \quad (G_{12} \equiv Z_{12})$$
$$\Sigma M_1 = 0; \quad G_{12}(l_p + \xi_1) - Z_2(2\,l_p + \xi_1 - \xi_2) = 0$$

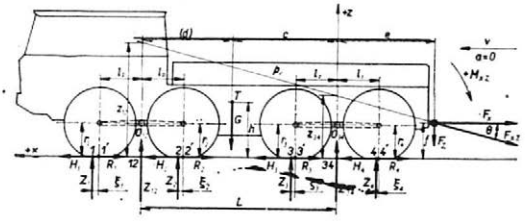
Složené rozměry z_{12} a z_3 mají tento tvar:

$$z_{12} = f + (L + e)\,\mathrm{tg}\,\Theta \tag{10}$$
$$z_3 = f + (\xi_3 + e)\,\mathrm{tg}\,\Theta \tag{11}$$

Další postup řešení je pro oba třínápravové tahače společný:



6. Silové a rozměrové schéma táhnoucího třínápravového tahače se zdvojenou nápravou vpředu při rovnoměrné jízdě po rovině — Dimensional and force diagram of a towing three-axle vehicle with double front axle, during uniform travel on flat ground



7. Silové a rozměrové schéma táhnoucího čtyřnápravového tahače při rovnoměrné jízdě po rovině — Dimensional and force diagram of a towing four-axle vehicle during uniform travel on flat ground

Řešením příslušných rovnic se obdrží velikosti reakcí Z_1, Z_2 a Z_3. Při výpočtu tahové síly se použije rovnováhy sil $\Sigma F_x = 0$, z níž obdržíme vztah:

$$F_x = \sum_{i=1}^{i=3} (H_i - R_i) = \sum_{i=1}^{i=3} Z_i (\mu_i - \psi_i) \tag{12}$$

který po příslušné úpravě dává výsledný vzorec pro výpočet velikosti tahové síly F_x třínápravových tahačů K6-1, resp. K6-2.

Čtyřnápravový tahač

Rovnováha vnějších sil je dána těmito základními výminkami (obr. 7):

$$\begin{aligned}
\Sigma F_x &= 0; & \sum_{i=1}^{i=4} (H_i - R_i) - F_x &= 0 \\
\Sigma F_z &= 0; & G + F_z - Z_{12} - Z_{34} &= 0 \\
\Sigma M_{12} &= 0; & G \,.\, d - Z_{34} \,.\, L + F_x \,.\, z_{12} &= 0 \\
\Sigma M_{34} &= 0; & Z_{12} \,.\, L - G \,.\, c + F_x \,.\, z_{34} &= 0
\end{aligned}$$

Reakce kol jednotlivých náprav se určí pomocí dalších podmínek rovnováhy:

pro reakce Z_1 a Z_2:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_{z_{12}} &= 0; & Z_1 + Z_2 - G_{12} &= 0; \quad (G_{12} \equiv Z_{12}) \\
\Sigma M_1 &= 0; & G_{12} (l_p + \xi_1) - Z_2 (2\, l_p + \xi_1 - \xi_2) &= 0
\end{aligned}$$

pro reakce Z_3 a Z_4:

$$\begin{aligned}
\Sigma F_{z_{34}} &= 0; & Z_3 + Z_4 - G_{34} &= 0; \quad (G_{34} \equiv Z_{34}) \\
\Sigma M_3 &= 0; & G_{34} (l_z + \xi_3) - Z_4 (2\, l_z + \xi_3 - \xi_4) &= 0
\end{aligned}$$

Složené rozměry z_{12} a z_{34} mají tvar:

$$z_{12} = f + (L + e) \operatorname{tg} \Theta \tag{13}$$

$$z_{34} = f + e \,.\, \operatorname{tg} \Theta \tag{14}$$

Řešením příslušných rovnic se obdrží velikosti reakcí Z_1 až Z_4. Při výpočtu tahové síly se vychází z rovnováhy sil $\Sigma F_x = 0$, z níž obdržíme vztah:

$$F_x = \sum_{i=1}^{i=4} (H_i - R_i) = \sum_{i=1}^{i=4} Z_i (\mu_i - \psi_i) \tag{15}$$

který po další úpravě dává vzorec pro výpočet velikosti tahové síly F_x.

Všechna naznačená řešení výpočtu tahových vlastností dvou- a vícenápravových tahačů s pohonem všech kol platí pouze pro vázané propojení hnacích náprav (tj. pohon s jedním stupněm volnosti), nikoliv pro jejich diferenciální propojení (tj. pohon se dvěma stupni volnosti). Těchto vztahů lze použít pro výpočet velikosti tahové síly daných tahačů při rovnoměrné jízdě po rovině, a to i tehdy, jestliže pohon některé nápravy je vypnut; pak je příslušný součinitel záběru $\mu = 0$. V tom případě ovšem kola této nápravy netáhnou a záběrové vlastnosti následujících kol [tj. závislosti $\delta = f(\mu)$] mohou být poněkud jiné než v případě, kdy i kola předcházející nápravy jsou hnací; tím mohou být ovlivněny i tahové vlastnosti vozidla (Holm, 1969).

VÝPOČET TAHOVÝCH VLASTNOSTÍ

Pro účely výpočtu tahových vlastností vícenápravových tahačů se především sestaví bilineární prokluzové rovnice příslušné pneumatikám kol jednotlivých náprav. Potřebné rovnice se získají dosazením naměřených vlastností půdy, tj. koheze c, úhlu vnitřního tření φ a charakteristického posuvu půdy j_k spolu s parametry dané pneumatiky — délkou obdélníkové dosedací plochy l a středním kontaktním tlakem q_s do příslušných rovnic a jejich vzájemným řešením.

Pro výpočet se doporučuje brát (Grečenko, 1970):

$$q_s = \frac{Q}{S_o} \overset{!}{=} \text{konst.} \tag{16}$$

$$l = \sqrt{1{,}1\ S_o \cdot \frac{l_o}{b_o}} \overset{!}{=} \text{konst.} \tag{17}$$

$$b = \sqrt{0{,}91\ S_o \cdot \frac{b_o}{l_o}} \overset{!}{=} \text{konst.} \tag{18}$$

Velikost součinitele lpění μ_m se určí ze vztahu:

$$\mu_m = \frac{c}{q_s} + \operatorname{tg} \varphi \tag{19}$$

Pro výpočet velikosti součinitele záběru $\mu = f(\delta)$ se použije bilineární prokluzová rovnice v zobecněném inverzním tvaru (Grečenko, 1970, 1973):

$$a_u = \frac{1}{4} \left[2\mathcal{J} + 3 - \sqrt{(2\mathcal{J} - 1)^2 + 8}\right] \tag{20}$$

kde: $\mathcal{J} = \dfrac{\delta \cdot l}{j_k}$

$a_u = \dfrac{\mu}{\mu_m}$

μ_m — je určeno vzorcem (19)

I. Mechanické vlastnosti půdy, záběrové podmínky a parametry pneumatik použité při výpočtu tahových vlastností vícenápravových tahačů — Mechanical properties of the soil, gripping conditions and parameters of tyres used for calculating the traction properties of multi-axle towing vehicles

Pneu 14,9/13-28. Stav půdy: nestlačená — w = 23,6 %, ρ = 1,46 g cm^{-3}
po 4. průjezdu — w = 21,8 %, ρ = 1,85 g cm^{-3}

Veličina	Rozměr	Huštění, průjezd							
		0,15 MPa				0,07 MPa			
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
μ_m	—	0,960	0,970	0,980	0,990	0,940	0,950	0,960	0,970
j_k	m	0,095	0,082	0,081	0,080	0,096	0,072	0,063	0,062
q_s	MPa	0,051	0,058			0,056	0,066		
l	m	0,620	0,550			0,590	0,510		
b	m	0,310	0,310			0,290	0,290		
tg φ	—	0,705				0,708			
φ	o	35,200				35,300			
c	MPa	0,013	0,015	0,016	0,017	0,013	0,016	0,017	0,017
ψ	—	0,180	0,130	0,100	0,100	0,160	0,110	0,090	0,090

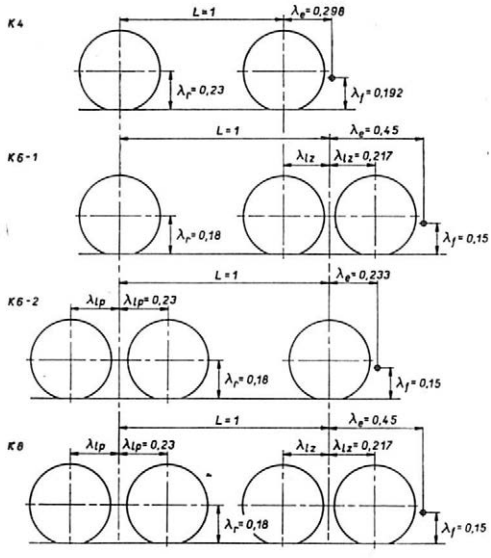
Při stanovení prokluzových rovnic uvedeným způsobem je vhodnější dosazovat pro každý průjezd hnacích kol toutéž stopou hodnoty získané rozborem naměřených prokluzových křivek (tab. I), nikoliv hodnoty naměřené smykacím přístrojem ve stopě kol (Kristek, 1972).

Velikost tahové síly $F_x = f(\delta)$ se vypočte dosazením hodnot součinitelů záběru $\mu_i = f(\delta)$, příslušných jednotlivým jízdám hnacích kol v téže stopě, do vzorce (7) — (K4-traktor), resp. do upravených vztahů (12) — (třínápravové tahače K6-1 a K6-2) a (15) — (čtyřnápravový tahač K8).

Vlastní výpočet tahových vlastností vícenápravových tahačů s pohonem všech kol byl proveden na počítači Minsk 22 ve Výpočetním ústavu VŠZ v Praze - Suchdole. Pro účely výpočtu byl vypracován program pro stanovení teoretického průběhu prokluzových křivek $\mu_i = f(\delta)$ podle vztahu (20) a návazně pro výpočet velikosti tahové síly $F_x = f(\delta)$ ze vzorců (7), (12) a (15).

Konstrukční parametry a veličiny, vyskytující se ve vzorcích, byly většinou konstantní (obr. 8); pouze některé, jejichž vliv byl sledován, byly v určitém intervalu proměnné (tab. II). Na základě toho, že základní rozměry tahačů si jsou podobné, byl při návrhu těchto parametrů použit zobecnělý souřadný systém, tj. za základní měřítko podobnosti byl zvolen rozvor, který je u určitého tahače neměnný; obecný rozměr x vztažený na rozvor L se pak označí symbolem $\lambda_x = x/L$, čímž vzniknou na obr. 8 uvedená označení λ_r, λ_e, λ_f, λ_{lp}, λ_{lz} pro tzv. jednoduché rozměry; rozvor L má pak velikost „jedna". Účinné poloměry všech kol byly pro výpočet považovány za stejně veliké; pak obecně platí: $\lambda_{ri} = \lambda_r$.

Aby byly výsledky výpočtu srovnatelné, bylo provedeno i zobecnění sil, tj. tahové síly F_x a reakcí kol, přičemž za základní jednotku byla zvolena tíha tahače G. To je zvlášť



8. Návrh konstatních konstrukčních parametrů dvou-, tří- a čtyřnápravových tahačů (za základní variantu byl zvolen K4-traktor, zbývající tři varianty tahačů byly odvozeny stavebnicovým způsobem, který je zřejmý z obrázku) — Proposed constant structural parameters of two-, three- and four-axle tractors (the K4 tractor was chosen as the basic variant, the remaining three variants were derived by unit-construction method, which is shown in the figure)

II. Intervaly proměnných veličin — Intervals of variables

Veličina	Interval
Konstrukční parametr $\lambda c = c/L$	0,4; 0,8 á 0,1
Nárysný úhel tahové síly Θ	0°; 20° á 10°

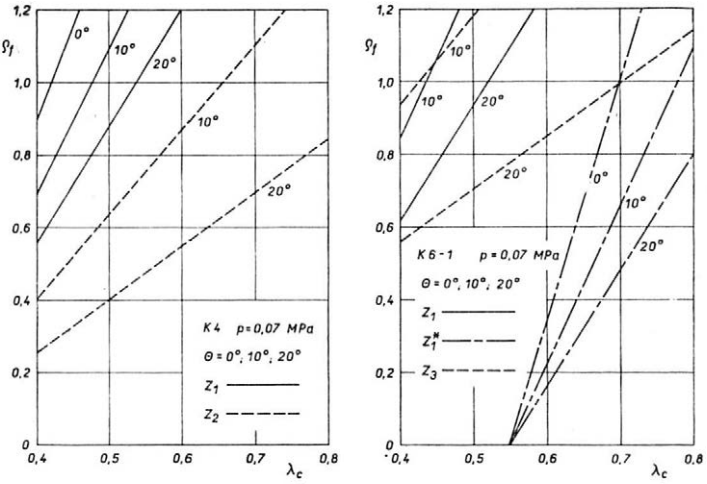
III. Hodnoty meze řiditelnosti a maximální provozní únosnosti pneumatik zobecněné vztažením na tíhu traktoru. — The limit values of drivability and load-bearing capacity of the tyres generalized in relation to the weight of the tractor

	K4-traktor	K6-1	K6-2	K8
Mez řiditelnosti	první náprava $Z_1/G = 0{,}2$		přední dvojice náprav $Z_{12}/G = 0{,}2$	
Maximální provozní únosnost pneu jedné nápravy	$Z_i/G = 0{,}8$	$Z_i/G = 0{,}533$		$Z_i/G = 0{,}4$

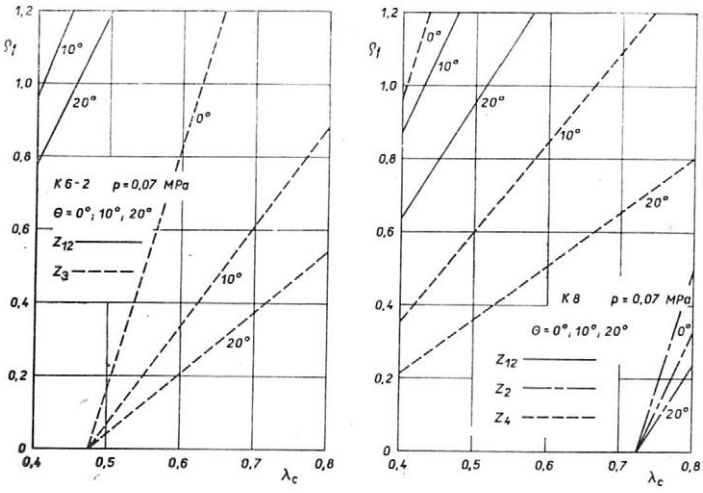
výhodné u tahové síly, která — vztažena na tíhu tahače — se nazývá měrná tahová síla $\varrho_f = F_x/G$; jejím zavedením byla z výpočtu vyloučena tíha tahače. Předpokládá se však, že průměrné statické zatížení jedné nápravy je u všech variant tahačů stejné.

Vzhledem k tomu, že zvolené statické rozložení tíhy, definované parametrem λ_c, v intervalu $\langle 0{,}4; 0{,}8 \rangle$, není stejně vhodné pro všechny sledované varianty tahačů, zejména ne pro oba tahače třínápravové, byly brány v úvahu i limitující faktory, a to mez řiditelnosti a maximální provozní únosnost pneumatik, jejichž hodnoty zobecněné vztažením na tíhu tahače jsou uvedeny v tab. III. Pro mez řiditelnosti a maximální provozní

9. Závislost mezní hodnoty měrné tahové síly ρ_f na parametru λ_c a úhlu Θ pro K4-traktor a tahač K6-1 — Dependence of the limit value of specific traction force ρ_f on the value λ_c and angle Θ for the K4 and K6-1 tractors



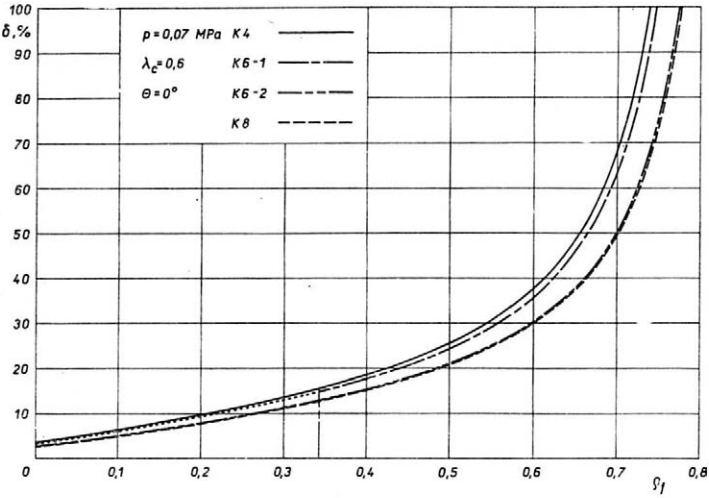
V obr. 9 a 10 jsou přímky omezující řiditelnost znázorněny plnou čárou a přímky omezující únosnost pneumatik poslední nápravy čárkovaně; mezní hodnoty ρ_f leží v obou případech nad příslušnou přímkou. Přímky omezující únosnost pneumatik některé jiné nápravy (indexem u reakce Z je označena příslušná náprava) jsou znázorněny jednoduše čerchovanou čárou a mezní hodnoty ρ_f leží pod příslušnou přímkou



10. Závislost mezní hodnoty měrné tahové síly ρ_f na parametru λ_c a úhlu Θ pro tahače K6-2 a K8 — Dependence of the limit value of specific traction force ρ_f on the value λ_c and angle Θ for the K6-2 and K8 tractors

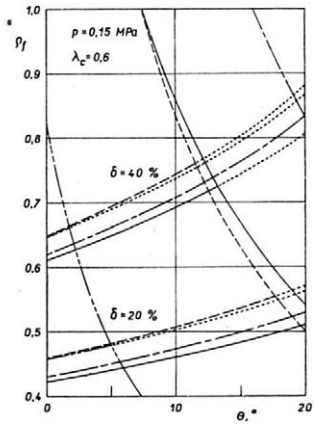
únosnost pneumatik byla stanovena mezní velikost měrné tahové síly ϱ_f v závislosti na hodnotě parametru λ_c a úhlu tahové síly Θ; při jejím výpočtu byly použity základní rovnice rovnováhy a výsledky byly zpracovány graficky (obr. 9 a 10).

Výsledky výpočtu byly graficky zpracovány tak, aby bylo možné srovnat jednotlivá provedení tahačů podle vlivu počtu a konstrukčního uspořádání náprav, rozložení tíhy, úhlu tahové síly a huštění pneumatik na jejich tahové vlastnosti, tj. na velikost měrné tahové síly příslušné určité hodnotě prokluzu. Průběh prokluzu δ v závislosti na velikosti



11. Průběhy prokluzu v závislosti na měrné tahové síle příslušné jednotlivým variantám tahačů; huštění pneumatik 0,07 MPa — Course of slippage in dependence on the specific traction force of different variants of tractors; tyre pressure — 0.07 MPa

Označení průběhů křivek příslušných jednotlivým variantám tahačů, uvedené v záhlaví tohoto obrázku, je shodné i pro všechny následující. Stejnými čárami jsou vyznačeny v obrázcích i křivky, popř. přímky omezující u příslušného tahače průběh dané závislosti. Oblasti průběhu křivek, v nichž by byla snížena řiditelnost nebo překročena únosnost pneumatik, jsou u všech variant tahačů vyznačeny krátce čárkovanou čárou

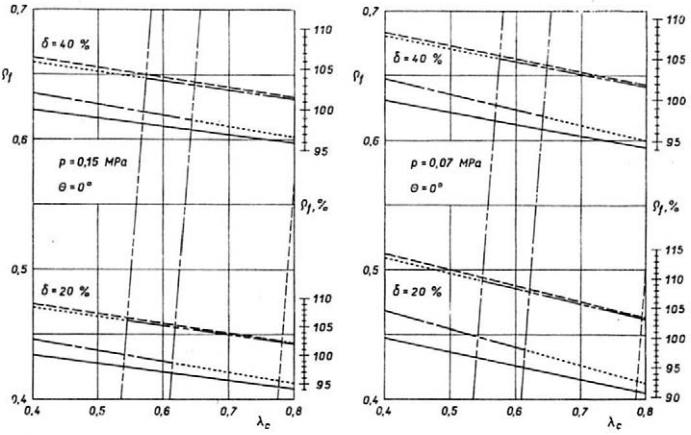


12. Vliv úhlu sklonu tahové síly na zvýšení měrné tahové síly jednotlivých variant tahačů; huštění pneumatik 0,15 MPa — Effect of the angle of traction force on the increase of the specific traction force of different variants of tractors; tyre pressure — 0.15 MPa

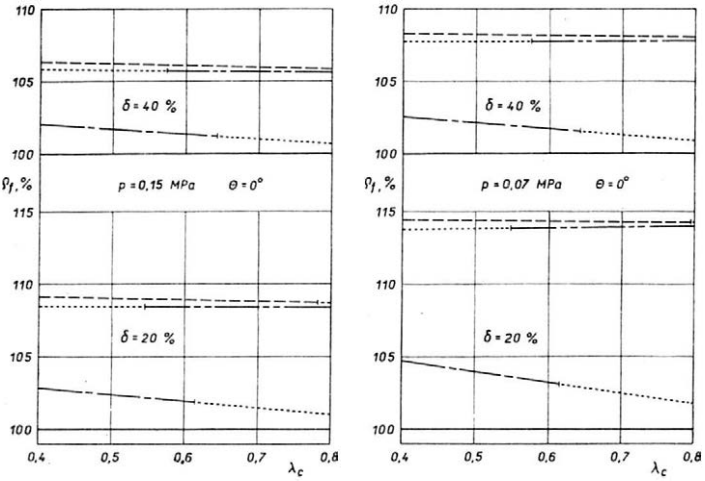
V tomto a dalších obrázcích byly hodnoty prokluzu $\delta = 20\,\%$ a $\delta = 40\,\%$ zvoleny pro porovnání proto, že prokluz $\delta = 20\,\%$ je běžně dosahovaná hodnota, při níž je vykonávána řada základních prací v zemědělství (např. orba apod.) a prokluz $\delta = 40\,\%$ je přibližná maximální přípustná hodnota, které bývá krátkodobě dosaženo při zvýšeném tažném odporu

měrné tahové síly ϱ_f je na obr. 11. Vliv úhlu sklonu tahové síly Θ na tahové vlastnosti tahačů uvádí obr. 12. Vliv statického rozložení tíhy, vyjádřeného hodnotou parametru λ_c, na velikost měrné tahové síly znázorňuje obr. 13. Vzájemné porovnání jednotlivých variant tahačů, majících stejné rozložení tíhy, podle velikosti dosažené měrné tahové síly je na obr. 14. Vliv huštění pneumatik na tahové vlastnosti, znázorněný graficky poměrným zvýšením měrné tahové síly, je na obr. 15.

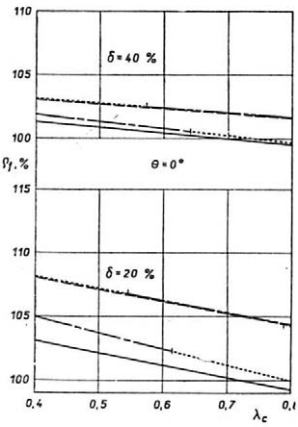
13. Vliv statického rozložení tíhy na velikost měrné tahové síly jednotlivých variant tahačů — Effect of the static distribution of weight on the value of specific traction force in different variants of tractors



Kromě absolutních hodnot ρ_f je na obrázku vyznačeno i její poměrné vyjádření, přičemž byla ve všech sledovaných případech vzata za základ 100 % měrná tahová síla ρ_f K4-traktoru příslušná hodnotě parametru λ_c = 0,4



14. Zvýšení měrné tahové síly ρ_f vícenápravových tahačů vzhledem ke K4-traktoru, uvažovanému za základ 100 % pro všechny hodnoty parametru λ_c ve sledovaném intervalu <0,4; 0,8> — Increase of the specific traction force ρ_f of multi-axle tractors, in relation to the K4 tractor [which was taken as a basis for all values λ_c within the investigated interval of <0.4; 0.8>]



15. Poměrné zvýšení měrné tahové síly ρ_f jednotlivých tahačů, kterého se dosáhne tím, že se huštění pneumatik z 0,15 MPa sníží na 0,07 MPa — Relative increase of the specific traction force ρ_f of different tractors, achieved through reduction of the tyre pressure from 0.15 MPa to 0.05 MPa

Jako základ — 100 % — pro každou hodnotu parametru λ_c ve sledovaném intervalu <0,4; 0,8> byla vzata ρ_f dosažená jednotlivými tahači při huštění pneumatik 0,15 MPa

DISKUSE

Při výpočtu tahových vlastností vícenápravových tahačů byla na rozdíl od aplikace Holmovy (1969), který počítal pouze s vozidly s rovnoměrným a neměnným, i když různým zatížením na jednotlivé nápravy a rozlišoval je jen podle počtu náprav, vzata v úvahu změna zatížení kol vlivem momentu způsobeného tahovou silou a předsunutím reakcí před střed kol následkem odporu valení a rozlišeny tahače nejen podle počtu, ale i podle konstrukčního uspořádání náprav.

Přestože je známé, že se zvětšujícím se počtem náprav se tahové vlastnosti vozidel s pohonem všech kol zlepšují, zůstává nadále otázka, jak dalece významný vliv má počet náprav na tahové vlastnosti vícenápravových vozidel. Zvýšení tahové síly třínápravového a čtyřnápravového vozidla s pohonem všech kol vzhledem k vozidlu dvounápravovému, uváděné Holmem (1969), je poměrně značně velké (obr. 1 a 2). Je to zejména důsledek toho, že příslušné záběrové vlastnosti pneumatik byly měřeny v půdním kanále na hluboké vrstvě kypré, stlačitelné a vlhké půdy.

Výsledky výpočtu neposkytují již tak výrazné rozdíly ve velikosti měrné tahové síly mezi tahačem dvou-, tří- a čtyřnápravovým, i když tendence je jednoznačně stejná. Vypočtená zvýšení měrné tahové síly se vzrůstajícím počtem náprav nejsou v průměru ani poloviční (obr. 14) v porovnání se zvýšeními, která uvádí Holm (1969) pro vozidla s konstantním zatížením na jedno kolo a činí, v závislosti na hodnotě parametru λ_c, velikosti prokluzu, huštění pneumatik a při $\Theta = 0°$, vzhledem ke K4-traktoru u třínápravového tahače K6-1 přilžně 1,0 až 5,0 %, u třínápravového tahače K6-2 asi 5,5 až 14,0 % a u čtyřnápravového tahače K8 cca 6,0 až 14,5 %. Hlavním důvodem těchto menších rozdílů budou zřejmě jiné podmínky, za nichž byly měřeny záběrové vlastnosti pneumatik při čtyřnásobném průjezdu hnacích kol toutéž stopou — terén s méně kyprou půdou a pevným podložím, tedy vrstva zeminy konečné hloubky. Navíc byl zjištěn vliv různého konstrukčního uspořádání náprav u třínápravových tahačů. Lepší tahové vlastnosti byly zjištěny u varianty tahače s uspořádáním náprav zdvojená vpředu, jednoduchá vzadu, který se svými tahovými vlastnostmi téměř vyrovná tahači čtyřnápravovému.

Výsledky výpočtu rovněž prokazují jednoznačný vliv statického rozložení tíhy na tahové vlastnosti vícenápravových tahačů — s větším statickým zatížením předních kol a menším statickým zatížením zadních kol se snižuje velikost dosažené měrné tahové síly. Mezi jednotlivými tahači se projevují ve velikosti snížení ϱ_f poměrně malé rozdíly, přičemž toto snížení není příliš velké a činí, podle velikosti prokluzu a huštění pneumatik, při $\Theta = 0°$, vlivem zvětšení hodnoty parametru λ_c z 0,4 na 0,8 přibližně 5 až 10 %; větší hodnoty přísluší menšímu prokluzu a nižšímu huštění.

Sklon tahové síly ve všech případech zvyšuje velikost měrné tahové síly dosažitelné při určitém prokluzu. Výraznější zvýšení tahové síly se projevuje při vyšším prokluzu, a tedy větší měrné tahové síle ϱ_f a větším úhlu Θ, což je v obou případech důsledek většího přitížení hnacích kol zvětšující se svislou složkou tahové síly; zvětšující se úhel Θ má ovšem nepříznivý vliv na porušení řiditelnosti a zejména pak na překročení únosnosti pneumatik poslední nápravy tahače.

Je všeobecně známé, že huštění pneumatik má dost podstatný vliv na tahové vlastnosti vozidel. Výpočet potvrdil, že snížením huštění z 0,15 MPa na 0,07 MPa se u všech variant tahačů a za všech podmínek tahové vlastnosti, až na nepatrné výjimky, zlepšují (obr. 15). Výraznější zlepšení tahových vlastností vícenápravových tahačů vzhledem ke K4-traktoru souvisí v podstatě s větším zlepšením záběrových vlastností méně huštěných pneumatik (vzhledem k více huštěným) při dalších jízdách hnacích kol toutéž stopou vůči jízdě první, a to zejména při malých a středních hodnotách prokluzu. Zhoršení tahových vlastností tahače K6-1 a zejména K4-traktoru při vyšších hodnotách parametru λ_c je nepochybně důsledek velkého provozního zatížení kol první nápravy a horších zábě-

rových vlastností méně huštěných pneumatk při prvním průjezdu hnacích kol vzhledem k týmž vlastnostem naměřeným při huštění vyšším (Kristek, 1972).

Zvážíme-li možnost použití jednotlivých tahačů v zemědělství, je zřejmé, že ne všechny uvažované varianty naleznou uplatnění. K4-traktor — jako základní varianta sledovaných tahačů s pohonem všech kol — má široký rozsah použitelnosti, od orby a přípravy půdy až po dopravu těžkých přívěsů a terénní úpravy. Při tomto širokém rozsahu použitelnosti se jako nejvhodnější jeví hodnota parametru $\lambda_c \doteq 0{,}6$, tj. statické rozložení tíhy $G_1/G_2 \doteq 60/40$ %. Toto rozložení tíhy velmi dobře zaručuje, že při provozu za běžných podmínek při dobrých záběrových vlastnostech pneumatik budou vlivem tahové síly kola obou náprav přibližně rovnoměrně zatížena. To má význam nejen z hlediska tahových vlastností a dobré stability i na svahu, ale také z hlediska co možná rovnoměrných měrných tlaků, a tím i menšího stlačování půdy a poškozování její struktury. Tím jsou potvrzeny dřívější závěry o volbě těžiště K4-traktoru (Grečenko, 1963).

Pravděpodobně perspektivní variantou pro širší použití bude v zemědělství třínápravový tahač K6-1, a to nejen jako zemědělský automobil s různými vyměnitelnými nástavbami, ale i jako tahač těžkých návěsů, popř. jako tahač použitelný při orbě. Předpokladem pro to je právě konstrukční uspořádání náprav s jednoduchou nápravou vpředu a zdvojenou vzadu, které zaručuje dostatečnou nosnost vozidla. Jednou z předností této varianty je i to, že při jízdě po pevné vozovce je u konstrukcí s vázaným pohonem náprav obvykle možné odpojení pohonu přední nápravy. Při dobrých záběrových podmínkách je požadavek přibližně rovnoměrného provozního zatížení všech náprav vlivem působení tahové síly splněn při hodnotě parametru $\lambda_c \doteq 0{,}4-0{,}45$.

Méně perspektivní varianta pro použití v zemědělství je tahač K6-2, a to především pro poměrně malou únosnost zadní jednoduché nápravy. Perspektivní je jeho použití jako tahače těžkých přívěsů, kdy tahová síla působí obvykle vodorovně ($\Theta = 0°$). Rovnoměrného provozního zatížení všech náprav se dosáhne při hodnotě parametru $\lambda_c \doteq$ $\doteq 0{,}7-0{,}75$.

Stejně tak i čtyřnápravový tahač s pohonem všech kol, vzhledem k velkým pořizovacím a provozním nákladům, bude pravděpodobně v zemědělství používán jen pro speciální účely. Vhodné statické rozložení tíhy, zaručující přibližně rovnoměrné provozní zatížení všech náprav, je při hodnotě parametru $\lambda_c \doteq 0{,}6$.

ZÁVĚR

Výpočet tahových vlastností vícenápravových tahačů na měkké podložce při uvažování skutečných zatížení kol potvrdil, že zlepšení tahových vlastností, tj. zvýšení měrné tahové síly vícenápravových tahačů vzhledem k dvounápravovému není ani na poměrně kypré půdě s pevným podložím (vrstva zeminy konečné hloubky) tak výrazné, jak vyplývá např. z práce Holma (1969). Kromě toho byl zjištěn poměrně značný vliv konstrukčního uspořádání náprav třínápravových tahačů. Sledovaný vliv statického rozložení tíhy je jednoznačný — se zvětšující se hodnotou parametru λ_c, tj. se zvětšujícím se statickým zatížením předních kol, se velikost dosažené měrné tahové síly snižuje. Byl ověřen podstatný vliv sklonu tahové síly na zlepšení tahových vlastností všech variant tahačů. Nezanedbatelný vliv na tahové vlastnosti všech variant tahačů má i huštění pneumatik: při nižším huštění, až na malé výjimky, se tahové vlastnosti zlepšují. To potvrzuje vhodnost použití širokoprofilových pneumatik u terénních automobilů, jejichž kola projíždějí jednou stopou, především na poddajné podložce. Z hlediska použití jednotlivých variant tahačů v zemědělství je možné, kromě K4-traktoru, očekávat větší uplatnění třínápravového tahače se zdvojenou nápravou vzadu, především jako zemědělského automobilu. Zbývající dva typy — třínápravový tahač se zdvojenou nápravou vpředu a čtyřnápravový

tahač — budou v zemědělství používány v menší míře pouze pro speciální účelové práce. V zemědělském provozu mohou obě varianty třínápravových tahačů splynout v jediné provedení se všemi koly stejně vzdálenými od sebe: dvě z náprav musí být vždy řízené.

Použitá označení

F — výsledná tahová síla, kN
F_x — složka tahové síly v ose x, kN
F_z — složka tahové síly v ose z, kN
F_{xz} — vektorový součet složek F_x a F_z, kN
G — tíha traktoru, kN
H — hnací síla ($H = F_x + R$), kN
L — rozvor traktoru, m
Q — zatížení, kN
R — odpor valení, kN
S_o — velikost dosedací plochy pneumatiky na měkké půdě, m²
Z — normálová reakce, kN
b — šířka obdélníkové dosedací plochy, m
c — 1. koheze (soudržnost) půdy, MPa
2. podélná vzdálenost těžiště traktoru od osy zadních kol, resp. od osy zavěšení zadní zdvojené nápravy, m
d — podélná vzdálenost těžiště traktoru od osy předních kol, resp. od osy zavěšení zadní zdvojené nápravy, m
e — podélná vzdálenost závěsného bodu od osy zadních kol, resp. od osy zavěšení zadní zdvojené nápravy, m
f — výška závěsného bodu traktoru nad povrchem dráhy, m
j_k — charakteristický posuv půdy, m
l — délka obdélníkové dosedací plochy, m
l_p — délka ramene vahadlového závěsu přední zdvojené nápravy, m
l_z — délka ramene vahadlového závěsu zadní zdvojené nápravy, m
p_f — přímka — nositelka tahové síly
q_s — střední kontaktní tlak ve styčné ploše pneumatiky s půdou, MPa
r — účinný poloměr kola, m
x — vodorovná souřadnice (rovnoběžná se směrem jízdy)
z — svislá souřadnice
Θ — nárysný úhel tahové síly F_{xz} s rovinou položky, °
δ — prokluz absolutní (skutečný), —, %
λ_c — poměr c/L, —
λ_d — poměr d/L, —
λ_e — poměr e/L, —
λ_f — poměr f/L, —
λ_r — poměr r/L, —
λl_p — poměr l_p/L, —
λl_z — poměr l_z/L, —
λ_z — obecný poměr z/L (složený výraz), —
μ — součinitel záběru (H/Q), —
μ_m — součinitel lpění (max. hodnota μ; H_m/Q), —
ξ — rameno odporu valení ($\xi = r \cdot \psi$), m
ϱ_f — měrná tahová síla (F_x/G), —
φ — úhel vnitřního tření zeminy, °
ψ — součinitel valení, —

Indexy

1 kola první nápravy
2 kola druhé nápravy
3 kola třetí nápravy
4 kola čtvrté nápravy

Zkratky

K4 kolový traktor s pohonem všech kol
K6-1 třínápravový tahač s pohonem všech kol — uspořádání náprav jednoduchá vpředu, zdvojená vzadu

K6-2 třínápravový tahač s pohonem všech kol — uspořádání náprav zdvojená vpředu, jednoduchá vzadu
K8 čtyřnápravový tahač s pohonem všech kol

Literatura

BOČAROV, N. F. — KRADINOV, E. B. — GUSEV, V. N. — ABRAMOVA, E. E.: Ispytanija pnevmokatkov na vesennej pachote. Avtomobilnaja promyšlennosť, *29*, 1963, č. 4, s. 18-20.
ČUDAKOV, D. A.: Osnovy těorii traktora i avtomobilja. Moskva, Selchozizdat 1962. 312 s.
GREČENKO, A.: Kolové a pásové traktory. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1963. 402 s.
GREČENKO, A.: Ideální agregace kolového traktoru s nářadím vyžadujícím tahovou sílu. Zeměd. Techn., *11*, 1965, č. 7, s. 381-402.
GREČENKO, A.: Binomic slip-thrust equation for tractors on predominantly frictional soils. J. Terramech., *4*, 1967, č. 4, s. 37-54.
GREČENKO, A.: Funkční vlastnosti traktorů. Skripta VŠZ Praha. Praha, Stát. pedagog. nakl. 1970. 202 s.
GREČENKO, A.: Průjezdnost a tahové vlastnosti vozidel v měkkém terénu. Zeměd. Techn., *19*, 1973, č. 4, s. 181-194.
HOLM, I. C.: Multi-pass behaviour of pneumatic tires. J. Terramech., *6*, 1969, č. 3, s. 47-71.
KABAKOV, N. S. — ČURSIN, L. I. — ROŽKOV, E. S.: Tjagovyje pokazateli traktora MTZ-52 s pristavnym veduščim mostom. Traktory i selchozmašiny, *41*, 1970, č. 12, s. 13-14.
KOSEK, J.: Otázka zemědělských traktorů se dvěma hnacími nápravami. In: Vědecké práce VÚZT Praha - Řepy, ČSAZV. Sv. II, Praha 1962, s. 119-167.
KRISTEK, R.: Záběrové vlastnosti hnacích kol v jediné stopě s aplikací na zemědělské traktory. [Kandidátská disertační práce.] Praha, Vysoká škola zemědělská — mechanizační fakulta 1972. 92 s.
KRISTEK, R. — GREČENKO, A.: Záběrové vlastnosti pneumatik při opakovaném průjezdu hnacích kol toutéž stopou. Zeměd. Techn., *22*, 1976, č. 6, s. 309-329.
SONNEN, F. J.: Zur Frage des Allradantriebes von Ackerschleppern. Landtechn. Forsch., *12*, 1962, č. 1, s. 1-6.
SONNEN, F. J.: Die Zugfähigkeit von Ackerschleppern mit großer Motorleistung bei Hinterrad und Allradantrieb. Grundlagen der Landtechnik, *18*, 1968, č. 2, s. 41-46.
SÖHNE, W.: Allrad- oder Hinterradantrieb bei Ackerschlepper hoher Leistung. Grundlagen der Landtechnik, *20*, 1964, s. 44-52.

Došlo dne 5. 4. 1977

КРИСТЕК, Р. (Главное управление машинно-тракторных станций и ремонтных мастерских для сельскохозяйственных машин, Прага - Винорж). **Тяговые свойства многоосевых тягачей на культивированной почве.** Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 437-454.

Статья основана на работе Кристка и Греченка (1976), в которой сообщается об измерении сцепных свойств у шин в культивированной почве при повторном прохождении ведущих колес по той же колее. Результаты измерения были обработаны, кривые буксования математически интерпретированы билинейными (биномическими) уравнениями буксования. Они были также применены для вычисления тяговых свойств у нескольких вариантов многоосевых тягачей с приводом на все колеса. Тяговые свойства вычислялись на электронновычислительной машине при соблюдении действительных переменных нагрузок на колеса. Основой этих расчетов является общее решение отношения между тяговым усилием, конструктивными параметрами тягачей и коэффициентами сцепления, математически выраженными обратной формой билинейного уравнения буксования. Расчеты подтвердили зависимость между конструкционным решением тягачей и их тяговыми свойствами и было доказано значительное улучшение тяговых свойств трехосевых тягачей определенной конструкции по сравнению с двуосевыми и только незначительное улучшение тяговых свойств четырехосевых тягачей по сравнению с трехосевыми. Было установлено и сравнительно важное влияние статистического распределения тяги, угла наклона тягового усилия и накачки шин на тяговые свойства всех изучаемых вариантов тягачей.

многоосевые тягачи; тяговые свойства; равновесие внешних сил; буксование; удельное тяговое усилие

KRISTEK, R. (General Directorate of Machine and Tractor Stations and Repair Shops of Agricultural Machines, Praha - Vinoř): *Traction Properties of Multi-axle Tractors on Cultivated Land.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 437-454.

The paper is a follow-up of the work by Kristek and Grečenko (1976), which deals with the gripping capacity of tyres on cultivated land, at repeated passages of the driving wheels in the same track. The results of these measurements were processed, the slippage curves were mathematically interpreted by bilinear (binomic) slippage equations. These equations were then used for calculating the properties of several variants of multi-axle tractors with all-wheel drive. The traction properties of these tractors were calculated on a computer, while respecting the real variables of the load of the wheels. The basis of this calculation are general solutions of the relationship between the traction force, the construction parameters of the tractors, and the gripping coefficients which are mathematically expressed by the inverse form of the bilinear equation of slippage. The calculation confirmed the dependence between the construction design of the tractors and their traction properties, and it indicated a substantial improvement of the traction force of three-axle tractors of specific design (in relation to two-axle tractors), and a negligible improvement of four-axle tractor properties in relation to three-axle machines. The author also found out that the traction properties of all variants of the tractors were markedly affected by the static distribution of weight, angle of the traction force, and pressure of the tyres.

multi-axle tractors; traction properties; equilibrium of external forces; slippage; specific traction force

KRISTEK, R. (Generaldirektion der Maschinen- und Schlepperstationen und Landmaschinenreparaturwerkstätten, Praha - Vinoř): *Zugeigenschaften der Mehrachszugmaschinen auf dem kultivierten Boden.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 437-454.

Der Aufsatz schließt an die Abhandlung von Kristek und Grečenko (1976) an, in der die Messung der Kraftschlußeigenschaften der Reifen im kultivierten Boden bei der wiederholten Durchfahrt der Antriebsräder in derselben Spur behandelt wird. Die Meßergebnisse wurden bearbeitet, die Schlupfkurven mathematisch durch bilineare (binomische) Schlupfgleichungen ausgewertet. Diese Gleichungen wurden weiter zur Berechnung der Zugeigenschaften von einigen Varianten der allradantrieben Mehrachszugmaschinen angewandt. Die Zugeigenschaften wurden auf einer Rechenanlage unter Berücksichtigung der tatsächlichen veränderlichen Radbelastungen errechnet. Als Grundlage für diese Berechnungen gelten allgemeingültige Lösungen der Beziehung zwischen der Zugkraft, Konstruktionsparametern der Zugmaschinen und Kraftschlußbeiwerten, die durch die Umkehrform einer bilinearen Schlupfgleichung mathematisch dargestellt sind. Durch die Berechnung wurde die Abhängigkeit zwischen der Konstruktionsausführung der Zugmaschinen und deren Zugeigenschaften bestätigt und eine ziemlich starke Verbesserung der Zugeigenschaften von Dreiachszugmaschinen einer bestimmten Konstruktionsausführung in Beziehung zu den Zweiachszugmaschinen und bloß eine unbedeutsame Verbesserung der Zugeigenschaften von Vierachszugmaschinen gegenüber den Dreiachszugmaschinen nachgewiesen. Es wurde auch eine ziemlich wichtige Auswirkung der statischen Gewichtsverteilung, des Neigungswinkels der Zugkraft sowie des Reifendrucks auf die Zugeigenschaften aller verfolgten Zugmaschinenvarianten ermittelt.

Mehrachszugmaschinen; Zugeigenschaften; Außenkraftgleichgewicht; Schlupf; spezifische Zugkraft

---

Adresa autora:

Ing. Rudolf Kristek, CSc., Generální ředitelství Strojních traktorových stanic a opraven zemědělských strojů, 250 62 Praha 9 - Vinoř

VLIV POJEZDOVÉHO ÚSTROJÍ TRAKTORŮ NA PŮDU

J. Kosek aj.

KOSEK, J. aj. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Vliv pojezdového ústrojí traktorů na půdu.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 455-470.

Práce se zabývá měřením napjatosti v zemině pod pojezdovým ústrojím traktorů v hloubce 10, 15, 25 a 40 cm a měřením zhutňování půdy a zeminy pedologickými metodami. Uvádí data zjištěná u traktorů Z 8011, Z 12011, Z 16045, ŠT 180, ŠT 181, K 700, T 150 K a DT 54. Napjatost byla měřena tenzometrickou metodou, při níž byly snímače umístěny v uměle připraveném kanálu, vyplněném homogenní zeminou. Současně byly sledovány změny ve fyzikálním stavu zeminy (objemová hmotnost suché zeminy, vlhkost, pórovitost). Výsledky prokazují, že zvolená metoda je vhodná pro komparaci. Z měření v uměle připraveném kanálu však nelze usuzovat na skutečné změny v přirozeně ulehlé půdě, k nimž dochází při průjezdu traktoru.

měření půdní napjatosti; objemová hmotnost; pórovitost

Širší používání výkonných kolových traktorů a dalších mobilních energetických prostředků v zemědělství vede ke značnému zvyšování produktivity práce a přináší i řadu ekonomických výhod. Vyšší výkonnosti těchto traktorů se obvykle dosahuje přesunem optimální tahové účinnosti do oblasti vyšších pracovních rychlostí při současném zvyšování optimální tahové síly. Přestože se tedy snižuje měrná hmotnost výkonných traktorů (v kg kW^{-1} instalovaného výkonu), jejich absolutní hmotnost roste.

Poněvadž na výkonných kolových traktorech se dosud nepoužívají speciální nízkotlaké pneumatiky, zvyšují se v některých případech kontaktní tlaky mezi pneumatikou a půdou, a tím se v porovnání s pásovými traktory zvyšuje její utužení. Tato skutečnost (zejména při nasazování kolových traktorů při přípravě půdy), vyvolává obavy z negativních vlivů zaváděné výkonné techniky na požadovanou výnosnost zemědělských kultur. Výhody kolových traktorů proti pásovým jsou prokazatelné především z hlediska ekonomického a z hlediska podmínek práce obsluhy. Je známé, že výkonnější kolové traktory se agregátují do souprav se stroji o větším pracovním záběru a s kombinovanými stroji. Počet přejezdů výkonných strojů na poli je tedy menší než při používání dosud nejrozšířenějších traktorů o výkonu 35 – 40 kW. I při větší šířce pneumatik je tedy utužováním ovlivňována menší plocha ošetřovaných kultur.

PŮSOBENÍ PNEUMATIKY NA PŮDU (ZEMINU)

Půda, resp. zemina, je zatěžována pojezdovým ústrojím traktoru v podstatě kontaktním tlakem dosedací plochy pneumatiky nebo pásu (síla kolmá k povrchu) a smykovým napětím v určité účinné ploše (síla rovnoběžná s povrchem). Tyto účinky vytvářejí v půdě (zemině) napětí, které působí do značné hloubky a vyvolává její deformace elastické nebo trvalé. Zhutňováním půdy (zeminy) pod pojezdovým ústrojím a jejím vytlačováním po stranách kola nebo pásu se vytváří stopa.

Obě otázky jsou v literatuře poměrně široce zpracovány, přičemž velmi dobrý přehled dosavadních poznatků shrnuje např. Grečenko (1967) a Bekker (1969). Deformace půdy (zeminy) je provázena odpovídajícími změnami jejich fyzikálně mechanických vlastností, které ovlivňují vývoj biologických materiálů většinou negativně (v některých speciálních případech však i kladně).

METODA MĚŘENÍ NAPJATOSTI V ZEMINĚ

Měření napjatosti v zemině bylo přizpůsobeno poznatkům a metodám použitým již dříve v ČSSR na VŠZ Praha (Grečenko, 1965) a v SZZLS Praha (Zpráva TR 16), popř. v jiných státech (Bekker, 1969). Bylo spojeno se zjišťováním zhutňování půdy základními pedologickými metodami. K vlastnímu měření byla použita membránová čidla se čtyřmi tenzometry (rozměry snímače: ∅ 73 mm, výška 12 mm). K napájení tenzometrů bylo použito můstku TDA 6, výsledky měření byly zaznamenány na oscilografu Honeywell 2206. Poloha traktoru vůči snímačům tlaku byla zjišťována fotoelektricky přerušovačem světelného toku, který byl připevněný k traktoru.

Aby výsledky měření nebyly zkresleny vlivem tření mezi stlačovanou zeminou a stěnou přirozeně ulehlé půdy, byly snímače umístěny v kypré přesáté zemině v dostatečně rozměrné jámě. Rozměry jámy (délka/šířka/ /hloubka) pro měření traktorů s jednoduchou montáží pneumatik byly 3000/1200/700 mm. Při měření traktoru ŠT 180 s dvojmontáží byla zvětšena šířka na 1800 mm, u pásového traktoru byla zvětšena délka na 5000 mm. Nerovnoměrnému zatěžování jednotlivých kol zamezoval analogicky připravovaný průjezdný prostor pro kola, pod nimiž nebyla napjatost měřena. Nakypřená zemina byla v celém měřícím prostoru po pěticentimetrových vrstvách utužována tlakem 0,1 kp cm^{-2}. Vlastní snímače byly umístěny v ose průjezdu kola (pásu) v hloubce 100, 150, 250 a 400 mm, přičemž byly vzájemně posunuty o 200 mm.

Abychom zjistili rozdíly mezi možnými způsoby měření, uskutečnili jsme pokus, při němž byly snímače umístěny v odpovídající hloubce na půdu v přirozeně ulehlém stavu.

Při experimentech nebyly traktory zatěžovány tahovou silou. Pojezdovou rychlost jsme udržovali v rozmezí 0,2 až 0,3 m s^{-1}, abychom tak vyloučili možnost dynamických vlivů na průběh měření napjatosti.

Snímače jsme cejchovali před měřením i po něm v pneumatickém cejchovním zařízení.

ZHUTŇOVÁNÍ ZEMINY POJEZDOVÝM ÚSTROJÍM TRAKTORU

Napjatost a utužování nakypřené zeminy byly experimentálně zjišťovány na jílovité hlíně.

Při stanovení změn (zhutnění) v zemině vlivem kontaktního tlaku pneumatiky nebo pásu byly při umísťování snímačů odebírány tři kontrolní vzorky v blízkosti každého snímače. Analogicky se postupovalo po projetí traktoru měřícím úsekem. Přitom byla měřena hloubka stopy a stanoveno relativní vyhloubení čidel.

Fyzikální rozbory vzorků (válečky o objemu 100 cm^3) spolu se stanovením vlhkosti půdy jsme dělali podle příslušných ČSN. Byly stanoveny tyto hodnoty:

- druh zeminy, její konsistenční meze a index plasticity,
- objemová hmotnost zeminy,
- objemová hmotnost suché zeminy,
- pórovitost,
- vlhkost zeminy.

STANOVENÍ KONTAKTNÍHO TLAKU PNEUMATIK

Při dvojím měření jsme stanovili střední kontatkní tlak jednak na tuhé podložce, jednak na kypré zemině, upravené jako při měření napjatosti.

Střední kontaktní tlak na tuhé podložce byl zjišťován podle ČSN 30 0523 „Kontrolní zkouška statického měrného tlaku pneumatik vozidla na vozovku".

Střední kontaktní tlak na kypré zemině byl zjišťován pro přední a zadní kola traktoru. Při měření tlaku předních kol najel traktor do měřícího prostoru a po zastavení byl vyznačen otisk pneumatiky kontrastní látkou (roprášení stlačeným vzduchem). Potom byl traktor vytažen zpět ze stopy. Otisk jsme přenesli na rpůsvitnou fólii a jeho plochu jsme zplanimetrovali. Otisk zadních kol byl zjišťován stejnou metodou, ale po předchozím projeít stopy předními koly. Vzhledem k tomu, že u zadních kol se jedná o druhý průjezd pneumatiky touž stopou, bylo ověřováno, zda otisk nemá charakter otisku na tuhé podložce.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Vliv pojezdového ústrojí dostupných výkonnýcsh traktrů na zhutňování kypré zeminy byl zjišťován za podmínek:

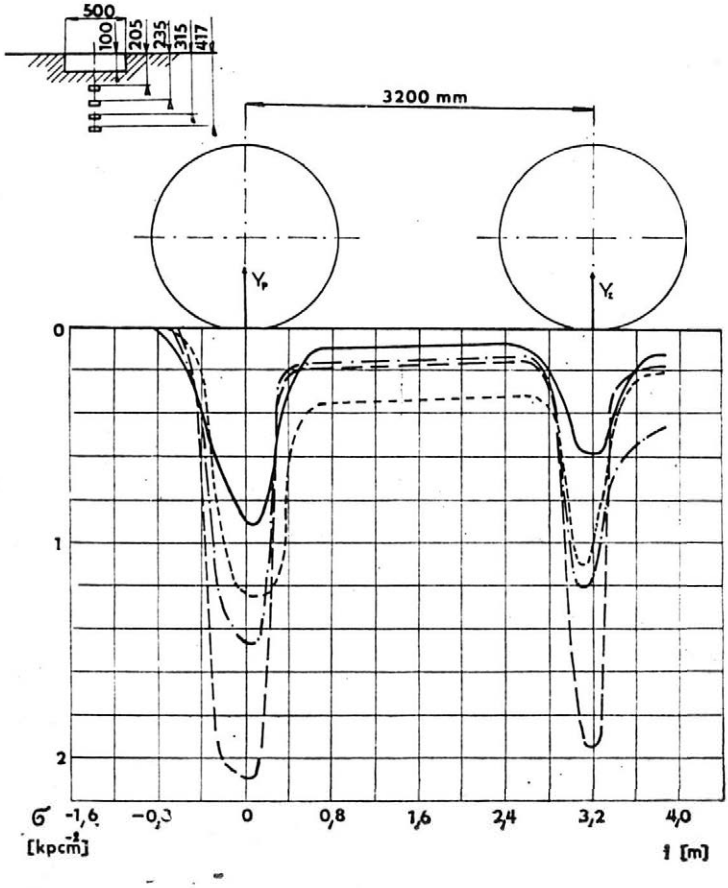
- zemina: jílovitá hlína (se středními hodnotami podle kategorie I – 50,46 %, II – 17,22 %, III – 14,12 %, IV – 18,20 %,
  mez tekutosti – 46,7 %,
  mez vláčnosti – 29,0 %,
  IP – 17,7,
- průměrná objemová hmotnost suché zeminy 0,88 g cm^{-3},
- pórovitost n 65,25 %,
- vlhkost 21,6 – 29,2 %.

Přehled ověřovaných traktorů a jejich základních dat udává tab. I.

I. Přehled porovnávaných traktorů — A survey of the tractors compared

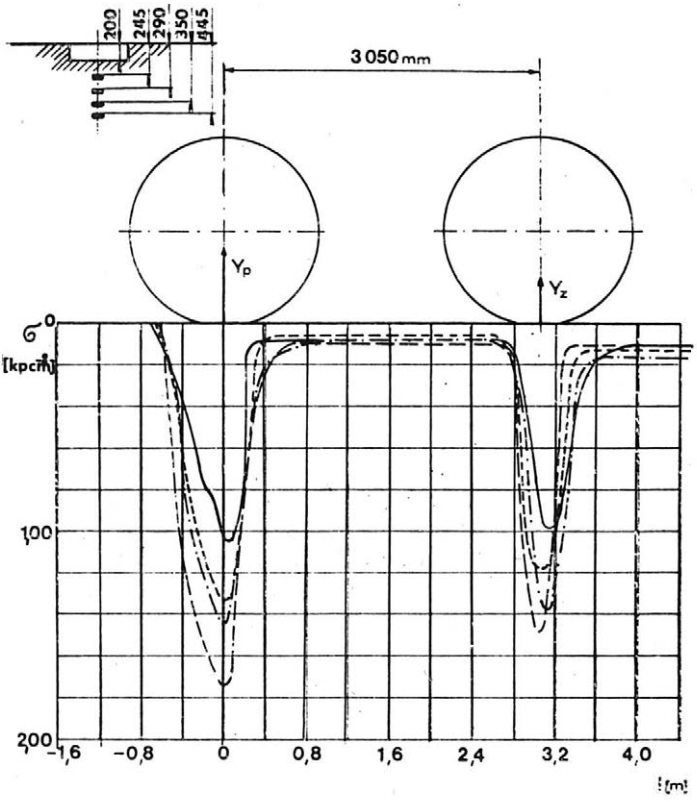
Traktor	Hmotnost (kg)			Rozměr pneu (″)		Tlak v pneu (kp cm^{-2})		Rozvor (mm)
	G	G_1	G_2	předních	zadních	předních	zadních	
Z 8011	4594	1638	2956	7,50—20	16,9/14—34	2,5	1,0	2385
Z 12011	4870	1788	3082	7,50—20	18,4/15—34	2,5	1,0	2678
Z 16045	6280	2994	3286	14,9/13—24	18,4/15—34	1,3	1,3	2695
T 150 K	7894	5156	2738	530—610 R	530—610 R	1,2	1,0	2860
ŠT 180	7665	4608	3057	16,9/14—30	16,9/14—30	1,5	1,5	3100
ŠT 180 s dvojmontáží	8585	5068	3517	16,9/14—30	16,9/14—30	0,8	0,8	3100
ŠT 181	8499	5688	2811	18,4/15—30	18,4/15—30	1,5	1,5	3200
K 700	12090	7730	4360	23,1/18—26	23,1/18—26	1,1	1,1	3050
DT 54	5820			13000*)				

*) styčná plocha pásů v cm^2



1. Traktor ŠT 181 — průběh napjatosti pod pojezdovým ústrojím — ŠT 181 tractor the course of stress under the travelling gear
zemina: jílovitá hlína
vlhkost: 23,5 %
datum měření: 17. 9. 1974
hloubka čidla (mm)
100 — — — —
150 — . — . —
250 - - - - -
400 ————

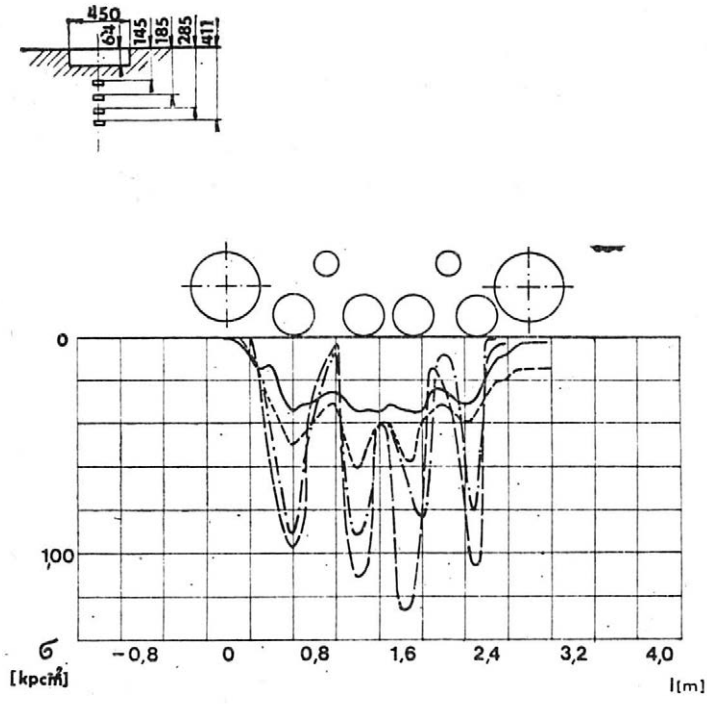
Metodický postup a princip měření byly popsány ve stati Metoda měření napjatosti v zemině. Zjištěné průběhy napjatosti v ose souměrnosti vybraných traktorů ŠT 181, K 700 a DT 54 jsou uvedeny v diagramech na obr. 1–3. V diagramech jsou vynesena napětí, odpovídající čtyřem měřeným bodům, tedy pro umístění snímače v měřícím kanálu v hloubce 100, 150, 250 a 400 mm. Všechna napětí mají analogický průběh, který je charakteristický dvěma špičkami, odpovídajícími nájezdu předního a zadního kola traktoru, u traktoru DT 54 pak větším počtem špiček, které jsou dány nájezdy opěrných kladek pásu.



2. Traktor K 700 – průběh napjatosti pod pojezdovým ústrojím – K 700 tractor – the course of stress under the travelling gear
zemina: jílovitá hlína
vlhkost: 27,5 %
datum měření: 5. 9. 1974
hloubka čidla (mm)
100 ————
150 —.—.—
250 - - - - -
400 ———

II. Hodnoty maximální napjatosti σ (kp cm^{-2}) v zemině při průjezdu (předních/zadních) kol traktoru Z 12011 při různém způsobu uložení snímačů – The values of maximum stress σ (kp cm^{-2}) in the earth under moving (front/rear) wheels of the Z 12011 tractor as recorded by sensing units placed in different positions

Způsob uložení snímačů	Hloubka snímače (cm)			
	10	15	25	40
V kypré zemině	2,24/1,60	1,76/1,06	0,96/0,76	0,60/0,67
Na ulehlé půdě	2,69/2,13	2,40/1,64	1,17/1,09	0,55/0,66



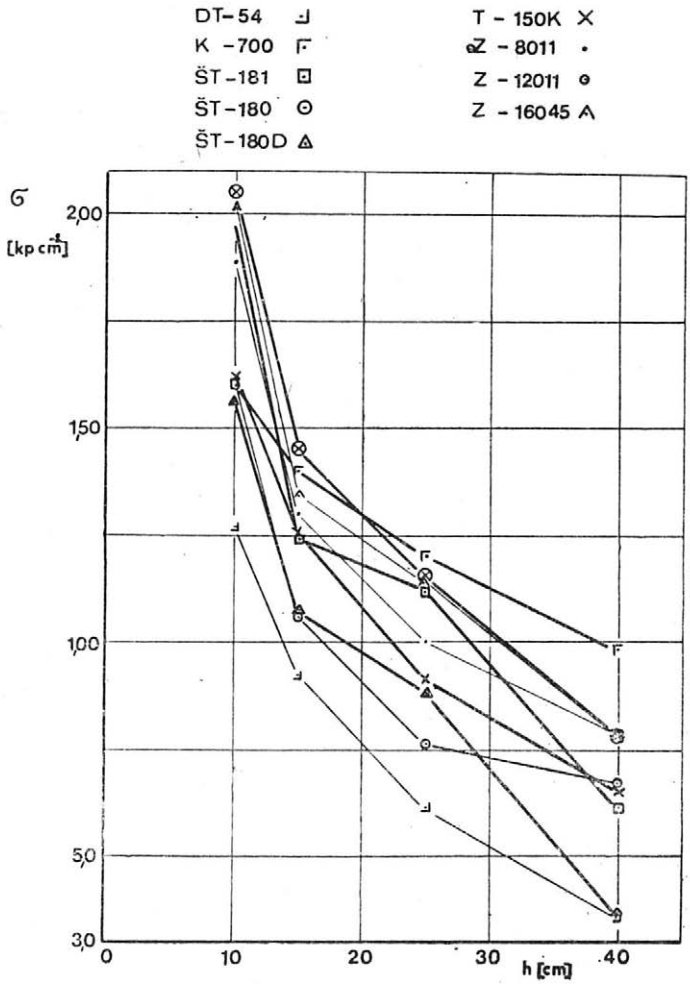
3. Traktor DT 54 — průběh napjatosti pod pojezdovým ústrojím — DT 54 tractor — the course of stress under the travelling gear
zemina: jílovitá hlína
vlhkost: 22,5 %
datum měření: 24. 9. 1974
hloubka čidla (mm)
100 ————
150 —.—.—
250 - - - - -
400 ———

Hodnota napjatosti při průjezdu kola přední nápravy byla zjištěna vždy vyšší než příslušná hodnota u kola zadní nápravy. Přitom je nutné zdůraznit, že průjezd druhého kola je uskutečňován za jiných poměrů půdních a při jiné poloze snímačů vůči povrchu pojezdové roviny, určené dnem vytlačené stopy.

V oblasti mezi oběma maximy zaznamenávají snímače zbytková napětí způsobená zhutněním zeminy a její trvalou deformací. Průjezdem kola zadní nápravy je zemina opětovně utužena, takže zbytková napětí po druhém průjezdu se výrazně zvyšují. Z některých diagramů je zřejmé, že zbytkové napětí ve funkci času poněkud klesá tj., zhutnělá zemina v okamžiku po průjezdu kola je částečně ve stavu elastické deformace. Hodnota zbytkového napětí je zřejmě dána nejen hloubkou snímače, ale i nahodilým složením zeminy a charakteristikou použité membárny čidla.

III. Hodnoty maximální napjatosti σ (kp cm^{-2}) v zemině při čtyřnásobném průjezdu (předních/zadních) kol traktoru ŠT 181 touž stopou — The values of maximum stress σ (kp cm^{-2}) after four passages of the (front/rear) wheels of the ŠT 181 tractor along the same track

Průjezd	Hloubka snímače (cm)			Hloubka stopy (cm)
	15	25	40	
1.	1,77/1,58	1,60/1,15	0,94/0,65	15,0
2.	2,05/1,65	1,63/1,27	1,08/0,65	16,0
3.	2,12/1,55	1,77/1,40	1,10/0,63	16,8
4.	2,10/1,60	1,79/1,37	1,10/0,68	17,3



4. Maximální napjatost v zemině v závislosti na hloubce snímače (průjezd zadních kol traktoru) — Maximum stress in earth, as depending on the depth of the position of the sensing unit (passage of rear tractor wheels)

Hodnoty napjatosti, naměřené v hloubce 100 až 150 mm, jsou silně ovlivňovány tím, zda zuby dezénu (event. výstupek článku pásu) při průjezdu kola je nad snímačem nebo mimo něj. Zjištění jedné nebo druhé polohy je při měření téměř neuskutečnitelné.

Z měření napjatosti vyplývá jenoznačně, že nejméně ovlivňuje nakypřenou zeminu pásový traktor DT 54. Nejvyšší hodnoty byly zjištěny u traktorů ŠT 180, K 700 a u některých univerzálních traktorů. Přehled o naměřených maximálních tlacích při použití jednotlivých traktorů poskytuje tab. V a obr. 4.

Použitý systém měření se snažil — jako komparativní metoda — zachovat shodné podmínky v dostatečně velkém prostoru (tj. do hloubky zeminy cca 700 mm), a to především proto, že umístění snímačů v rostlé půdě není možné bez jejího narušení. Odchylných hodnot se dosahuje, jsou-li čidla umístěna v odpovídající hloubce na přirozeně ulehlé půdě a teprve nad nimi je navrstvena nakypřená zemina. Tento pokus byl

IV. Střední kontaktní tlak pneumatik — The mean contact pressure of tyres

Traktor	Pneu	Rozměr	Tlak (kp cm^{-2})	Zatížení (kg)	Plocha otisku na tuhé podložce (cm^2)		Plocha otisku na kypré podložce (cm^2)		Střední kontaktní tlak na tuhé podložce (kp cm^{-2})		Střední kontaktní tlak na kypré podložce (kp cm^{-2})	
					Fy	*Fo*	*Fv*	*Fo*	*pv*	*po*	*pv*	*po*
Z 8011	přední	7,50–20	2,5	819	235	375		1410	3,48	2,18		0,58
	zadní	16,9/14–34	1,0	1478	422	1450	2510	3166	3,5	1,02	0,59	0,47
Z 12011	přední	7,50–20	2,5	894	245	375		1477	3,65	2,4		0,61
	zadní	18,4/15–34	1,0	1541	350	1395	3210	4010	4,4	1,1	0,48	0,38
Z 16045	přední	14,9/14–24	1,3	1643	358	1125	neměřeno		4,17	1,46	nezjištěno	
	zadní	18,4/15–34	1,3	1492	345	1385	neměřeno		4,32	1,08	nezjištěno	
T 150 K	přední	530–610 R	1,2	2578	740	1910	3225	3537	3,48	1,35	0,8	0,73
	zadní	530–610 R	1,0	1369	465	1262	2630	3061	2,94	1,08	0,52	0,45
ŠT 180	přední	16,9/14–30	1,5	2304	374	1650	2670	2857	6,15	1,4	0,87	0,81
	zadní	16,9/14–30	1,5	1528	312	1315	712	1880	4,9	1,16	2,1	0,81
ŠT 180 D	přední	16,9/14–30	0,8	2534	551	2535	neměřeno		4,59	1,0	nezjištěno	
	zadní	16,9/14–30	0,8	1758	405	1846	neměřeno		4,14	1,05	nezjištěno	
ŠT 181	přední	18,4/15–30	1,5	2844	591	1960	3450	3631	4,81	1,45	0,83	0,78
	zadní	18,4/15–30	1,5	1405	343	1135	1300	1788	4,1	1,01	1,08	0,79
K 700	přední	23,1/18–26	1,1	3865	1083	2750	4640	5065	3,57	1,32	0,84	0,77
	zadní	23,1/18–26	1,1	2180	746	2060	1950	2637	2,92	1,06	1,12	0,83
DT 54	pásy	—	—	5820	plocha obou pásů 13000						0,45	

uskutečněn s traktorem Z 12011. Naměřená maximální napjatost v zemině v porovnání s předcházejícím způsobem měření je uvedena v tab. II. Oba způsoby měření udávají značně odchylné hodnoty pro hloubky do 25 cm.

Pro informaci bylo s traktorem ŠT 181 uskutečněno měření změn v napjatosti zeminy při čtyřnásobném průjezdu touž stopou. Prokazuje se, že zemina zhutněná dvěma průjezdy má již značně odchylné vlastnosti. Další působení tlaku pneumatik však napjatost téměř neovlivňuje (tab. III). To však nevylučuje, že dochází i k dalšímu zhutňování zeminy (viz hloubka stopy).

STŘEDNÍ KONTAKTNÍ TLAK PNEUMATIK

Střední kontaktní tlaky pneumatik na tuhé podložce, zjištěné podle ČSN 30 0523, a naměřené na kypré půdě (zemině), uvádí tab. IV.

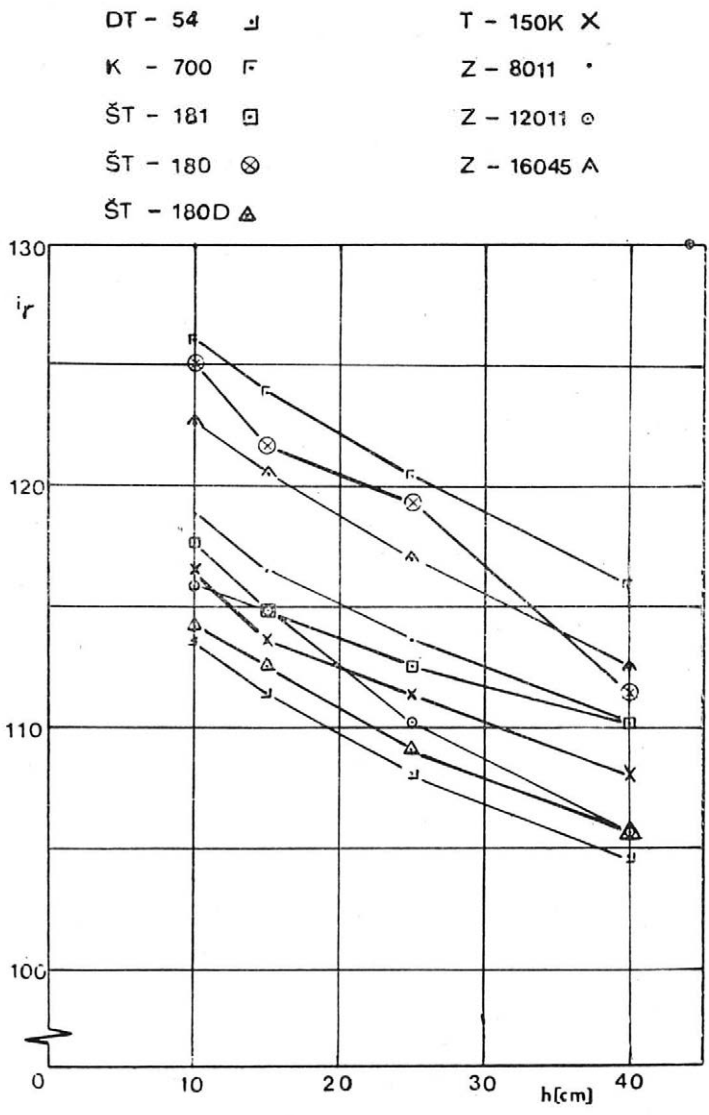
Z výsledku je zřejmé, že stanovení kontaktního tlaku pro měkkou vozovku podle zmíněné ČSN nemůže vyhovovat traktorovým pneumatikám pro práce na nakypřené půdě. (Plocha otisku na kypré půdě je značně vyšší.) Poněvadž zadní pneumatika traktoru pracuje již v dříve utužené stopě, může dojít v některých případech až extrému, tj. se stopou je ve styku pouze dezén (tab. IV).

V. Porovnání změřených hodnot — Comparison of the values measured

Traktor	Maximální napjatost v zemině (kp cm^{-2}) při průjezdu předních/zadních kol traktoru v hloubce h (cm)			Změna v zemině po průjezdu (index)*)					
				objemová hmotnost			pórovitost		
	15	25	40	15	25	40	15	25	40
Z 8011	1,58/1,32	1,22/1,01	0,65/0,78	116,5	113,6	110,2	91,7	93,2	95,0
Z 12011	1,76/1,06	0,96/0,76	0,60/0,67	114,8	110,2	105,7	92,6	94,7	97,4
Z 16045	1,49/1,34	1,16/1,14	0,64/0,78	120,5	117,0	112,5	89,3	90,9	94,0
ŠT 180	1,73/1,46	1,30/1,20	0,84/0,78	121,6	119,3	111,4	89,0	90,1	94,5
ŠT 180 D	1,34/1,06	1,02/0,88	0,53/0,36	112,5	109,1	105,7	93,5	95,3	97,1
ŠT 181	1,48/1,24	1,26/1,12	0,92/0,61	114,8	112,5	110,2	92,3	93,3	94,7
T 150 K	1,40/1,26	1,11/0,92	0,86/0,65	113,6	111,4	108,0	92,7	94,1	95,7
K 700	1,45/1,38	1,34/1,20	1,06/0,98	123,9	120,5	115,9	87,4	89,3	91,6
DT 54	0,92	0,61	0,35	111,4	108,0	104,5	94,1	96,2	98,0

*) index: objemová hmotnost suché zeminy před průjezdem traktoru α_s 0,88 = 100
pórovitost před průjezdem traktoru 65,25 = 100

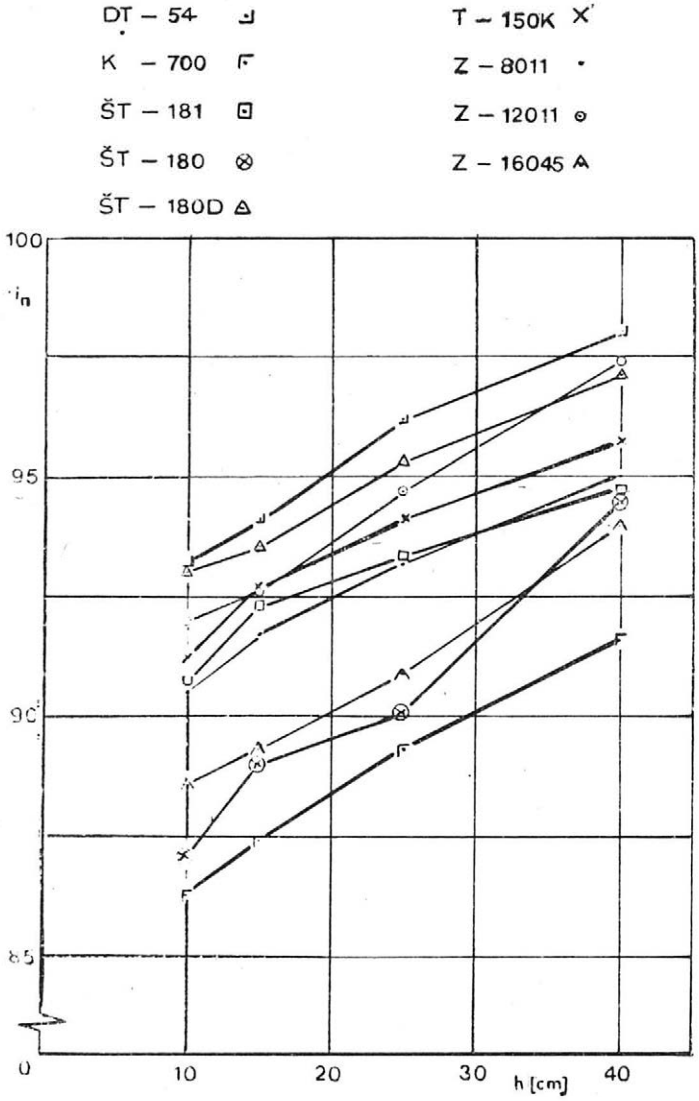
V souladu s dříve uvedeným metodickým postupem jsme zjišťovali pedologickými metodami zhutnění zeminy v měřícím prostoru po průjezdu traktoru. Vyhodnocovali jsme její vlhkost, objemovou hmotnost suché zeminy a pórovitost. Přehled zjištěných hodnot uvádějí indexově diagramy na obr. 5 a 6 a tab. V.



5. Změny v objemové hmotnosti suché zeminy po průjezdu traktoru (index: objemová hmotnost před průjezdem traktoru 0,88 g cm^{-3} = = 100) — Changes in the volume weight of dry earth after the passage of the tractor (index: volume weight before the passage of the tractor 0.88 g cm^{-3} = 100)

Hodnoty byly vypočítány za předpokladu, že ve všech případech měření byla vrstva zeminy homogenní, o průměrné hodnotě objemové hmotnosti suché zeminy 0,88 g cm^{-3}. Vlhkost zeminy se postupně u jednotli-

vých tratkorů poněkud lišila, a to od 29,9 do 22,0 %. Absolutní rozdíly hodnot naměřených po průjezdu traktoru a hodnot zeminy před měřením byly vyjádřeny indexově (stav před průjezdem = 100) a vyneseny pro jednotlivé traktory od souhrnných diagramů.

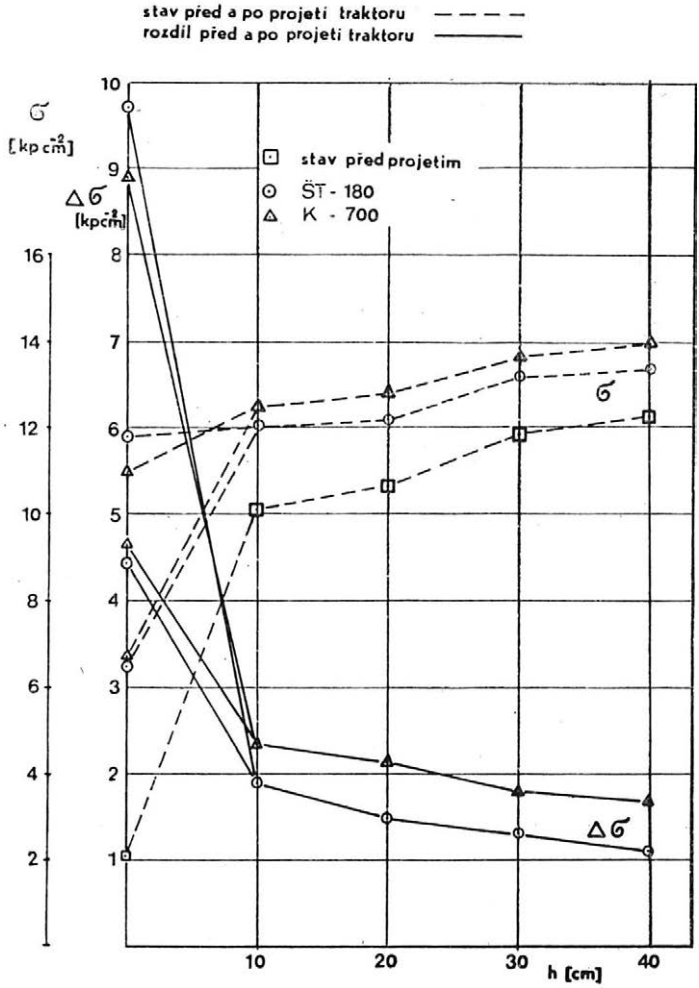


6. Změny v pórovitosti zeminy po průjezdu traktoru (index: pórovitost před průjezdem 65,25 % = 100) – Changes in the porosity of the soil after the passage of the tractor (index: porosity before passage 65.25 % = 100)

I v tomto případě lze konstatovat, že pásový traktor DT 54 nízkým měrným tlakem půdu ovlivňuje nejméně. Jeho vlastnostem se blíží traktory ŠT 180 vybavené dvojmontáží, T 150 a Z 12011, zatímco největší vliv na změny v zemině vykazují K 700 a ŠT 180. Z hlediska utužování půdy je dále zřejmé, že ŠT 181 použitím výhodnějšího rozměru pneumatik je podstatným pokrokem proti ŠT 180.

Poněvadž použitý systém porovnání vlivu pojezdového ústrojí na nakypřenou zeminu nelze považovat za skutečné průběhy v půdě, uvádíme výsledky analogických zkoušek v přirozených podmínkách na pozemku připraveném k setí:

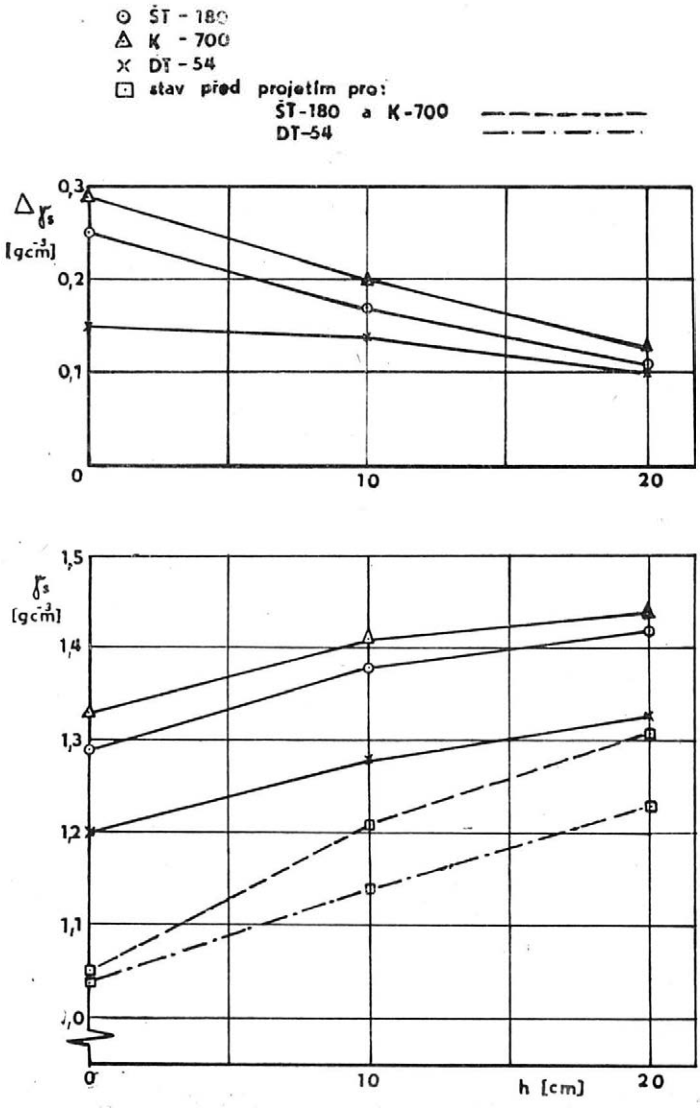
- zemina: jílovitá hlína (se středními hodnotami zrnitosti podle kategorií I – 47,22 %, II – 10,80 %, III – 8,58 %, IV – 33,4 %), mez spojivosti 13,12 %, mez vláčnosti 20,84 %, mez lepkavosti 27,64 %,
- objevová hmotnost suché zeminy 1,02 až 1,35 g cm^{-3};
- pórovitost 47,67 – 60,62 %;
- vlhkost v hloubce 0 – 5 cm 8,3 – 13,1 %
  10 – 15 cm 19,4 – 25,5 %
  20 – 25 cm 19,7 – 25,5 %.



7. Změna odporu půdy po průjezdu traktoru (měřeno Kačinského přístrojem) – Change of soil resistance after the passage of the tractor (measured by Kačinský's apparatus)
půda: jílovito hlinitá
datum měření: 17. 4. 1974

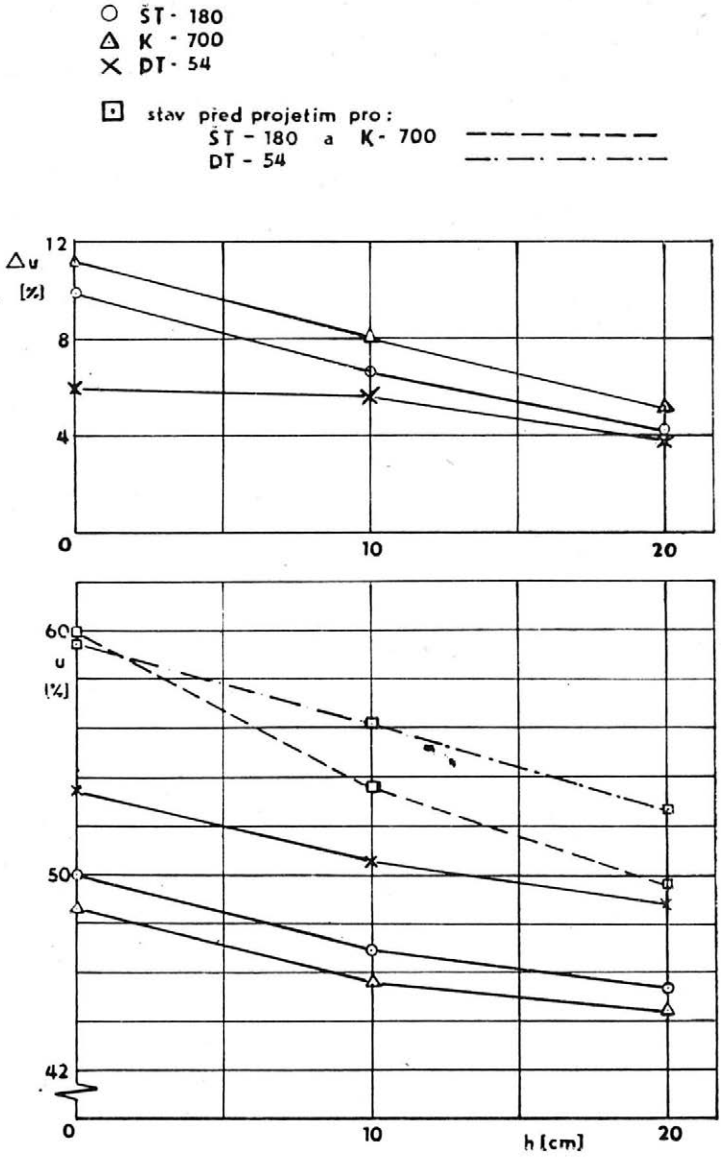
Udělali jsme rozbor půdy, zjistili její stav a odpor (měřený Kačinského přístrojem) před projetím a po projetí traktoru. Měřením byly ověřovány traktory DT 54, ŠT 180 a K 700.

Výsledky měření jsou uvedeny v diagramech na obr. 7–9. Z diagramů je zřejmé, že připravená půda má značně rozdílné vlastnosti v různých hloubkách a že tedy dochází i k jiným poměrům při jejím zhutňování v různých vrstvách. Z měření odporu proti vniknutí Kačinského přístroje lze spolehlivě usuzovat, že i v tomto případě byla působením pojezdového ústrojí půda ovlivňována do hloubky vyšší než 40 cm. Změna



8. Změna objemové hmotnosti půdy připravené k setí po průjezdu traktoru — Change of the volume weight of soil prepared for sowing after the passage of the tractor
půda: jílovito hlinitá
datum měření: 17. 4. 1974

odporu ve stopě je vynášena pouze jako informativní údaj. V měřených hodnotách dochází totiž ke značnému rozptylu, v závislosti na tom, zda je zajišťována příslušná hodnota v místě styku záběrového vzorku pneumatiky s půdou či nikoliv. Po průjezdu obou náprav touž stopou nelze navíc zaručit stejné podmínky měření.



9. Změna pórovitosti půdy připravené k setí po průjezdu traktoru — Change of the porosity of soil prepared for sowing after the passage of the tractor
půda: jílovito hlinitá
datum měření: 17. 4. 1974

ZÁVĚR

Pojezdové ústrojí kolových a pásových traktorů negativně působí na půdu jejím zhutňováním, a to do větší hloubky, než je možné následným mechanickým způsobem likvidovat. Po stránce teoretické je dostatečně známa řada dějů, k nimž dochází v homogenní zemině či půdě vlivem kontaktního tlaku i při přenosu suvné síly. Méně jsou výzkumné práce věnovány zjišťování vlivu utužování půdy na výnosovost různých biologických materiálů při zachování ostatních konstantních podmínek pěstování.

Předložená práce si proto kladla za cíl porovnat z hlediska zhutňování půdy dostupnými technickými prostředky traktory Zetor 8011, 12011, 16045 s traktory ŠT 180, ŠT 181, T 150 K, K 700 a DT 54.

K měření napjatosti byla použita tenzometrická metoda, při níž byly snímače umístěny v uměle připraveném kanálu, vyplněném homogenní zeminou. Současně byly sledovány změny ve fyzikálním stavu zeminy (objemová hmotnost suché zeminy, vlhkost, pórovitost).

Dosažené výsledky prokazují, že zvolená metoda je jako komparativní způsob vhodná. Z měření v uměle připraveném kanálu však nelze usuzovat na skutečné změny v přirozeně ulehlé půdě, k nimž dochází při průjezdu traktoru.

Přehled o působení jednotlivých traktorů podává tab. V. Je zřejmé, že pásový traktor vykazuje dosud nejpříznivější hodnoty. Hodnotám pásového traktoru se blíží traktor ŠT 180 vybavený dvojmontáží a sovětský T 150 K. Podle použitých kritérií nejnepříznivěji působí traktory ŠT 180 s jednoduchou montáží pneumatik a K 700. Traktoru ŠT 181 výrazně prospělo vybavení pneumatikami vhodnějších rozměrů.

Dílčí výsledky ukazují, že další průjezdy traktorů touž stopou již podstatně neovlivňují průběh napjatosti v zemině (tab. III). K postupnému zhutňování však dochází. Změny v půdě nebo zemině jsou prokazatelné i v hloubce 40 cm.

Při běžných způsobech orby nemůže proto být celá zasažená vrstva likvidována. V tomto smyslu je orba mimo brázdu předností.

Literatura

BEKKER, M. G.: Introduction to Terrain-Vehicle Systems. The University of Michigan, 1969.

GREČENKO, A.: Efektivnost některých adaptací hnacího ústrojí traktoru Zetor 3011 s pneumatikami 11-28. [Výzkumná zpráva za úkol RV 13.09-d.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1965.

GREČENKO, A.: Terramechanika. Studijní informace ÚVTI — zvláštní řada, 1967, č. 9.

KOSEK, J. aj.: Vliv pojezdového ústrojí na půdu. [Závěrečná zpráva Z 1216.] Praha, Výzk. ústav zemědělské techniky 1975.

—, Zpráva TR 16 „Snímače tlaku v půdě", SZZLS Praha.

Došlo dne 20. 4. 1977

КОСЕК, Я. и др. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): **Влияние ходового механизма тракторов на почву.** Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 455-469.

Работа посвящена измерению напряженности в грунте под ходовым механизмом тракторов на глубине 10, 15, 25 и 40 см измерению уплотнения почвы и грунта педологическими методами. Приводятся данные, установленные у тракторов З 8011, З 12011, З 16045, ШТ 180, ШТ 181, К 700, Т 150 и ДТ 54. Напряженность измерялась тензометрическим методом, при котором датчики были помещены в искусственно подготовленном канале, наполненном гомогенным грунтом. Одновременно изучались изменения в физическом состоянии грунта (объемная масса сухого грунта, влажность, пористость). Результаты доказывают, что избранный метод пригоден для компарации. Однако, на основе измерения в искусственно приготовленном канале, нельзя делать выводы о действительных изменениях в естественно уплотненной почве, которая возникает при движении трактора.

изменение почвенной напряженности; объемная масса; пористость

KOSEK, J. et al. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *The Effect of the Travelling Gear of Tractors on the Soil.* Zeměd. Techn., *23,* 1977 (8) : 455-470.

The authors measured the stress in the soil under the travelling mechanism of tractors in the depth of 10, 15, 25 and 40 cm; further, they measured soil and earth compacting by means of pedological methods. Data obtained in soil under the Z 8011, Z 12011, Z 16045, ŠT 180, ŠT 181, K 700, T 150 and DT 54 tractors are shown. Stress was measured by the tensometric method in which the sensing units were placed in an artificially prepared channel filled with homogeneous earth. At the same time, the changes in the physical state of the earth were examined (volume weight of dry earth, moisture content, porosity). The results show that the method used is suitable for comparison. However, the actual changes taking place in compacted soils under moving tractor cannot be inferred from measurement in an artificially prepared channel.

measurement of soil stress; volume weight; porosity

KOSEK, J. u. a. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy): *Einfluß des Schlepperfahrwerkes auf den Boden.* Zeměd. Techn., *23,* 1977 (8) : 455-470.

Der Aufsatz erörtert die Messung des Spannungszustandes im Erdreich unter dem Schlepperfahrwerk in der Tiefe von 10, 15, 25 und 40 cm und die Messung der Boden- und Erdreichverdichtung mit pedologischen Methoden. Er führt die bei den Schleppern Z 8011, Z 12011, Z 16045, ŠT 180, ŠT 181, K 700, T 150 und DT 54 ermittelten Daten an. Der Spannungszustand wurde mit der thensometrischen Methode gemessen, bei dem die Geber in einem künstlich aufbereiteten, mit der homogenen Erde aufgefüllten Kanal angeordnet wurden. Gleichzeitig wurden Änderungen im physikalischen Zustand der Erde (Raummasse der trockenen Erde, Feuchtigkeit, Porosität) verfolgt. Die Ergebnisse beweisen, daß die gewählte Methode für den Vergleich geeignet ist. Von der Messung in dem künstlich aufbereiteten Kanal kann man allerdings nicht auf tatsächliche Änderungen im natürlich gesetzten Boden folgern, die während der Schlepperdurchfahrt eintreten.

Messung des Bodenspannungszustandes; Raummasse; Porosität

Adresa autora:

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

KRITÉRIA K HODNOCENÍ TVAROVACÍCH LISŮ

L. Budíček

BUDÍČEK, L. (Výzkumný ústav potravinářské a chladící techniky, Praha): *Kritéria k hodnocení tvarovacích lisů.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8): 471—479.

Tvarovací lisy různé konstrukce a výkonnosti, určené k lisování jak průmyslových, tak zemědělských krmných směsí, lze jednoznačně zhodnotit podle navržených kritérií vnějších a vnitřních. Přitom se předpokládá, že lis splňuje technologické požadavky na kvalitu granulí či briket. Vnější kritéria jsou: produkce (výkonnost) lisu a příkon lisu. Vnitřní kritéria jsou: měrná energie na lisování, měrná produkce, měrná produkce jedné rolny, lisovací doba, životnost lisovacího ústrojí. Jsou uvedeny hodnoty navržených kritérií pro nejznámější typy lisů na průmyslová a zemědělská krmiva včetně komentáře.

tvarování krmiv; granule; brikety; lisy

Tvarování krmiv je moderní výrobní postup, který se v posledním období u nás rozšiřuje pro mnohé přednosti — např. pro snížení prašnosti, zvýšení objemové hmotnosti, snížení ztrát krmiv, pro zachování určeného poměru smíchaných krmiv apod. Tvarují se nejen průmyslové krmné směsi pro drůbež a prasata, ale i krmné směsi pro skot, k jejichž výrobě se kromě jiných materiálů používá horkovzdušných úsušků nebo objemových krmiv (slámy). Při výrobě granulí o průměru 4 až 14 mm a briket o průměrech 20 až 40 mm se osvědčil princip protlačování sypkého krmiva kanálky matrice, přičemž k protlačování jsou používány válcové či kuželové rolny. Podle tvaru matrice lze lisy rozdělit do dvou hlavních skupin:

1. s deskovou (plochou) matricí,
2. s prstencovou matricí.

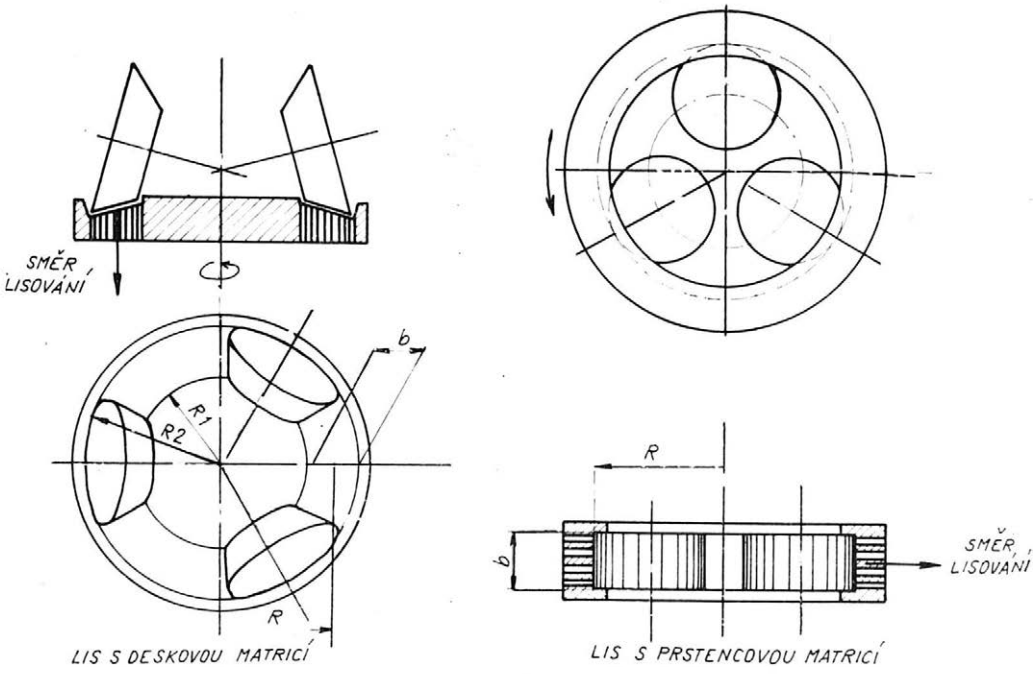
Schemata obou typů jsou na obr. 1.

Mezi lisy s prstencovou matricí lze počítat i nejnovější lisy na objemová krmiva s jednou řadou čtyřhranných kanálků, popř. s měnitelnou geometrií.

V současné době vyrábějí lisy s plochou matricí tři výrobci, a to nejméně v 15 typech (mezi nimi i TMS Pardubice). Lisy s prstencovou matricí vyrábí 15 výrobců nejméně v 60 typech.

V našich výrobnách průmyslových krmných směsí pracuje několik typů zahraničních tvarovacích lisů. O koupi dalších strojů nebo o výrobních licencích se uvažuje, ale srovnávací kritéria pro jejich zhodnocení dosud chybí.

Ve VÚPCHT je tomuto faktu věnována pozornost v souvislosti s budováním teoretické a experimentální základny pro tvarování sypkých hmot protlačováním. Výsledkem metodické studie je doporučení vnějších a vnitřních hodnotících kritérií. Vnějšími kritérii



1. Schema listu s deskovou (plochou) matricí a s prstencovou matricí — Diagram of a plate-die press and a ring-type-die press

jsou běžně používané hodnoty produkce (výkonnosti) stroje a příkonu. Vnitřní kritéria uvádějí, jak racionálně a ekonomicky bylo vnějších kritérií dosaženo, dále udávají technickou úroveň lisu a charakterizují způsob jeho práce. Patří k nim měrná energie, měrná produkce, měrná produkce pro jedno protlačení, lisovací doba a životnost lisovacího ústrojí. V následujícím přehledu jsou uvedeny definice a výpočet každého kritéria.

VNĚJŠÍ KRITÉRIA

1. PRODUKCE Q (kg s^{-1})

Jde o množství granulí nebo briket vyprodukovaných lisem za 1 sekundu. Měří se „stop" zkouškou, tj. zjištěním hmotnosti alespoň patnáctisekundové produkce za lisem. Lze ji uvádět jako „hrubou" (tj. včetně odrolu) nebo „čistou" (bez odrolu).

2. PŘÍKON P (kW)

Je to činný příkon elektrického motoru lisu, zjišťovaný měřením za provozu nebo nouzově odečtený ze štítku elektromotoru. Přitom se předpokládá, že přenos energie z motoru na lisovací ústrojí má dobrou účinnost (nepoužívá se např. šnekových převodů).

VNITŘNÍ KRITÉRIA

1. MĚRNÁ ENERGIE e (kJ kg^{-1})

Výpočet: $e = \frac{P}{Q}$

kde: P — příkon
Q — produkce

Měrná energie je práce potřebná k vylisování 1 kg produkce. Je prvním kritériem, které odhaluje kvalitu tvarovacího lisu. Čím nedokonaleji lis funguje, tím větší pasivní odpory vznikají a měrná energie roste. Bylo zjištěno, že lisovací energie bez pasivních odporů činí pouze 5 až 10 kJ kg^{-1}. Skutečné lisy potřebují podle typu a lisovaného krmiva 25 až 180 kJ kg^{-1}. Tato energie se mění při lisování v teplo, čímž se zvyšuje teplota lisovaného krmiva. Při střední hodnotě měrného tepla 2 kJ kg^{-1} °C^{-1} to znamená, že vynaložením každých 2 kJ kg^{-1} se krmivo ohřeje o 1 °C.

2. MĚRNÁ PRODUKCE q (kg m^{-2} s^{-1})

Výpočet: $q = \frac{Q}{F_m}$ $\qquad q = \frac{Q}{2 \,.\, \pi \,.\, R \,.\, b}$

kde: Q — produkce
F_m — celková funkční plocha matrice
R — střední poloměr matrice
b — funkční šířka matrice

Měrná produkce je produkce lisu za 1 s, vyrobená na 1 m^2 funkční plochy matrice. Protože funkční plocha matrice charakterizuje velikost stroje, je měrná produkce kritériem výkonnosti stroje, nezávislým na jeho velikosti.

Měrná produkce se však může u jednotlivých typů lisů podstatně měnit podle toho, kolikrát je za 1 s funkční plocha F_m přejeta lisovacími rolnami. Měrná produkce tedy závisí i na počtu rolen a na jejich rychlosti. Abychom eliminovali vliv těchto dvou veličin, zavádíme další kritérium, a to měrnou produkci jedné rolny.

3. MĚRNÁ PRODUKCE JEDNÉ ROLNY q_1 (kg m^{-2})

Výpočet: $q_1 = \frac{q}{n}$

kde: $n = \frac{w \,.\, j}{o}$

$$q_1 = \frac{Q}{b \,.\, w \,.\, j}$$

kde: Q — produkce
b — funkční šířka matrice
q — měrná produkce
n — počet průchodů rolny přes lisovací plochu
w — střední rychlost lisovacího ústrojí
j — počet rolen
o — střední obvod matrice

Měrná produkce jedné rolny je množství granulí, které se protlačí lisovací plochou 1 m^2 jedním přejetím rolny. Význam kritéria q_1 spočívá v tom, že hodnotí technické provedení lisovacího ústrojí, tj. rolny a matrice bez vlivu rychlosti rolny, počtu rolen a velikosti lisovací plochy.

Hodnotu q_1 ovlivňuje plocha můstků matrice, šířka, průměr a povrch rolen, typ matrice apod.

4. LISOVACÍ DOBA t_l (s)

Výpočet: $t_l = \frac{i \,.\, V_k \,.\, \varrho}{Q}$

kde: i — počet kanálků v matrici
V_k — objem jednoho kanálku matrice
ϱ — střední objemová hmotnost granule v kanálu
Q — produkce lisu

Lisovací doba je důležitým technologickým a kvalitativním kritériem. Určuje, jak dlouho materiál prodlévá v oblasti lisovacího tlaku. Bezpodmínečně nutné je sledovat tuto hodnotu u materiálu s větší elasticitou, jako jsou stébelnaté a slamnaté směsi. Elasticita způsobuje tvarovou paměť těchto materiálů, takže po slisování opět nabývají na objemu. Lisovací doba musí být proto srovnatelná s dobou relaxace napětí těchto materiálů, která se udává kolem 5 s.

Z technického hlediska je t_l doplňkem měrné produkce q. Zvětšuje-li se měrná produkce q (např. zvyšováním rychlosti lisovacího ústrojí), klesá lisovací doba t_l.

5. ŽIVOTNOST LISOVACÍHO ÚSTROJÍ z (kJ m^{-2})

$$\text{Výpočet: } z = \frac{\text{celková práce vykonaná lisovacím ústrojím}}{\text{plocha matrice}}$$

I. Tvarovací lisy na jadrná krmiva — Shaping presses for concentrates

Pořadové číslo	Výrobce	Typ lisu	Charakter lisovacího ústrojí	Rozměr kanálků (mm)
1	TMS Pardubice	TL 600	rotující desková matrice, 4 kuželové rolny	⌀ 4
2				⌀ 8
3				⌀14
4		TL 700		⌀ 4
5				⌀ 8
6				⌀14
7		TL 701		⌀ 4
8				⌀ 8
9				⌀14
10	Promill	1000 1005	rotující prstencová matrice, 2 rolny	
11				
12	Bühler MIAG	Junior DFPE	rotující prstencová matrice, 2 rolny	⌀ 4
13		Kubex DMFJ		⌀ 4
14		Kubex Super		⌀ 4
15		Gigant DFPA	stojící prstencová matrice	
16	SKP Prodmaš Rostov	DG	prstencová matrice	⌀ 4,7
17				⌀12,7

$$z = \frac{e \cdot Q \cdot t}{F_m}$$

kde: e — měrná energie
Q — produkce lisu
t — celková doba chodu lisu
F_m — celková funkční plocha matrice

Životnost lisovacího ústrojí je rozhodujícím ekonomickým ukazatelem provozu lisu. Je udávána množstvím práce, která se při lisování uskuteční na 1 m² lisovací plochy, neboli plošnou hustotou energie. Pokud je při provozu možné počítat s ustálenou produkcí a s ustálenou měrnou energií lisování, závisí životnost jen na celkové době chodu lisu. Ze vzorce je zřejmé, že pro danou životnost lisovacího ústrojí se zkracuje doba chodu

Vnější kritéria		Vnitřní kritéria					Poznámka
produkce Q (kg s^{-1})	příkon P (kW)	měrná energie e (kJ kg^{-1})	měrná produkce q (kg m^{-2} s^{-1})	měrná produkce 1 rolny q (kg m^{-2})	lisovací doba t_1 (s)	životnost z (kJ m^{-2})	
1,11	53	47,7	10,0	1,8	4,1		
1,56	53	34,0	14,1	2,6	3,8		
2,28	53	23,2	20,5	3,7	4,0		
1,67	75	44,9	8,9	1,6	2,7		
2,22	75	33,8	11,8	2,2	2,7		
2,78	75	27,0	14,8	2,7	3,2		
2,00	110	50,0	10,6	2,0	2,3		neověřeno, ve výhledu
2,78	110	39,6	14,8	2,8	2,1		
3,47	110	31,7	18,4	3,5	2,6		
0,83 ÷ 3,33	37 ÷ 92	44,3 ÷ 27,6					
3,33	129	38,7					
1,11	55	50	15,5				
3,89	132	40	27,3				
4,44	162	36	24,4				
8,33	250	30	40,0				
1,67	80	48					
2,5	80	32					

lisu, tvarujeme-li materiály i přechodně s nárokem na vyšší měrnou energii, nebo materiály špatně napařené.

V tab. I a II jsou uvedena kritéria nejznámějších typů lisů pro výrobu jadrných i objemových krmiv. K výpočtům byly použity literární a prospektové údaje výrobců, doplněné fotodokumentací.

ZHODNOCENÍ LISŮ PODLE NAVRŽENÝCH KRITÉRIÍ

Při hodnocení lisů je účelné postupovat od vnitřních kritérií k vnějším. Životnost lisovacího ústrojí není zatím pro nedostatek údajů uvedena.

1. LISOVACÍ DOBA

Pro lisování jadrných krmiv není lisovací doba podstatným kritériem a lze mít za to, že hodnoty 2 až 4 s, vyčíslené u lisů TMS, jsou vyhovující.

Pro lisování objemových krmiv nemá klesnout lisovací doba pod 5 s, což není splněno jen u lisů CPM a RND Ejpovice.

II. Tvarovací lisy na objemová krmiva — Shapping presses for bulk feeds

Poř. č.	Výrobce	Typ lisu	Charakter lisovacího ústrojí	Rozměr kanálků (mm)	Vnější kritéria	
					produkce Q (kg s^{-1})	příkon P (kW)
1	TMS Pardubice	TL 600	rotující desková matrice, 3 kuželové rolny	⌀20	0,56	53
2				⌀20	0,28÷0,50	53
3				⌀20	0,53	53
4		TL 700		⌀20	0,72	75
5				⌀20	0,44÷0,69	75
6				⌀20	0,69	75
7		TL 701		⌀20	1,19	110
8				⌀20	0,97÷1,19	110
9				⌀20	0,97	110
10	RND Ejpovice	G 6	rotující prstencová matrice	⌀ 8	0,31	37
11	Bühler MIAG	Agrokub Gigant DDPA	stojící prstencová matrice, vodorovná osa, 2 rolny	do ⌀25	1,94÷2,50	200
12					2,22÷3,33	200
13					1,67÷2,78	200
14	CPM California	202	rotující prstencová matrice, 2 rolny	⌀25	2,22÷2,78	160
15	Promill	INV 580	stojící prstencová matrice, svislá osa, měnitelná geom. kanálků	45×35	~1,11	110
16	Lundell	450	stojící matrice regulace geom. kanálků	35×35	1,39÷1,67	110
17	John Deer	390	stojící jednořadá matrice, 1 rolna	32×32	1,67	110

+ Nepravděpodobné, nutno prověřit

2. MĚRNÁ PRODUKCE JEDNÉ ROLNY

U lisů TMS Pardubice je zajímavé, že starší typ TL 600 má vyšší hodnoty q_1 než novější TL 700. U ostatních strojů nemáme hodnoty k dispozici.

Velmi důležité je porovnání hodnot q_1 u lisů na objemová krmiva. U lisů TMS je $q_1 \sim 1$ kg m^{-2}. U prstencových lisů s pevnými kanálky je q_1 asi o 10 % lepší, kdežto u lisů s velkoprostorovými kanálky s měnitelnou geometrií je $q_1 \sim 1{,}6$ kg m^{-2}.

3. MĚRNÁ PRODUKCE

Poměr $\frac{q}{q_1}$ udává, kolikrát za sekundu přejede lisovací rolna přes matrici. U lisů TMS použitých na jadrné směsi je to méně než šestkrát, u objemových směsí asi čtyřikrát. Prstencové zahraniční lisy mají sedm až osm přejezdů, lisy Lundell dokonce třináct. Vysoká výkonnost těchto strojů je založena na jejich rychloběžnosti. Používají vesměs dvou rolen, aby bylo možné snadno přivádět krmivo na matrici, a vysoké rychlosti lisovacího ústrojí, která je u lisu Lundell 13,2 m s^{-1}. Tím vzroste měrná produkce prstencových lisů proti lisům TMS o 100 %, u lisu Lundell dokonce o 500 %.

Srovnáním měrných produkcí u lisů Bühler na jadrná krmiva zjišťujeme jejich růst

Vnitřní kritéria					Poznámka
měrná energie e (kJ kg^{-1})	měrná produkce q (kg m^{-2} s^{-1})	měrná produkce 1 rolny q (kg m^{-2})	lisovací doba t_l (s)	životnost z (kJ m^{-2})	
95	5,1	1,2	11,6		pícniny
189 ÷ 106	2,5 ÷ 4,6	0,6 ÷ 1,1	17 ÷ 9,2		sláma 60 – 15 %
100	4,8	1,2	12,3		bramborové řízky
104	3,6	0,9	15,8		pícniny
170 ÷ 109	2,2 ÷ 3,5	0,6 ÷ 0,9	26 ÷ 16		sláma 60 – 15 %
109	3,5	0,9	16		bramborové řízky
92,4	6,3	1,6	8,8	ne-	pícniny
113 ÷ 92,4	5,1 ÷ 6,3	1,3 ÷ 1,6	10,8 ÷ 8,8	ově-	sláma 60 – 15 %
113	5,1	1,3	10,8	řeno	bramborové řízky
121	4,3	0,4	3,9		vojtěška
103 ÷ 80	6,8 ÷ 8,7	0,8 ÷ 1,1			vojtěška
90 ÷ 60	7,8 ÷ 11,6	0,9 ÷ 1,4			vojtěška napařená
120 ÷ 72	5,9 ÷ 9,7	0,7 ÷ 1,2			řepné řízky napařené
72 ÷ 58	7,3 ÷ 9,2	1,1 ÷ 1,4	4,6 ÷ 3,7		do 30 % slámy 40 mm délky
99	17,4	5,6+	8,6		stébelnatá krmiva
79 ÷ 66	20 – 24	1,5 ÷ 1,8	6,4		pro slámu 60 – 200 mm
66	23				vojtěška

při zvětšování velikosti stroje. Lis Gigant DFPA s příkonem 250 kW dosahuje absolutně nejvyšší měrné produkce, a to 40 kg m^{-2} s^{-1}. Toto je dáno snižováním úniku z lisovacího prostoru použitím matrice velké šířky 138 mm.

4. PRODUKCE

Produkce lisu je dána součinem měrné produkce a velikostí matrice. Je zřejmé, že požadované produkce lze dosáhnout i nekvalitním lisem, pokud ho dostatečně zvětšíme. Proto při posuzování lisu musíme určit jeho vnitřní kritéria a lis hodnotit podle jeho měrné produkce, popř. podle měrné produkce jedné rolny.

5. MĚRNÁ ENERGIE

Energeticky je lisování průmyslových krmivých směsí (popř. směsí s převahou zrnin) proti objemovým krmným směsím diametrálně odlišné. Zatímco špičkové lisy na průmyslové krmné směsi spotřebují 30 až 35 kJ kg^{-1}, nejlepší lisy na pícniny či slámu spotřebují nejméně 60 až 80 kJ kg^{-1}. S měrnou energií nejsou spojeny jen náklady na vlastní tvarování, jako je velikost elektromotoru a příkon, ale hlavně roste opotřebení lisovacího ústrojí. Proto je i měrná energie důležitým hodnotícím kritériem každého lisu.

ZÁVĚR

Uvedená hodnotící kritéria, doplněná měřením kvality granulí či briket, vystihují technickou úroveň a ekonomiku provozu tvarovacích lisů. Přesně je můžeme určit při zkušebním provozu, přibližně z prospektových a rozměrových údajů. Odběrateli slouží při nákupu tvarovacího lisu, výrobci při testování zahraničních strojů (např. pro nákup licence). Při inovaci lisů jsou měřítkem jejich technické úrovně a vodítkem při výzkumných pracích.

VÚPCHT výzkumně řeší problematiku lisování krmiv v celé šíři, tzn. jak lisování průmyslových, tak zemědělských krmných směsí. Součástí výzkumu je teorie modelování procesu a měření fyzikálních vlastností krmiv, přičemž se v široké míře využívá výsledků dosažených zvláště ve VÚZT Praha-Řepy. Realizací výzkumu bude dvoustupňová inovace tvarovacích lisů vyráběných v TMS, n. p., Pardubice.

Použité symboly

Znak	Název	Jednotka	Rozměr
F_m	celková funkční plocha matrice	m^2	L^2
Q	produkce lisu	kg s^{-1}	MT^{-1}
R	poloměr matrice	m	L
P	příkon	kW	$L^2 MT^{-3}$
V_k	objem jednoho kanálku matrice	m^3	L^3
b	funkční šířka matrice	m	L
e	měrná energie	kJ kg^{-1}	$L^2 T^{-2}$
i	počet kanálků v matrici	1	1
j	počet rolen	1	1
n	počet průchodů rolny přes lisovací plochu	s^{-1}	T^{-1}
o	střední obvod funkční plochy matrice	m	L
q	měrná produkce	kg m^{-2} s^{-1}	$L^{-2} MT^{-1}$
q_l	měrná produkce jedné rolny	kg m^{-2}	$L^{-2} M$
t	celková doba chodu lisu	s	T
t_1	lisovací doba	s	T
w	střední rychlost lisovacího ústrojí	m s^{-1}	LT^{-1}
z	životnost lisovacího ústrojí	kJ m^{-2}	MT^{-2}
ϱ	střední objemová hmotnost granule v kanálku	kg m^{-3}	$L^{-3} M$

Došlo dne 22. 3. 1977

БУДИЧЕК, Л. (Научно-исследовательский институт пищевой промышленности и холодильной техники, Прага). **Критерии оценки фасонных прессов.** Zeměd. Techn., *23,* 1977 (8) : 471-479.

Фасонные прессы разной конструкции и производительности, предназначенные для прессовки как промышленных, так и сельскохозяйственных комбикормов, можно однозначно оценивать по предложенным критериям внешним и внутренним. Причем, предполагается, что пресс удовлетворяет технологические требования к качеству гранул, или брикет. Внешние критерии: продукция (производительность) пресса и потребляемая мощность пресса. Внутренние критерии: удельная энергия для прессовки, удельная продукция, удельная продукция одного накатного ролика, время прессовки, срок службы прессующего механизма. Приводятся величины предложенны критериев для самых известных типов прессов для промышленных и сельскохозяйственных кормов, включая комментарии.

производство фасонных кормов; гранулы; брикеты; прессы

BUDÍČEK, L. (Research Institute of Foodstuff-Production and Refrigeration Technology, Praha): *Criteria for the Evaluation of Shaping Presses.* Zeměd. Techn., *23,* 1977 (8) : 471-479.

Shaping presses of different design and performance for pressing both commercial and farm feed mixtures can be reliably evaluated according to external and internal criteria as proposed by the author. It is assumed, in such an evaluation, that the press meets technological requirements for the quality of briquettes or granules. The external criteria are: output of the press and the input of power. The internal criteria are: specific pressing energy, specific output, specific output of one pressing unit, pressing time, service life of the pressing mechanism. The values of the criteria proposed for the most wide-spread types of presses for commercial and farm feeds are presented, including comments.

feed shaping; granules; briquettes; presses

BUDÍČEK, L. (Forschungsinstitut für die Nahrungsmittel- und Kältetechnik, Praha): *Kriterien für die Bewertung der Kompaktierungspressen.* Zeměd. Techn., *23,* 1977 (8) : 471-479.

Die Kompaktierungspressen verschiedener Bauart und Leistung, die zum Pressen von sowohl industriemäßigen als auch landwirtschaftlichen Mischungen bestimmt sind, können eindeutig nach den entworfenen äußeren und inneren Kriterien bewertet werden. Dabei nimmt man an, daß die Presse den technologischen Forderungen an die Güte der Granulate oder Pellets gerecht wird. Die äußeren Kriterien sind wie folgt: Produktion (Leistungsfähigkeit) und Leistungsaufwand der Presse. Die inneren Kriterien: spezifischer Preßenergieaufwand, spezifische Produktion, spezifische Produktion einer Rolle, Preßdauer, Standzeit der Preßvorrichtung. Es werden Werte der entworfenen Kriterien für die bekanntesten Typen der Pressen für industriemäßigen und landwirtschaftlichen Futtermittel einschließlich des Kommentars angeführt.

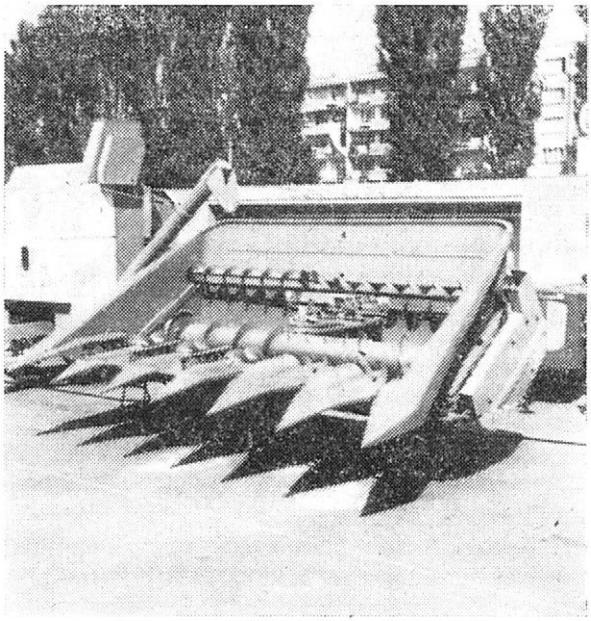
Kompaktierung der Futtermittel; Granulate; Pellets; Pressen

Adresa autora:

Ing. Ludvík Budíček, CSc., Výzkumný ústav potravinářské a chladící techniky, Ostrovského 34, 151 28 Praha 5 - Smíchov

---

Šnekové zařízení PŠS-6 na sklizeň slunečnice



Šnekové zařízení PŠS-6 na sklizeň slunečnice se připojuje k obilnímu kombajnu SK-4 a používá se k mechanizované sklizni slunečnice.

Pracovní záběr	4,20 m
Pracovní rychlost	6 km h^{-1}
Výkon	1 ha^{-1}

Agromachinaimpex

Vývozce: GTP Agromachinaimpex, Bulharsko, Sofia, Aksakova 5, telefon 88 53 25, telex 022 563

Podrobnější informace Vám poskytne Bulharská obchodní mise v ČSSR, Praha 1, Krakovská 6, telefon 26 43 06

VYHODNOTENIE FUNKCIE PRERONOVÉHO KANÁLU

A. Hašek, J. Šottník, J. Kotry

HAŠEK, A. – ŠOTTNÍK, J. – KOTRY, J. (Výskumný ústav živočíšnej výroby, Nitra): *Vyhodnotenie funkcie preronového kanálu.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 481-496.

Pri hydromechanickom spôsobe odstraňovania hnoja bola sledovaná funkcia preronového kanálu za rozličných technologických podmienok s bezpodstielkovým ustajnením. Potvrdila sa prevádzková spoľahlivosť funkcie preronového kanálu bez pridávania technologickej vody. Maximálny sklon hladiny tekutého hnoja bol 2,5 % v podmienkach vylúčenia pridávania technologickej vody, pričom bola vrstva nad preronovou hranou v rozmedzí od 10 do 25 cm. Na základe uvedeného zistenia bol upravený empiricky používaný vzorec pro výpočet hĺbky a dĺžky kanálu. Vo vzťahu na potrebnú hĺbku sa neodporúčajú kanály dlhšie ako 20 m v prípadoch absolútneho vylúčenia prídavku technologickej vody. Priemer maximálne zistených hodnôt obsahu sušiny bol v podmienkach vylúčenia technologickej vody 14,3 %, maximálne zistený obsah sušiny 15,88 %, takže možno predpokladať spoľahlivosť funkcie u nás používaných čerpadiel na tekutý hnoj.

hnojné linky; preronový kanál; funkcia kanálu

V novej výstavbe objektov pre chov dobytka sa doposiaľ u nás odporúčalo prevažne bezpodstielkové ustajnenie, čím vznikali v novoexploatovaných objektoch prevádzkové poruchy s odstraňovaním výkalov. Problematike odstraňovania tekutého hnoja je venovaná veľká pozornosť nielen v zahraničí, ale i v našich podmienkach. Nové systémy ustajnenia majú nielen uľahčiť a ušetriť prácu pri kŕmení a odstraňovaní hnoja, ale majú podstatne prispieť k zvýšeniu produktivity práce. .

Z uvedených hlavných dôvodov sú navrhované rozličné systémy riešenia maštalí a technologickej vybavenosti.

Preronový systém, použitím ktorého bolo dosiahnuté vylúčenie, resp. maximálne zníženie spotreby vody, popisuje Poelma (1963). Rovnako Lommatzsch (1965) uvádza, že nie je potrebný žiaden prídavok vody, čím je možné znížiť skladovací priestor a dopravné náklady o 1/3.

Lommatzsch (1969) pozoroval, že ťažkosti, ktoré súvisia so zlým odtokom výkalov z preronových kanálov, vznikajú u zvierat, ktoré vylučujú zvlášť pevné výkaly (jalovice, suchostojace kravy a výkrmový dobytok), pričom hĺbka kanálov bola odmeraná pre dojnice. Ďalšou príčinou bol nevhodne vybudovaný tvar kŕmneho žľabu, z ktorého prichád-

zajú zvyšky najskôr na stojisko a potom do preronového kanálu. Upozorňuje, že pre pohyb tekutých výkalov nie je rozhodujúci obsah vody (prípadne sušiny), ale obsah voľnej vody, ktorá účinkuje medzi pevnými časticami ako „mastidlo". Preto zvyšky suchých krmív ako seno, slama a iné, keď prepadnú do preronového kanála, svojou nasávacou schopnosťou zmenšujú podiel voľnej vody tekutých výkalov a zhoršujú ich tekutosť. Rovnako zhoršujúci vplyv na tečenie výkalov má aj prílišný odpar vody. Preto vznikajú ťažkosti i u kanálov pre voľné maštale s celoroštovou podlahou, lebo povrchová plocha hladiny, pripadajúca na každé zviera, je u nich najmenej dvakrát tak veľká ako vo väznej maštali. Z toho dôvodu hĺbky kanálov uvedené pre väzné maštale nevyhovujú pre kanály pri voľnom ustajnení na celoroštovej podlahe.

Lehmann (1969) považuje používanie údajov o obsahu sušiny ako ekvivalentnej veličiny na vyjadrenie tekutých vlastností výkalov len za podmienené, lebo tieto závisia ďaleko viacej od voľnej vody medzi pevnými čiastočkami ako od absolútneho obsahu vody. Ďalej predpokladá, že aj výsledky získané na modelových pokusoch sú prenosné do praxe len podmienene, a že len málo zariadení je k dispozícii pre pokusy v praxi. Preto ešte stále chýbajú podklady a nateraz nemôžu byť stanovené konečné hodnoty rozmerov kanálov pre tekuté výkaly.

Lommatzsch (1971) zistil, že prekvasené tekuté výkaly v preronovom kanáli majú vyšší sklon povrchovej hladiny ako výkaly neprekvasené. Ďalej zistil, že pri zahriatí výkalov v kanáloch dochádza k prekvapivo veľkému zníženiu tekutosti v dôsledku odparenia vody – podobne ako pri zamrznutí výkalov v kanáloch. Strata vody vymrznutím bola síce menšia, ale pri rozmrznutí výkalov voda z povrchu odtiekla a zhoršila ich tekutosť. Preto pre zlepšenie tekutosti v obidvoch prípadoch musela byť voda pridaná. Je preto potrebné zabrániť zamŕzaniu výkalov v kanáloch.

Sladovník (1967) považuje za možné znížiť spotrebu vody použitím preronového systému, a to tak, že sa kanály prečistia a prepláchnu raz za týždeň.

Zadražil a i. (1972) uvádzajú, že nie je možné odpratanie tekutého hnoja bez prídavku vody, pričom počítajú na ustajnené zviera s nutným prídavkom vody 2 – 3 l.

Z prác, ktoré prebiehali v našich podmienkach, nebola jednoznačne zistená funkcia preronového kanálu bez prídavku vody, a preto sme sa metodicky zamerali na sledovanie funkcie preronového kanálu za rozličných technologických podmienok.

METODIKA

Cieľom práce bola analýza funkcie hydromechanickej linky s preronovým kanálom na odstraňovanie hnoja za účelom zistenia vlastnej funkcie v rozličných technologických podmienkach a spoľahlivosti navrhnutej linky a spätne odvodenia parametrov na základe získaných výsledkov.

Funkcia preronového kanálu bola sledovaná:

– s prídavkom technologickej vody, ktorá sa používa pri čistení stojísk, mrežových roštov a hnojnej chodby po dobu jedného mesiaca;

– bez prídavku technologickej vody – čistenie stojiska, roštov, chodby suchou cestou po dobu 12 mesiacov.

Spotreba technologickej vody bola meraná vodomerom trvale zapojeným na prívodné potrubie. Spotreba vody sa merala jeden mesiac pri sledovaní funkcie kanálu s prídavkom vody a šesť mesiacov po skončení sledovania funkcie bez prídavku vody.

Pre meranie funkcie preronového kanálu bola použitá nepriama metóda. Nakoľko pohyb tekutého hnoja nie je kontinuálny, bola meraná výška hladiny od povrchu mrežových roštov. Toto meranie sa robilo vyhotovenou odmerkou na všetkých 16 stojiskách sledovaného kanálu, a to striedavo po oboch stranách kanálu.

Merali sme každý týždeň v pondelok, v stredu a piatok v rovnakom časovom úseku.

Vzorky pre zistenie obsahu sušiny sa odoberali trikrát týždenne. Zo spodnej vrstvy kanálu oproti stojiskám 1, 4, 8, 12 a 16 sa odoberali pre tento účel vyhotovennou pumpičkou dve vzorkovnice tekutej časti. Oproti stojisku 5 a 10 bolo odobrané rovnaké množstvo hustejšej zložky tekutého hnoja. Z uvedených dvoch zložiek bola získaná priemerná vzorka, z ktorej bol zisťovaný obsah sušiny.

Teplota tekutého hnoja bola rovnako meraná trikrát týždenne oproti stojisku 1, 4, 8, 12 a 16.

Pri meraní teploty a relatívnej vlkosti vzduchu bola odčítaná denná teplota max, min vždy ráno medzi 7.00–8.00 hodinou. Súčasne bola meraná i teplota vzduchu a relatívna vlhkosť vzduchu v maštali.

Všetky merania sa uskutočnili pri plnom obsadení stojísk dojnicami.

VÝSLEDKY

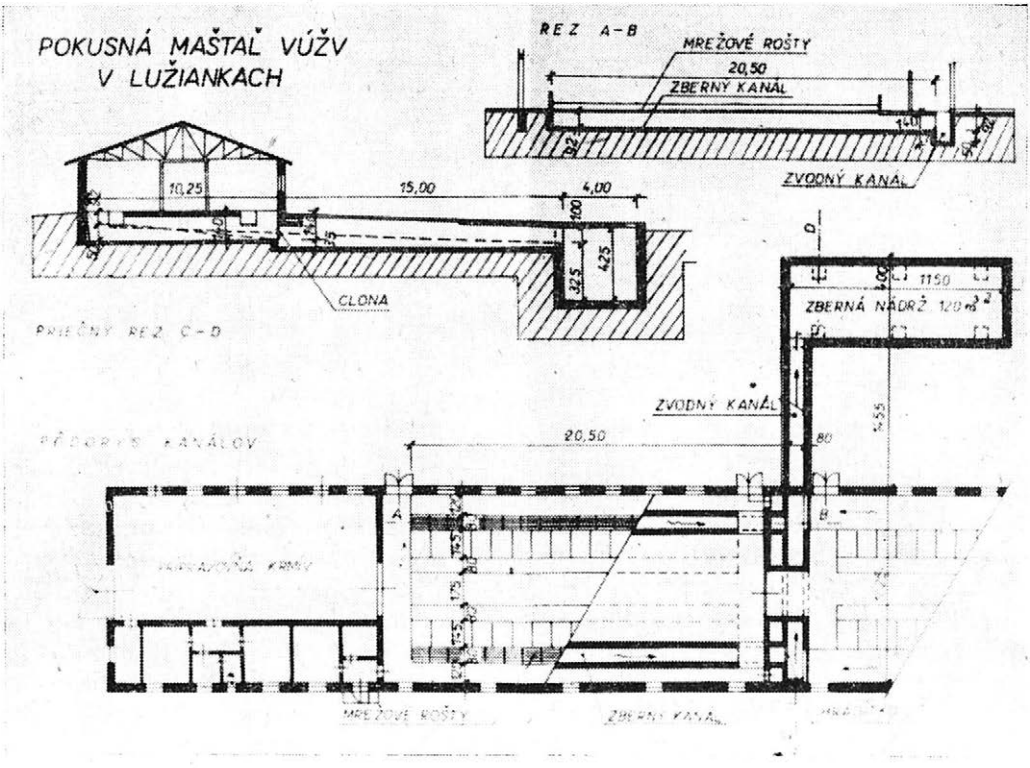
Preronový systém bol sledovaný vo väznej časti experimentálnej maštale pre 32 dojníc na farme Krytov, účelového zariadenia VÚŽV (obr. 1).

Táto väzná časť maštale je dvojradová, s prejazdnou kŕmnou chodbou. Kŕmne žlaby sú 80 cm široké, s podžľabnicou 30 cm vysokou a majú dno 5 cm nad podlahou stojiska. Krátke stojiská sú 110 cm široké a 145 cm dlhé, majú 3% spád a ich povrch je pokrytý gumovými matracmi. Na krátke stojiská nadväzujú v rovnakej úrovni 85 cm široké pozinkované mrežové rošty, ktoré prekrývajú preronové kanály. Pozdĺž obvodových stien sú 120 cm široké hnojné chodby.

Vlastný zberný kanál má svetlú šírku 79 cm, steny kolmé, dno vodorovné; hĺbka kanálu je 92 cm ± 2 cm (v dôsledku nepresnosti prevedenia). Dĺžka kanálu je 20,50 m a od jeho začiatku sa radí 16 stojísk. Kanál je ukončený 15 cm vysokým betonovým hradítkom a nadväzuje na druhú etáž priečneho zvodného kanálu rovnakého prevedenia, ktorého dno je o 50 cm nižšie.

FUNKCIA PRERONOVÉHO KANÁLU

Princíp funkcie kontinuálneho preronového kanálu je v podstate závislý od medzí tekutosti hnoja. Preto na podklade svojich fyzikálnych vlastností tekutý hnoj nevytvára v preronových kanáloch vodorovnú hladinu,



1. Experimentálna maštaľ VÚŽV, sekcia s priväzovaním na krátkych stojiskách s preronovými kanálmi — Experimental stable of the Animal Research Institute, section of short stalls with overflow channels

akú by vytvorila voda, ale z prepadnutých a nahromadených výkalov dochádza k tvorbe hladiny so sklonom smerom k ústiu kanálu. Sklon hladiny tekutého hnoja môže dosiahnuť len určitú medzu; keď sa táto medza prestúpi ďalším narastajúcim množstvom výkalov, dojde k samovoľnému odtoku. Dĺžka kanálu je závislá od vlastností tekutosti hnoja, ktorú podmieňuje konzistencia výkalov. Túto konzistenciu zasa podmieňuje kategória ustajneného dobytka, zloženie kŕmnej dávky a obsah voľnej vody.

FUNKCIA PRERONOVÉHO KANÁLU S PRIDÁVANÍM TECHNOLOGICKEJ VODY

V sledovaných podmienkach po použití vody na čistenie stojísk, mrežových roštov a hnojnej chodby sa merali výšky hladiny tekutého hnoja s prídavkom technologickej vody. Výsledky tohto merania sú uvedené v tab. I. Z nej vidno, že výšky hladiny v kanále medzi 1. až 16. stojiskom dosahovali maximálne hodnoty od 40 do 61 cm, priemerné od 31 do 49 cm a minimálne od 27 do 39 cm. To znamená, že pri 92-cm hĺbke sledovaného kanálu zostal voľný hygienický priestor pod mrežovým roštom až 31 cm pri maximálnej výške hladiny tekutého hnoja.

I. Výška hladiny tekutého hnoja v preronovom kanáli s pridávaním technologickej vody — The level of liquid manure in the overflow channel, with addition of technological water

Doba merania	Miesto merania — stojisko	Výška hladiny v cm		
		maximálna	priemerná	minimálna
IX. 1973	1	40	31	27
	2	43	32	26
	3	44	33	27
	4	46	34	27
	5	47	35	28
	6	49	37	29
	7	51	37	30
	8	53	39	31
	9	53	40	31
	10	54	40	31
	11	56	42	32
	12	56	44	34
	13	59	46	37
	14	59	47	38
	15	61	49	39
	16	60	49	39

Z nameraných hodnôt sa vypočítal sklon hladiny tekutého hnoja s vodou, z ktorých je: maximálny 1,21 %, priemerný 1,10 % a minimálny 0,73 % pri dĺžke kanálu 20,50 m.

Z množstva nameranej pridávanej technologickej vody sa vyčíslila spotreba na 1 stojisko — 39,4 l na kus a deň.

Pre stanovenie dĺžky kanálu je rozhodujúcim faktorom maximálny sklon hladiny tekutého hnoja. V sledovanom prípade bol sklon 1,21 %. Pri hĺbke kanálu 92 cm sme vypočítali, že týmto podmienkam by zodpovedal kanál o dĺžke až 47,00 m. V opačnom prípade pri uvedenom sklone 1,21 % a dĺžke 20,50 m by zodpovedala hĺbka kanálu iba 60 cm.

Podotýkame, že spotreba technologickej vody bola nadmerná, a preto bol dosiahnutý tak abnormálne nízky sklon hladiny.

II. Výška hladiny tekutého hnoja v preronovom kanáli — bez prídavku technologickej vody — The level of liquid manure in the overflow channel, without addition of technological water

Stojisko	Doba merania																	
	október 73			november 73			december 73			január 74			február 74			marec 74		
	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min
1	48	37	33	36	33	31	43	35	30	37	34	33	34	31	30	34	31	27
2	49	40	34	41	36	32	44	38	36	39	37	35	35	33	32	34	31	27
3	52	42	33	42	36	34	44	40	37	42	38	36	37	35	32	35	33	27
4	49	42	33	43	38	35	45	39	35	44	40	38	38	35	33	37	34	30
5	51	43	35	45	39	36	46	42	35	44	42	41	42	36	34	38	34	30
6	51	43	38	46	40	37	49	45	39	45	44	43	43	38	35	40	37	34
7	54	46	38	47	41	38	50	46	39	47	45	43	47	39	36	41	37	35
8	55	47	39	49	43	39	54	48	41	48	47	45	51	40	37	42	39	36
9	55	48	42	50	44	42	54	50	44	51	49	47	51	41	38	42	39	37
10	54	49	45	50	46	42	54	51	45	57	54	51	55	43	39	44	41	37
11	55	49	45	52	48	44	56	53	48	67	60	51	57	42	38	46	40	37
12	57	52	48	55	50	47	57	54	52	73	66	55	62	46	42	48	45	37
13	63	55	48	57	53	49	59	57	56	75	70	56	65	49	45	50	47	40
14	62	56	50	58	55	51	61	60	60	77	71	61	67	52	49	52	48	42
15	66	59	50	61	56	54	65	63	60	85	78	64	73	54	49	55	52	47
16	67	61	51	68	64	60	78	69	62	90	84	65	80	63	54	58	54	49

Pokračovanie tabuľky II.

Stojisko	Doba merania																	
	apríl 74			máj 74			jún 74			júl 74			august 74			september 74		
	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min
1	37	34	31	34	32	28	33	31	28	36	33	29	33	30	25	36	32	28
2	38	35	32	36	33	30	35	32	28	37	35	30	35	32	28	37	33	28
3	39	36	32	38	34	30	36	33	28	38	36	30	36	32	28	37	34	30
4	40	37	35	39	35	32	37	34	29	42	38	33	38	34	28	38	35	30
5	41	40	36	42	37	34	39	36	33	43	39	34	40	36	31	40	36	30
6	41	40	37	42	39	35	41	39	35	45	41	37	41	38	32	41	38	34
7	40	39	37	45	40	37	41	40	37	47	43	39	41	39	36	41	38	35
8	41	40	39	47	41	39	42	41	37	49	45	41	45	41	37	43	39	37
9	44	42	39	47	41	39	45	43	37	50	46	42	46	41	37	43	39	37
10	45	44	40	50	43	41	45	44	39	51	49	43	49	41	39	45	42	38
11	47	45	41	51	44	42	47	46	38	51	49	44	49	44	39	45	43	38
12	50	48	46	55	47	44	52	48	42	56	52	48	50	45	40	48	46	42
13	52	51	48	55	49	45	53	50	48	56	52	49	53	49	47	50	48	46
14	54	53	49	58	50	48	54	51	49	59	54	50	53	50	48	52	50	49
15	57	55	51	60	52	51	57	54	52	64	60	56	57	53	50	54	52	50
16	60	56	50	60	55	54	59	56	52	65	62	58	64	56	52	59	55	52

Túto funkciu sme sledovali po dobu 12 mesiacov. Zistené hodnoty výšky hladiny tekutého hnoja v kanáli za jednotlivé mesiace sú uvedené v tab. II a výsledné hodnoty za celý rok sú v tab. III. Z týchto tabuliek vidno, že maximálna výška hladiny bola v rozmedzí 48 až 90 cm, priemerná 33 až 61 cm a minimálna 25 až 49 cm. Maximálna výška 90 cm bola zistená vo štvrtom mesiaci a v ďalších mesiacoch sledovania sa už viac táto výška nedosiahla.

Sklon hladiny tekutého hnoja, zistený z výsledných hodnôt ročného sledovania, bol: maximálny 2,54 %, priemerný 1,70 % a minimálny 1,45 % pre danú dĺžku sledovaného kanálu 20,50 m a hĺbku 0,92 m.

III. Výška hladiny tekutého hnoja v preronovom kanáli bez prídavku technologickej vody — výsledné hodnoty ročného merania — The level of liquid manure in the overflow channel, without addition of technological water — average values of annual measurement

Doba merania	Miesto merania — stojisko	Výška hladiny v cm		
		maximálna	priemerná	minimálna
X. 1973—	1	48	33	25
—IX. 1974	2	49	35	27
	3	52	36	27
	4	49	37	28
	5	51	38	30
	6	51	40	32
	7	54	41	35
	8	55	43	36
	9	55	44	37
	10	57	46	37
	11	67	47	37
	12	73	50	37
	13	75	52	40
	14	77	55	42
	15	85	57	47
	16	90	61	49

Z uvedených výsledkov vidno, že dimenzovanie parametrov u sledovaného kanálu bolo pre jeho funkciu pridávania technologickej vody správne, lebo tekutý hnoj nevystúpil nad mrežový rošt.

OBSAH SUŠINY A VODY V TEKUTOM HNOJI

Obsah sušiny v tekutom hnoji je treba považovať za významný ukazovateľ pre jeho odtok z preronového kanálu. Za sledované obdobie obsah sušiny, resp. vody je uvedený v tab. IV.

Z tab. IV vidno, že v období s prídavkom technologickej vody bol u tekutého hnoja maximálny obsah sušiny 12,38 %, priemerný 11,58 % a minimálny 10,71 %. V období bez prídavku vody bol maximálny obsah sušiny 15,88 %, priemerný 13,08 % a minimálny 10,88 %.

Pre porovnanie sa uvádza, že maximálny obsah sušiny v tekutom hnoji s prídavkom vody je nižší ako priemerný obsah sušiny zistený v období bez prídavku vody.

IV. Obsah sušiny a vody v tekutom hnoji v preronovom kanáli — Content of dry matter and water in liquid manure in the overflow channel

Doba merania	Obsah sušiny v %			Obsah vody v %		
	max	priem	min	max	priem	min
	s prídavkom technologickej vody:					
IX. 73	12,38	11,58	10,71	82,29	88,42	87,62
	bez prídavku technologickej vody:					
X. 73	12,72	11,80	10,88	89,12	88,20	87,28
XI.	13,71	12,40	11,44	88,56	87,60	86,29
XII.	13,87	12,71	12,24	87,76	87,29	86,13
I. 74	13,95	13,06	12,40	87,60	86,94	86,05
II.	13,94	12,30	10,81	89,19	87,70	86,06
III.	13,43	12,60	11,15	88,85	87,40	86,57
IV.	14,22	13,19	11,94	88,06	86,81	85,78
V.	15,01	13,70	10,97	89,03	86,30	84,99
VI.	13,52	12,65	11,58	88,42	87,35	86,48
VII.	15,32	14,08	13,16	86,84	85,92	84,68
VIII.	15,88	13,87	12,48	87,52	86,13	84,12
IX.	15,55	14,56	12,95	87,05	85,44	84,45

V. Teploty tekutého hnoja v preronovom kanáli — Temperatures of liquid manure in the overflow channel

Doba merania	Miesto merania — pri stojisku														
	1			4			8			12			16		
	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min
s prídavkom technologickej vody:															
IX. 73	20,5	17,1	15,0	20,0	17,3	15,0	20,0	17,6	15,5	20,0	17,6	15,5	20,0	17,0	14,5
bez prídavku technologickej vody:															
X. 73	17,0	14,0	10,0	16,5	14,3	11,0	17,0	14,6	10,0	18,0	14,8	10,0	17,5	14,3	10,5
XI.	12,5	10,8	8,0	14,0	12,0	9,5	14,0	12,5	9,5	14,5	12,5	9,5	15,0	12,3	9,0
XII.	10,0	8,5	7,0	12,0	10,6	7,5	12,0	11,1	9,0	12,0	11,3	9,0	13,0	11,0	8,5
I. 74	12,6	10,8	9,0	14,0	12,1	11,0	14,0	12,9	12,0	17,5	14,2	12,0	15,0	13,9	12,0
II.	12,5	11,8	11,0	13,5	12,9	12,0	15,5	14,5	14,0	16,0	14,8	14,0	14,5	13,6	12,5
III.	16,0	11,6	8,5	17,0	13,5	10,0	18,0	14,7	11,5	17,5	14,7	11,5	17,5	14,6	12,0
IV.	16,0	13,6	11,5	16,0	14,6	13,0	17,0	15,5	14,0	16,5	15,6	14,0	16,0	15,5	14,5
V.	17,5	15,7	14,5	18,0	16,8	14,5	19,5	17,0	12,0	19,5	17,0	15,0	19,0	16,2	14,5
VI.	21,0	18,6	16,0	22,5	19,5	17,5	23,0	20,1	17,0	23,5	19,9	16,5	22,0	19,0	16,0
VII.	22,5	21,4	19,5	23,0	21,9	20,0	23,5	22,4	21,0	23,0	22,2	20,5	23,0	22,1	21,0
VIII.	24,5	22,7	22,0	25,0	23,1	22,0	25,5	23,6	22,0	25,0	23,2	22,0	24,5	22,7	21,0
IX.	22,0	21,0	18,5	23,5	21,9	19,0	23,5	22,3	19,5	24,5	21,9	19,5	23,0	21,1	19,0

TEPLOTA HNOJA V PRERONOVOM KANÁLI, TEPLOTA A RELATÍVNA VLHKOSŤ VZDUCHU V MAŠTALI

Výsledné hodnoty nameraných teplôt a relatívnej vlhkosti vzduchu za jednotlivé mesiace sú uvedené v tab. V a VI. Pri porovnaní nameraných teplôt vidíme, že hodnoty u tekutého hnoja sa výrazne nelíšia od teplôt vzduchu. Táto skutočnosť potvrdzuje, že v tekutom hnoji za uvedených technologických podmienok nedochádza k väčšej biochemickej činnosti, a tým ani k zhoršeniu mikroklímy v maštali pri odtoku tekutého hnoja.

Hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu poukazujú na skutočnosť, že stúpajú len ojedinele nad prípustnú normu pre uvedený systém ustajnenia.

VI. Teploty a relatívna vlhkosť v maštali — Temperatures and relative humidity in the stable

Doba merania	Ranné meranie						Teploty denného merania					
	teploty podľa such. teplomeru			rel. vlhkosť v %			maximálne			minimálne		
	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min	max	priem	min
s prídavkom technologickej vody:												
IX. 73	22,8	18,4	13,4	85,0	72,0	60,0	31,0	24,4	19,5	22,0	18,5	13,5
bez prídavku technologickej vody:												
X. 73	18,8	13,7	9,6	84,0	75,0	67,0	22,0	17,6	13,0	18,0	14,4	8,0
XI.	13,8	11,5	9,6	83,0	76,0	78,0	16,5	14,0	11,5	13,5	8,7	3,0
XII.	14,8	13,3	9,6	86,0	80,0	71,0	19,0	13,1	9,0	11,0	7,3	5,5
I. 74	14,8	12,2	9,4	87,0	83,0	77,0	17,0	15,8	12,5	15,0	10,3	6,0
II.	14,4	12,7	11,8	87,0	82,0	79,0	18,5	16,8	14,5	15,0	10,2	7,5
III.	16,8	13,9	11,7	83,0	80,0	75,0	22,2	18,5	14,0	19,0	13,7	9,5
IV.	16,2	14,3	12,8	83,0	79,0	74,0	22,0	19,3	17,5	18,0	14,0	11,0
V.	19,0	15,7	11,0	88,0	81,0	73,0	26,0	20,9	17,0	19,5	14,7	10,0
VI.	21,0	18,2	13,6	87,0	76,0	68,0	29,0	22,9	16,5	20,0	16,9	12,5
VII.	24,8	20,5	17,6	88,0	78,0	70,0	32,0	26,2	23,0	24,0	19,7	17,5
VIII.	28,6	22,1	15,0	82,0	74,0	60,0	32,0	27,6	20,5	25,5	20,1	13,0
IX.	20,4	18,1	16,0	87,0	78,0	64,0	28,0	25,6	22,0	22,0	20,0	18,0

KŘMNA DÁVKA DOJNÍC V DOBE SLEDOVANIA FUNKCIE PRERONOVÉHO KANÁLU

Nakoľko konzistencia výkalov a potom i tekutého hnoja závisí nielen od druhu a kategórie hospodárskych zvierat, ale aj od skrmovaného krmiva, uvádzajú sa kŕmne dávky skrmované v období sledovania:

Druh krmiva:	Skrmovanie v dobe	Množstvo v kg na kus a deň
Kukuričná siláž	IX. 73 – IX. 74	26
Lucernové seno	IX. 73 – III. 74	5
Senáž	IV. 74 – 10. V. 74	5
Ozimná miešanka	10. V. 73 – VI. 74	20
Senáž	VII. 74 – IX. 74	5
Jadrová zmes	IX. 73 – IX. 74	individuálne podľa úžitkovosti

DISKUSIA

Podľa výsledkov dosiahnutých pri našich pokusných prácach môžeme konštatovať, že sú v podstate shodné aj s výsledkami iných autorov a riešiteľov, zaoberajúcich sa touto problematikou.

Na podklade celoročného merania sa potvrdila prevádzková spoľahlivosť preronového kanálu bez pridávania technologickej vody. Kanál mal dĺžku 20,50 m, šírku 79 cm, hĺbku 92 cm a výšku vybetonovaného hradítka 15 cm. Maximálny sklon hladiny tekutého hnoja bol 2,54 % – toto je nový poznatok, s ktorým sa musí uvažovať pri navrhovaní preronových kanálov v našich podmienkach. Poelma (1963) totiž uvádza len 1 až 2% sklon na pomery v Holandsku, čo je podstatne rozdielne od nami zisteného údaja. V našej projekčnej praxi sa doteraz pre výpočet hĺbky kanálov používa 2% sklon hladiny tekutého hnoja, ale v praxi sa ukázalo, že dochádzalo k havarijným situáciám a bolo potrebné pridať viac technologickej vody na zabezpečenie funkcie kanálu. To znamená, že preronové kanály v maštaliach pre dojnice je treba navrhovať podľa nami zisteného maximálneho sklonu hladiny 2,5 %. Tento údaj potvrdzuje i to, že sledovaný kanál pri dĺžke 20,5 m mal hĺbku 92 cm a nie 80 cm, ako uvádza Doležal (1971), pričom v ďalšej práci Zadražil a i. (1972) rátajú s nutným prídavkom 2 až 3 l tekutiny na ustajnené zviera a za týchto podmienok uvažujú o dĺžke kanálov až 25 m. V našom prípade by táto dĺžka vyhovovala len vtedy, ak by bol kanál hlboký minimálne 105 cm. Zväčšovaním hĺbky kanálov sa zvyšujú investičné náklady, a preto neodporúčame ich dĺžku nad 25 m; tento názor sa zhoduje i s poznatkami Lehmanna (1969).

Priemer maximálnych hodnôt obsahu sušiny v tekutom hnoji bez prídavku vody za sledovaný rok bol 14,3 %, to znamená, že nedosiahol ešte hodnotu 15 %, pre ktorú sú skonštruované naše čerpadlá na tekutý hnoj ČTV-15, alebo RK-1, takže ešte aj za týchto podmienok môžu byť tieto čerpadlá používané.

Zistili sme, že teploty v tekutom hnoji boli v priemere od 11,0 do 25,5 °C, zatiaľ čo teploty ovzdušia v maštali sa pohybovali v rozmedzí od 7,3 do 27,6 °C. Pri porovnaní týchto teplôt vidíme, že vzájomné rozdiely sú nepatrné, preto nemohlo dochádzať k väčšiemu odparovaniu vody, a tým k zhoršeniu tekutosti hnoja v kanáloch. Tento poznatok je súhlasný so zistením Lommatzscha (1971).

Z hľadiska vhodnosti jednotlivých systémov odstraňovania hnoja možno konštatovať, že bezpodstielkové systémy sú náročnejšie na investície, ale ich zavádzaním možno dosiahnuť značnú úsporu živej práce pri odstraňovaní výkalov, podstielaní a čistení zvierat. V niektorých usporiadaniach možno znížit tieto práce na minimum, prípadne ich úplne vylúčiť. Samotný preronový systém umožňuje vylúčiť prídavok vody, čím je možné znížiť nákladovosť na skladovacie priestory a dopravné náklady. Súčasne jeho najväčšou prednosťou je samofunkcia bez nárokov na ďalšiu obsluhu, údržbu – opravy, ktoré zvlášť výrazne vystupujú do popredia pri mechanických systémoch stelivových a v súčasnosti i bezstelivových prevádzok. Jeho vhodná aplikácia je však v maštaliach s priväzovaním, čím je v súčasnosti limitované i jeho ďalšie rozširovanie v našich podmienkach.

ZÁVER

Pre stavebnú úpravu preronových kanálov platí nasledujúci empirický vzorec pre praktický výpočet hĺbky a dĺžky preronových kanálov:

$$h = l \,.\, s + (a + b)$$

$$l = \frac{h - (a + b)}{s}$$

kde: h – hĺbka kanálu v m
l – dĺžka kanálu v m
s – sklon hladiny výkalov (2–3 % ≡ 0,02–0,03)
a – výška hradítka pre vodnú hladinu (0,10–0,15 m)
b – voľný hygienický priestor pod roštom (0,15 m) + výška vrstvy výkalov v prerone nad hradítkom (0,05 m).

Po celoročnom sledovaní funkcie preronového kanálu bez pridávania technologickej vody (používanej obvykle na čistenie stojísk, roštov a chodieb) sme meraním stavu hladiny tekutého hnoja zistili tieto nové poznatky:

Pre výpočet hĺbky a dĺžky kanálu je rozhodujúci maximálny sklon hladiny tekutého hnoja s. Pre ten sme zistili hodnotu 2,5 % ≡ 0,025, ktorá sa musí dosadiť ako s pri výpočte do empirického vzorca.

Vrstva výkalov nad preronovým hradítkom sa doteraz uvádza len vo výške 5 cm. Pri sledovanom pokuse sme však zistili, že vrstva tekutého hnoja v prerone je 10 cm až 25 cm vysoká, je ale veľmi premenlivá, lebo je značne závislá od konzistencie a vlastnosti výkalov. Súčasne sa potvrdilo, že narastaním vrstvy nad preronom sa zvyšovala i celková hladina výkalov v kanáli, ale zároveň sa tým znižoval aj voľný priestor pod roštom.

Preto sa pri výpočte hĺbky kanálu bude uvažovať o výške hradítka + + maximálnej výške vrstvy tekutého hnoja nad preronom. V tejto výške

je už potom pojatá i potrebná výška pre voľný podroštový hygienický priestor. Na podklade týchto nových poznatkov výpočet hĺbky a dĺžky preronových kanálov bude teraz podľa vzorca:

$$h = \frac{2{,}5 \,.\, l}{100} + v = 0{,}025 \,.\, l + v$$

$$l = \frac{h - v}{2{,}5} \cdot 100 = \frac{h - v}{0{,}025}$$

kde: h — hĺbka kanálu v m
l — dĺžka kanálu v m
0,025 = s — konštantné číslo pre sklon hladiny výkalov v maštaliach pre dojnice, bez pridávania technologickej vody
v — výška hradítka (0,15 m) + výška vrstvy tekutého hnoja nad preronom (0,25 m) = 0,40 m.

Pri pridávaní technologickej vody použitej na čistenie stojísk, roštov a chodieb sa vrstva tekutého hnoja nad preronom podstatne nemení, ale vo vlastnom preronovom kanáli sa vytvára hladina s menším sklonom. Za týchto podmienok sa môže uvažovať pri výpočte hĺbky kanálov s konštantou pre sklon hladiny s = 0,02, pričom hodnota v sa nemení, a i tu zostáva 0,40 m. Ovšem za týchto okolností treba rátať s väčšou kapacitou skladovacích nádrží, ako aj s vyšším prevádzkovým nákladom na odvoz tekutého hnoja s vyšším obsahom vody.

Potvrdilo sa, že preronové kanály pri prevádzke bez prídavku technologickej vody o hĺbke 90 cm, môžu mať maximálnu dĺžku 20 m. Pre dĺžku kanálu 25 m, ktorú odporúčame ako maximálnu, je potrebná hĺbka 105 cm a nie menej ako pri doterajšej praxi, pri ktorej bolo potrebné pridávať vodu, aby bola zaistená prevádzková funkcia kanálu. Ukázalo sa, že preronové kanály sú spoľahlivé aj bez akéhokoľvek prídavku vody, pokiaľ sa ich vzťah hĺbky k dĺžke riadi podľa uvedeného vzorca.

V prevádzkových podmienkach bez prídavku technologickej vody boli zvýšené nároky na čistenie roštov, stojísk a hnojnej chodby suchou cestou.

Literatúra

BURDA, K.: Výstavba stájí pro průmyslové farmy chovu dojnic. Mezinárodní zemědělský časopis, 1973, č. 4, s. 55-57.

DOLEŽAL, O.: Kam s tekutým hnojem z bezstelivových stájí? Náš chov, 1971, č. 1, s. 16-18.

HÖRNIG, G.: Transport kejdy ze stájí přeronovými kanály a potrubím. Využití kejdy z velkokapacitních bezstelivových provozů pro chov skotu a prasat. In: Sborník přednášek z konference socialistických států o využití kejdy skotu a prasat. Praha, říjen 1973, s. 124-131.

LEHMANN, R.: Fließkanalentmistung in Rinderställen. Dte Agrartechnik, 1969, č. 2, s. 73-75.

LOMMATZSCH, R.: Der Einfluß von Futterresten und Wasser auf die Fließeigenschaften von Rindergülle. Dte Agrartechnik, 1965, č. 12, s. 575-577.

LOMMATZSCH, R.: Die Fließeigenschaften von Rindergülle. Dte Agrartechnik, 1969, č. 7, s. 318-321.

LOMMATZSCH, R. — SCHMORL, G.: Praktische Erfahrungen mit der Fließkanalentmistung in Rinderanbindeställen. Dte Agrartechnik, 1969, č. 7, s. 316-318.

LOMMATZSCH, R.: Fließkundliche Untersuchungen an Rindergülle. Dte Agrartechnik, 1971, č. 12, s. 558-559.

LOMMATZSCH, R.: Untersuchungen zum Abfluß der Gülle aus Fließkanälen von Rinderanbindeställen. Dte Agrartechnik, 1971, č. 8, s. 364-366.
POELMA, H. R.: Erfahrungen mit der Schwemmentmistung ohne Wasser. Landtechnik, 1963, č. 23, s. 790-791.
SLADOVNÍK, K.: Nové směry v ustájení skotu se zaměřením na technologii bezstelivového provozu v ČSSR. In: O bezstelivovém ustájení skotu. ČSVTS-DT Praha, 1967, s. 1-39.
ZADRAŽIL, P. — DOLEŽAL, O. — KAPOUN, B.: Odklízení tekutého hnoje recirkulací v bezstelivové stáji. Zemědělec 31 — příloha, Zemědělské noviny 9. 8. 1972.

Došlo dňa 6. 4. 1977

ГАШЕК, А. — ШОТТНИК, Й. — КОТРЫ, Й. (Научно-исследовательский институт животноводства, Нитра): **Оценка функции гидросамотечного канала.** Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 481-496.

При гидромеханическом способе уборки навоза изучалась функция самотечного канала в различных технологических условиях с бесподстилочным содержанием. Подтвердилась эксплуатационная надежность функции самотечного канала без добавления технологической воды. Максимальный уклон уровня жидкого навоза был 2,5 % в условиях исключения добавки технологической воды, причем, слой над краем перепада был в пределах 10—25 см. На основе приведенных фактов была исправлена эмпирически применяемая формула для вычисления глубины и длины канала. В отношении к необходимой глубине не рекомендуются каналы длиннее 20 м в случае абсолютного исключения добавки технологической воды. Средние величины содержания сухого вещества в условиях исключения технологической воды были максимально 14,3 %, максимальное содержание сухого вещества составляло 15,88 %, так что можно предполагать надежность действия применяемых у нас насосов для жидкого навоза.

навозные линии; самотечный канал; функция канала

HAŠEK, A. — ŠOTTNÍK, J. — KOTRY, J. (Animal Research Institute, Nitra): *Evaluation of Function of the Overflow Channel.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 481-496.

In the course of hydromechanical dung disposal, the function of the overflow channel at different technologies of litterless housing was studied. The investigation confirmed the reliability of the overflow channel without any supply of technological water. The maximum gradient of the channel with liquid manure was 2.5 % when no technological water was added, while the layer above the overflow edge was 10—25 cm on an average. The results of the study made it possible to adjust the empirically used equation for calculating the depth and length of the channel. In relation to the depth needed, the channel should not be longer that 20 m when no technological water is added. The average maximum content of dry matter, under the conditions of no technological water, was 14.3 %, the maximum content of dry matter ascertained was 15.88 %, which provides a prerequisite for the reliable function of liquid manure pumps used in this country.

dung line; overflow channel; function of the channel

HAŠEK, A. — ŠOTTNÍK, J. — KOTRY, J. (Forschungsinstitut der tierischen Produktion, Nitra): *Auswertung der Funktion des Fließkanals.* Zeměd. Techn., *23*, 1977 (8) : 481-496.

Bei dem hydromechanischen Entmistungsverfahren wurde die Funktion der Fließkanal unter unterschiedlichen technologischen Bedingungen mit der einstreulosen Aufstallung verfolgt. Es wurde die Betriebssicherheit der Funktion des Fließkanals ohne Zugabe des technologischen Wassers bestätigt. Die Maximalneigung des Flüssigmistspiegels war 2,5 % unter Ausschließung der Zugabe des technologischen Wassers, wobei über der Staunase eine Schicht im Bereich von 10—25 cm war. Aufgrund der angeführten Ermittlung wurde für die Berechnung der Kanaltiefe und -länge eine empirisch angewandte Formel zubereitet. In der Beziehung

zur erforderlichen Tiefe werden nicht Kanäle über 20 m Länge in den Fällen der absoluten Ausschließung der technologischen Wasserzugabe empfohlen. Der Mittelwert der maximal ermittelten Werte des Trockensubstanzgehaltes war in Bedingungen der Ausschließung des technologischen Wassers 14,3 %, der maximal ermittelte Gehalt der Trockensubstanz 15,88 %, sodaß man die Funktionsverläßlichkeit der bei uns gebräuchlichen Flüssigmistpumpen voraussetzen kann.

Dungketten; Fließkanal; Kanalfunktion

Adresa autorov:

Ing. Anton Hašek, CSc., ing. Jaroslav Šottník, arch. Július Kotry, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Leninovo nám. 1, 949 92 Nitra

Rukopis odevzdán k tisku 6. 7. 1977 – Podepsáno k tisku 1. 11. 1977

OBSAH

Souček K.: K nedožitým osmdesátinám doc. dr. ing. arch. Karla Caivase 435
Kristek R.: Tahové vlastnosti vícenápravových tahačů na kultivované půdě 437
Kosek J. aj.: Vliv pojezdového ústrojí traktorů na půdu 455
Budíček L.: Kritéria k hodnocení tvarovacích lisů 471
Hašek A., Šottník J., Kotry J.: Vyhodnotenie funkcie preronového kanálu 481

СОДЕРЖАНИЕ

Кистек Р.: Тяговые свойства многоосевых тягачей на культивированной почве 453
Косек Я. и др.: Влияние ходового механизма тракторов на почву . . . 469
Будичек Л.: Критерии оценки фасонных прессов 479
Гашек А., Шоттник Й., Котры Й.: Оценка функции гидросамотечного канала 495

CONTENTS

Kristek R.: Traction Properties of Multi-axle Tractors on Cultivated Land 454
Kosek J. et al.: The Effect of the Travelling Gear of Tractors on the Soil 470
Budíček L.: Criteria for the Evaluation of Shaping Presses . . . 479
Hašek A.,, Šottník J., Kotry J.: Evaluation of Function of the Overflow Channel 495

INHALT

Kristek R.: Zugeigenschaften der Mehrachszugmaschinen auf dem kultivierten Boden 454
Kosek J. u. a.: Einfluß des Schlepperfahrwerkes auf den Boden . . 470
Budíček L.: Kriterien für die Bewertung der Kompaktierungspressen 479
Hašek A., Šottník J., Kotry J.: Auswertung der Funktion des Fießkanals 495

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.