

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

2

ROČNÍK 31 (LVIII)
PRAHA
ÚNOR 1985
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1985

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

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

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

POZNATKY O JÍZDNÍCH VLASTNOSTECH SVAHOVÝCH STROJŮ NA TRAVNATÉM POVRCHU

J. Dajbych, A. Grečenko

DAJBYCH, J. — GREČENKO, A. (Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha - Chodov): *Poznatky o jízdních vlastnostech svahových strojů na travnatém povrchu*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2): 65—80.

Jsou uvedeny způsoby a postupy vyhodnocení experimentů a výsledky měření, jež se uskutečnila v souvislosti s ověřováním a upřesňováním nové metody hodnocení svahové dostupnosti traktorů a zemědělských strojů. K měření na travnatých pozemcích bylo použito víceúčelového svahového stroje a traktoru; oba byly agregovány s nesenými stroji vpředu nebo vzadu. Byly studovány a vyhodnocovány jak typické náročné jízdní situace na svahu, např. zatáčka ve tvaru U s nájездem ze spádnice a schopnost zabrzdit při jízdě ze spádnice, tak i odklon osy stroje při jízdě podél vrstevnice. Sledovány byly i boční deformace pneumatik v konvenčním provedení a pneumatik Terra. V příloze je popsána metodika některých měření.

svahové stroje; jízdní vlastnosti; součinitel záběru

K měření byl využit funkční model svahového stroje MT6-017 (SNG) se dvěma alternativními druhy pneumatik a později prototyp svahového traktoru Zetor 7045 H v základních agregacích s přípojnými stroji.

Programy zkoušek zahrnovaly mimo jiné tato dílčí měření:

	stroj:
1. měření odklonu osy stroje od vrstevnice	SNG
2. zjištění limitní rychlosti při průjezdu zatáčkou ve tvaru U s nájездem ze spádnice	SNG Zetor
3. zjištění schopnosti zastavit zabrzděním při jízdě ze spádnice	SNG Zetor
4. měření boční deformace spodních plášťů	SNG

Měření č. 1 až 3 byla provedena podle metodiky uvedené v příloze. Tato měření souvisí se čtyřmi dílčími kritérii svahové dostupnosti podle návrhu Nové metody určování svahové dostupnosti traktorů a zemědělských strojů (Grečenko, 1983a,b). Měření č. 4 byla zjišťována boční deformace pneumatik, resp. její přírůstek na sklonu svahu, jenž je jedním z činitelů závažně ovlivňujících míru odklonu stroje od vrstevnice.

MATERIÁL A METODY

PODMÍNKY MĚŘENÍ

Všechna měření se strojem SNG se konala v letní sezóně roku 1983 na pracovišti v Rokytnici nad Jizerou. Zkoušky s traktorem Z 7045 H proběhly na podzim téhož roku na pracovišti Horní Sloupnice. Měření č. 1 až č. 4 se uskutečnila na pastvině se sklonem 16 až 29 stupňů, měření č. 2



1. Stroj SNG s čelně neseným rotačním žacíím strojem SP2-210 na svahu 26° (1982) — The SNG machine with the SP2-210 front-mounted rotary mower on a 26° slope (1982)

a 3 s traktorem Zetor na loukách se sklony 9 až 23 stupňů. Při měřeních v Rokytnici nad Jizerou se vlhkost půdy (včetně drnu v hloubce 5 cm) pohybovala kolem 30 ‰, pouze dva dny bylo měřeno za vlhkých podmínek, kdy vlhkost půdy dosáhla 47 ‰. Podobně i většina měření s traktorem Z 7045 H ve Sloupnici proběhla pro nedostatek vodních srážek v suchých podmínkách — při vlhkosti půdy 14 ‰ až 22 ‰. Vyšší vlhkosti (kolem 32 ‰) muselo být dosaženo kropením svahu; měření se uskutečnilo vždy bezprostředně po kropení, takže byl mokry i povrch.

MĚŘENÉ STROJE A VARIANTY JEJICH AGREGACÍ

Víceúčelový svahový stroj SNG byl agregován s nesenými přípojnými stroji (adaptéry) vpředu nebo vzadu. Vlastní nosič byl vybaven buď bezdušovými pneumatikami, Terra-tire 38 × 20,00-16,1 Goodyear (obr. 1), nebo pneumatikami 12,5/12-18 Dunlop s možností dvojmontáže na zadní nápravě.

Označení jednotlivých agregací, ve kterých byl stroj měřen, se skládá z kombinace čísla, velkého písmene a doplňkového malého písmene:

symbol	význam
1	nosič vybaven pláští (pneumatikami) Terra-tire
2	nosič vybaven pláští (pneumatikami) Dunlop
3	nosič vybaven pláští Dunlop, přičemž na zadní nápravě je dvojmontáž
A	diskový žací stroj vpředu
B	obraceč vzadu, vpředu čtyři dotěžovací závaží
p	přední (plášť přední nápravy)
z	zadní (plášť zadní nápravy)
m	mokrý terén (měření za vlhka, při vyšší vlhkosti)

Přehled měřených agregací je uveden v tab. I, technické parametry jednotlivých agregací v tab. II.

Traktor Zetor 7045 H byl rovněž agregován s přípojnými stroji vpředu nebo vzadu (obr. 2). Na přední nápravě byly pneumatiky 9,5/9-24 Barum (dezén TZ 13), huštění 180 kPa; zadní náprava měla pneumatiky 530-610 SSSR (dezén šípový), huštění 110 kPa. Hlavní parametry agregací jsou uvedeny v tab. III.

Při všech měřicích jízdách byl zapojen pohon všech čtyř kol (K4), nápravové diferenciály byly otevřeny, mezinápravový diferenciál měřené stroje nemají.

I. Označení měřených variant a agregací stroje SNG (funkčního modelu svahového stroje MT6-017) — Designation of the measured variants and combinations of the SNG machine (functional model of the MT6-017 hillside machine)

1A	pneu Goodyear, žací stroj vpředu
2A	pneu Dunlop, žací stroj vpředu
1B	pneu Goodyear, vzadu obraceč + držák se čtyřmi závažími vpředu
2B	pneu Dunlop, vzadu obraceč + držák se čtyřmi závažími vpředu
3B	pneu Dunlop dvojmontáž na zadní nápravě, vzadu obraceč + čtyři závaží vpředu
1E	pneu Goodyear, stroj sólo

VÝSLEDKY

ODKLON OSY STROJE SNG OD VRSTEVNICE

a) Nejnižší úhel odklonu γ osy stroje od vrstevnice byl zjištěn u agregace 1A, SNG na pneumatikách Goodyear (Terra) s žacím adaptérem vpředu. Adaptér byl v pracovní poloze nadlehčován silou 3300 N. Huštění plášťů bylo 100/70 kPa; rychlost 5 km/h; svah 16, 19, 22 a 29 stupňů.

II. Technické parametry agregací stroje SNG — Technical parameters of the combinations of the SNG machine

Označení sestavy	Celková hmotnost kg	Rozdělení hmotnosti na nápravy — kg		Huštění — kPa	
		přední	zadní	přední	zadní
1A	3490	1910	1580	100	70
2A	3510	1920	1590	120	100
1B	3715	1214	2500	50	120+)
2B	3735	1224	2510	100	140
3B	3909	1224	2685	100	100

*) na svahu 29° se začíná bok pláště výrazně deformovat

Hmotnosti adaptérů:

A — žací ... 460 kg



2. Traktor Z-7045 H s čelně neseným rotačním žací strojem SP2-201 na svahu 16° (1983)
— The Z-7045 H tractor with the SP2-210 front-mounted rotary mower on a 16° slope (1983)

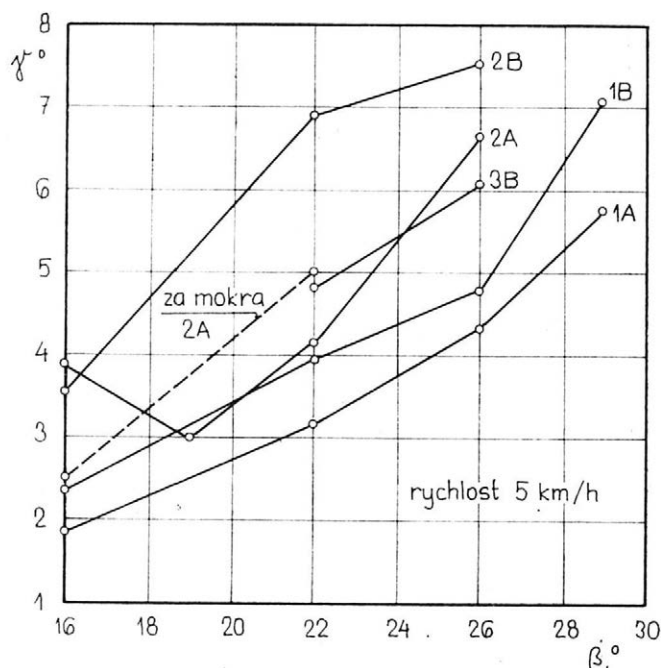
b) Úhel odklonu osy stroje γ od vrstevnice se stoupajícím svahem vzrůstá progresivně. Závislosti pro různé agregace jsou vyneseny v obr. 3.

c) Pláště Dunlop způsobují větší úhel odklonu γ než pláště Goodyear a rozdíly v jednotlivých agregacích jsou rovněž větší.

III. Technické parametry agregací svahového traktoru Z 7045 H — Technical parameters of the combinations of the Z 7045 H hillside tractor

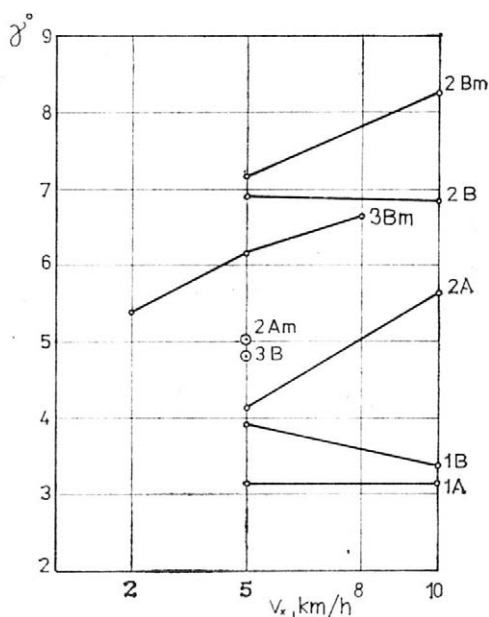
Sestava	Celková hmotnost kg	Rozdělení hmotnosti na nápravy — kg		
		přední	zadní	
Z-7045 H sólo	3918	1646	2272	
Traktor a luční smyk	4635	1101	3534	
Traktor a diskový žací stroj SP2-201	4590	2740	1850	
Hmotnosti adaptérů:				
luční smyk vzadu nesený . . . 717 kg				
diskový žací stroj vpředu nesený . . . 672 kg				
Poloměr zatáčení traktoru, vnější stopový . . . 5,54 m				
Rozměry hnacích pneumatik:				
velikost	výrobce	šířka mm	volný průměr mm	statický poloměr mm
přední: 9,5/9-24	Barum	241	1050	489
zadní: 530-610 (21,3-24)	SSSR	530	1400	640

3. Úhly odklonu γ osy stroje SNG od vrstevnice v závislosti na úhlu svahu β , změřené u jednotlivých agregací — The angles γ of the SNG machine axis with the slope in relation to the slope angle β , measured in all combination sets



d) Použitím dvojmontáže pláštů Dunlop na zadní nápravě s adaptérem vzadu se úhel odklonu γ ve srovnání s jejich jednoduchou montáží sníží asi o 1,5 až 2°, ale jednoduchá montáž pláštů Goodyear dává odklon ještě o 1° menší.

e) Se vzrůstající rychlostí se ve většině případů úhel odklonu zvyšuje. Při rychlostech do 10 km/h byl přírůstek odchylky do 1,5°. V porovnání s dominujícím vlivem svahu není vliv pojízdné rychlosti příliš výrazný (obr. 4).



4. Závislost odklonu γ osy stroje SNG od vrstevnice na pojízdné rychlosti v_x — The relation between the angle γ of SNG machine axis with the slope and the travel speed v_x

IV. Průjezd stroje SNG zatáčkou ve tvaru U: naměřené a vypočtené hodnoty — The SNG machine passing through the U-shaped curve: measured and calculated values

Varianta sestavy	Terén, vlhkost půdy %	Svah, °	Nájezdová rychlost km/h	Průměr zatáčení m	Poloměr zatáčení středu nápravy — m		Součinitel bočního záběru μ_y nápravy		Poznámka
					přední	zadní	přední	zadní	
1A	suchý 30	29	5,0	9,72	6,40	5,93	0,589	0,592	drn je lehce poškozen drn je citelněji poškozen
		29	7,0	10,10	6,58	6,12	0,621	0,626	
		26	7,0	8,18	5,70	5,16	0,562	0,570	drn poškozen pouze vnitřními koly sesmekla se zadní náprava; poškození 100 %
		26	9,5	8,60	5,89	5,37	0,621	0,634	
		22	7,0	7,06	5,20	4,60	0,483	0,494	drn poškozen lehce, cca na 15 % oblouku drn poškozen na 50 %, převážně vnitřními koly
		22	9,0	7,48	5,38	4,81	0,531	0,546	
2A	mokrý 47	22	6,8	9,65	6,27	5,79	0,466	0,471	drn stržen v celém oblouku všemi čtyřmi koly drn stržen méně
		22	5,0	8,57	5,78	5,25	0,440	0,444	
1B	suchý 30	29	3,0	11,70	7,33	6,92	0,565	0,566	stroj těžce vyjíždí, trajektorie — široké U; poškození na 15 %
		29	2,0	9,16	6,15	5,65	0,560	0,560	
		26	5,0	8,80	5,98	5,47	0,524	0,527	nepoškozeno
		22	5,0	7,54	5,41	4,84	0,443	0,447	nepoškozeno nepoškozeno
		22	7,0	7,80	5,53	4,97	0,479	0,487	
		22	5,0	7,65	5,37	4,79	0,443	0,448	drn mírně stržen cca na 30 % oblouku drn silně stržen cca na 75 % oblouku
2B	mokrý 47	22	7,0	9,15	6,04	5,54	0,472	0,479	
3B	suchý 30	22	3,0	8,05	5,55	4,99	0,417	0,419	vnitřní kolo začíná strhávat drn poškození se zvětšuje drn je strhán v celém oblouku
		22	5,0	8,90	5,93	5,41	0,439	0,443	
		22	7,2	9,80	6,34	5,86	0,473	0,479	
		26	5,0	15,40	8,99	8,66	0,512	0,513	povrch se trhá, obtížné se zatáčí; trajektorie — široké U
		26	4,0	12,50	7,60	7,21	0,506	0,507	
									povrch se trhá, obtížné se zatáčí; trajektorie — široké U

V. Průjezd traktoru Z-7045 H zatáčkou ve tvaru U: naměřené a vypočtené hodnoty — The Z-7045 H tractor passing through the U-shaped curve: measured and calculated values

Sestava	Terén, vlhkost půdy %	Svah, °	Nájezdová rychlost km/h	Průměr zátáčení m	Poloměr zátá- čení středu nápravy m		Součinitel boč- ního záběru μ_y nápravy		Poznámka
					přední	zadní	přední	zadní	
Z-7045 H sólo	suchý 13,9	16,50	12,00	10,90	6,68	6,31	0,473	0,483	zadní vnitřní kolo pouze v lehkém dotyku s půdou, poškozeno cca 30 % oblouku zatáčky
Žací stroj SP2-201 vpředu	suchý 13,9	16,80	10,00	8,92	5,76	5,32	0,448	0,460	drn vytrhán po celém oblouku zatáčky, ale traktor se bočně ještě držel
Luční smyk vzadu	suchý 13,9	16,50	12,50	8,88	5,74	5,30	0,520	0,539	traktor se přetáčí; zadním vnějším kolem vytrháno cca 70 % drnu v oblouku zatáčky, vnitřní zadní kolo již nezaboří dezén
Zadní boční žací stroj SP9-061	suchý 13,9	15,40	11,60	8,60	5,61	5,16	0,472	0,489	vytrháno 50 % drnu v oblouku, zadní náprava se smýká do boku, traktor ještě nemá snahu se převracet
Z-7045 H sólo	mokrá do 32	14,92	6,91 8,56 9,00	7,70 7,99 8,12	5,20 5,34 5,40	4,71 4,86 4,92	0,341 0,378 0,388	0,348 0,389 0,400	traktor se držel, mírný boční skluz boční skluz kontrolovaný boční skluz kontrolovaný
	mokrá přes 32	14,77	9,00	6,70	4,76	4,21	0,402	0,420	zadní náprava se prosmekla dolů — přetáčivost
Luční smyk vzadu	mokrá do 32	14,50	10,00 10,00	7,93 6,65	5,31 4,74	4,83 4,19	0,411 0,430	0,427 0,453	velký smyk, přetáčivost (stroj pomohl traktoru do smyku)
	mokrá přes 32	14,50	7,34	6,25	4,56	3,99	0,355	0,368	velký smyk, přetáčivost (stroj pomohl traktoru do smyku)

a) K viditelnému poškození povrchu pozemku, v tomto případě strhávání drnu, dochází až při rychlosti blízké se rychlosti mezní.

b) Nejdříve je poškození patrné ve stopě vnitřních kol, z toho více předním kolem. Zvyšováním rychlosti se délka oblouku se strženým drnem prodlužuje, současně se zvětšuje i poškození vnějšími koly. Při mezní rychlosti strhávala drn všechna čtyři kola po celém oblouku zatáčky.

c) Na míru poškození má vliv nejen dosažené dostředivé zrychlení v zatáčce, ale i rychlost jízdy.

d) Na svazích 26° a 29° se při neměnném natočení předních kol roztahovala U trajektorie podél vrstevnice vlivem bočního skluzu předních kol. Tento skluz byl nejvýraznější v místě, v němž osa stroje byla rovnoběžná s vrstevnicí, resp. v němž s ní svírala malý úhel.

Naměřené hodnoty jsou uvedeny společně s vyhodnoceným součinitelem bočního záběru μ_y v tab. IV.

Stroj SNG při průjezdu zatáčky ve tvaru U je znázorněn na obr. 5.

Součinitel bočního záběru je veličinou charakterizující namáhání půdy ve styčné ploše s pneumatikou. Pro nejnižší polohu stroje v zatáčce ve tvaru U je definován vzorcem:

$$\mu_y = \frac{Y}{Z} = \frac{v_x^2}{R \cdot g \cdot \cos \beta} + \operatorname{tg} \beta = \left(\frac{v_x^2}{R \cdot g} + \sin \beta \right) \cdot \frac{1}{\cos \beta} \quad (1)$$

Výsledky zjištěné při měření traktoru Z-7045 H v různých agregacích jsou uvedeny v tab. V. Poznatky z jednotlivých měření jsou obdobné jako u stroje SNG s tím rozdílem, že zadní náprava traktoru poškozuje podložku více svým vnějším (spodním) kolem. Dezén vnitřního kola se plně nezabořil, takže kolo při bočním smyku nepoškodilo povrch pozemku tolik, jako kolo vnější.



5. Měření průjezdu stroje zatáčkou ve tvaru U na svahu o sklonu 26° (stroj SNG s neseným žací adaptérem podle obr. 1, 1983) — Measurement of the machine passing through a U-shaped curve on a 26° slope (SNG machine with a mounted mowing adapter according to Fig. 1, 1983)

Stroj SNG zastavoval bez potíží ve všech agregacích. Brzděno bylo hydrostatickým pohonem, tj. přestavováním hydrogenerátoru do polohy nulové dodávky, nebo kombinací hydrostatiky a nožní brzdy. Ve většině případů byla délka brzdné dráhy kratší než dva metry. K výraznějšímu poškození drnu ani ke smýkání se svahu nedošlo. Velikost dosaženého zpoždění je omezena jednak záběrovými podmínkami pneumatik, jednak přestavovací rychlostí regulačního hydrogenerátoru. Z hlediska bezpečnosti proti skluzu, a tím i délky brzdné dráhy, je tato vlastnost hydrostatického pohonu výhodná, působí obdobně jako protiblokovací systém.

O možnostech zastavit při jízdě se svahu z hlediska brzdného záběru nejlépe informuje součinitel podélného záběru μ_x . Obdobně jako součinitel bočního záběru je součinitel podélného záběru při brzdění definován poměrem brzdící (obvodové síly) k normálové reakci na kole nebo nápravě. Pro stroj brzdící všemi koly lze odvodit vzorec:

$$\mu_x = \frac{B}{Z} = \operatorname{tg} \beta - \psi + \frac{a}{g \cdot \cos \beta} = \operatorname{tg} \beta - \psi + \frac{v_x^2}{2 g s \cos \beta} \quad (2)$$

Výsledky měření se strojem SNG, včetně vyhodnocených hodnot zpoždění i součinitele podélného záběru μ_x , jsou uvedeny v tab. VI.

Pro jednotlivé agregace traktoru Z-7045 H byly změřeny a vyhodnoceny hodnoty, které jsou uvedeny v tab. VII. Měření bylo uskutečněno stejnou metodou jako u stroje SNG.

MĚŘENÍ BOČNÍ DEFORMACE DOLNÍCH PLÁŠŤŮ

Boční deformace pláště Δe se rozhodující měrou podílí na směrové úchylce pneumatiky, a tím i na odklonu osy stroje od vrstevnice. Boční deformace pláště byla měřena

VI. Brzdění stroje SNG ze spádnice svahu: naměřené a vypočtené hodnoty — Braking of the SNG machine when passing down the slope: measured and calculated values

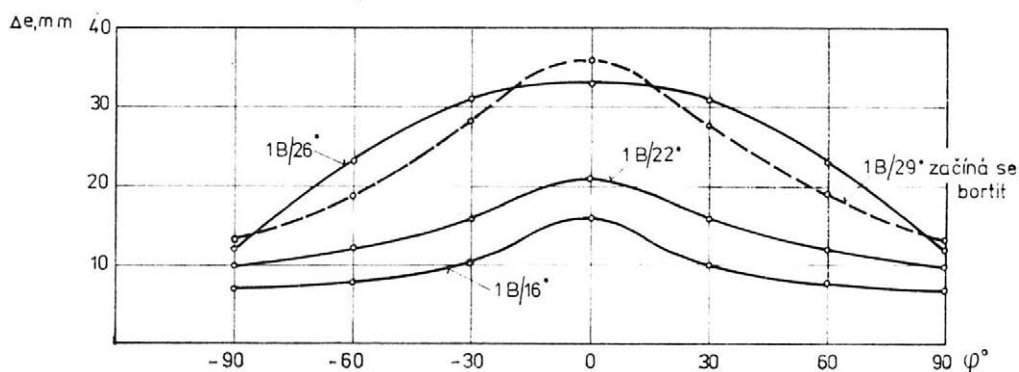
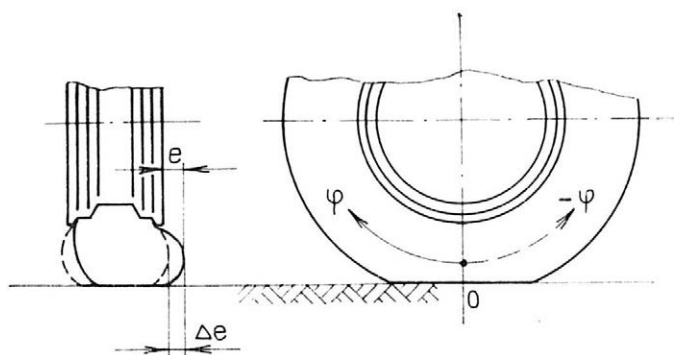
Varianta sestavy	Terén	Svah, °	Nájezdová rychlost		Brzdná dráha m	Střední zpoždění (výpočet) m/s ²	Součinitel podélného záběru μ_x	Poznámka
			km/h	m/s				
1A	suchý	29	7,0	1,944	2,70	0,700	0,585	slabé poškození drnu
		26	7,0	1,944	1,65	1,145	0,567	terén nepoškozen
2A	mokrý	22	5,0	1,388	0,60	1,607	0,530	drn nepoškozen
1B	suchý	29	3,0	0,833	0,45	0,771	0,594	stroj neklouže
		22	7,0	1,944	0,80	2,363	0,613	stroj neklouže
2B	mokrý	22	7,0	1,944	1,86	0,522	0,411	drn místy nepatrně porušen
3B	suchý	22	7,2	2,000	1,30	1,538	0,523	
1E	suchý	29	5,0	1,388	0,95	1,015	0,622	stroj neklouže

VII. Brzdění traktoru Z-7045 H ze spádnice svahu: naměřené a vypočtené hodnoty — Braking of the Z-7045 H tractor when passing down the slope: measured and calculated values

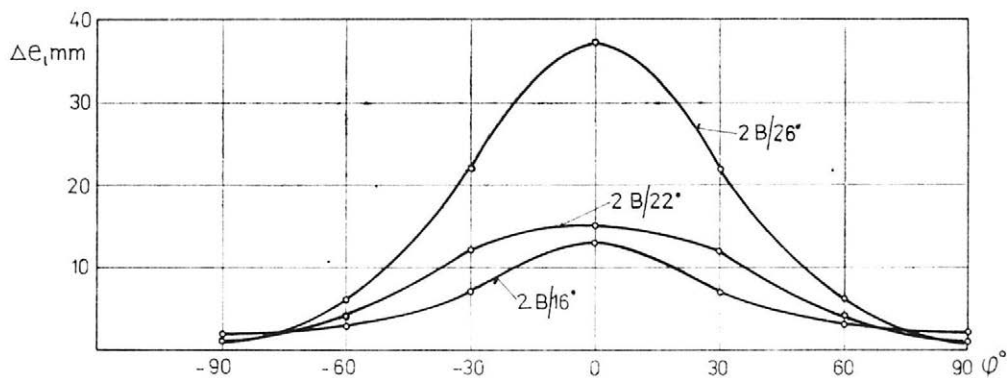
Sestava	Terén	Svah, °	Nájezdová rychlost		Brzdná dráha m	Střední zpoždění m/s ²	Součinitel podélného záběru μ_x	Poznámka
			km/h	m/s				
Z-7045 H sólo	suchý	16,51	13,33	3,70	4,65	1,472	0,402	traktor při brzdění poskakoval; drn mírně porušen; malá rezerva
	mokrý	14,67	8,00 4,79	2,22 1,33	3,60 0,80	0,686 1,105	0,284 0,328	skluz obou kol; stěží zastavil zastavil bezpečně
Žací stroj SP2-201 vpředu	suchý	16,88	9,23	2,56	2,57	1,275	0,389	přední kola malý smyk
		17,15	9,47	2,63	2,15	1,608	0,430	obě nápravy ve smyku
Luční smyk vzadu	suchý	16,50	8,57 13,33	2,38 3,70	2,00 5,00	1,416 1,369	0,396 0,391	terén skoro neporušen mírně porušení všemi čtyřmi koly
			8,38 10,29	2,33 2,86	3,23 6,09	0,840 0,671	0,300 0,282	mírný skluz skluz
Zadní boční žací stroj SP9-061	suchý	16,50	13,33	3,70	3,80	1,80	0,437	LZ, PZ, PP kolo ve smyku
Sběrací vůz MV 3-022	suchý	17,50	11,61	3,22	5,20	0,996	0,371	vlek mírně blokuje, souprava drží směr

^{+) Po dalším pokropení (vlhkost půdy přes 32 %) již souprava nezastavila, ale klouzala rovnoměrnou rychlostí se svahu}

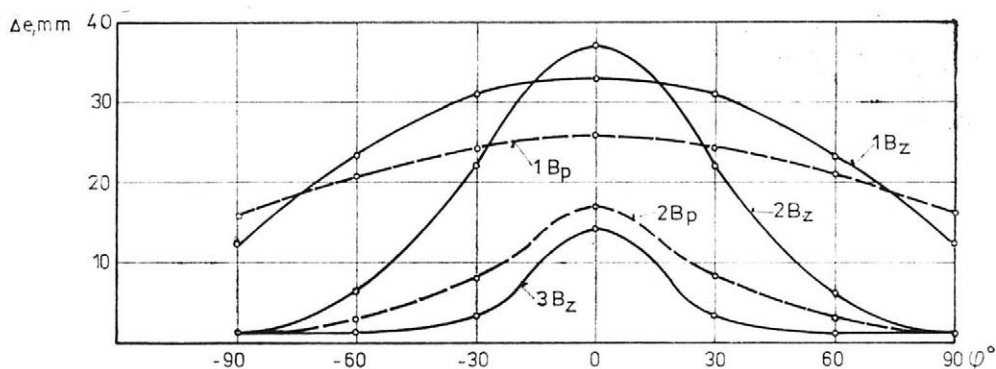
6. Způsob zjištění boční deformace pláště Δe
— Method of the determination of the side deformation of the tyre Δe



7. Průběhy bočních deformací zadního pláště Terra na svazích o sklonu 16, 22, 26, 29° (huštění 120 kPa) — Side deformations of the Terra rear tyre on slopes with gradients of 16, 22, 26, 29° (inflation pressure 120 kPa)



8. Průběhy bočních deformací zadního pláště Dunlop na svazích o sklonu 16, 22, 26° (huštění 140 kPa) — Side deformations of the Dunlop rear tyre on slopes with gradients of 16, 22, 26° (inflation pressure 140 kPa)



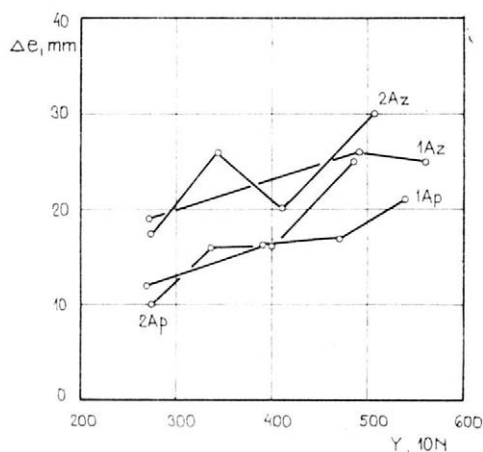
9. Porovnání bočních deformací pláště Terra a Dunlop na svahu o sklonu 26° ; 1 — pláště Terra, 2 — pláště Dunlop, 3 — dvojmontáž pláště Dunlop, p — přední, z — zadní — Comparison of the side deformations of the Terra and Dunlop tyres on slopes with gradient of 26° ; 1 — Terra tyres, 2 — Dunlop tyres, 3 — doubled wheels with Dunlop tyres, p — fore, z — rear

při postavení stroje ve směru vrstevnice, na dolních kolech z vnitřní strany. Je stanovena jakožto rozdíl vzdáleností mezi bokem pláště a šablonou přiloženou k ráfku, změřených na rovině a na příslušném svahu (obr. 6).

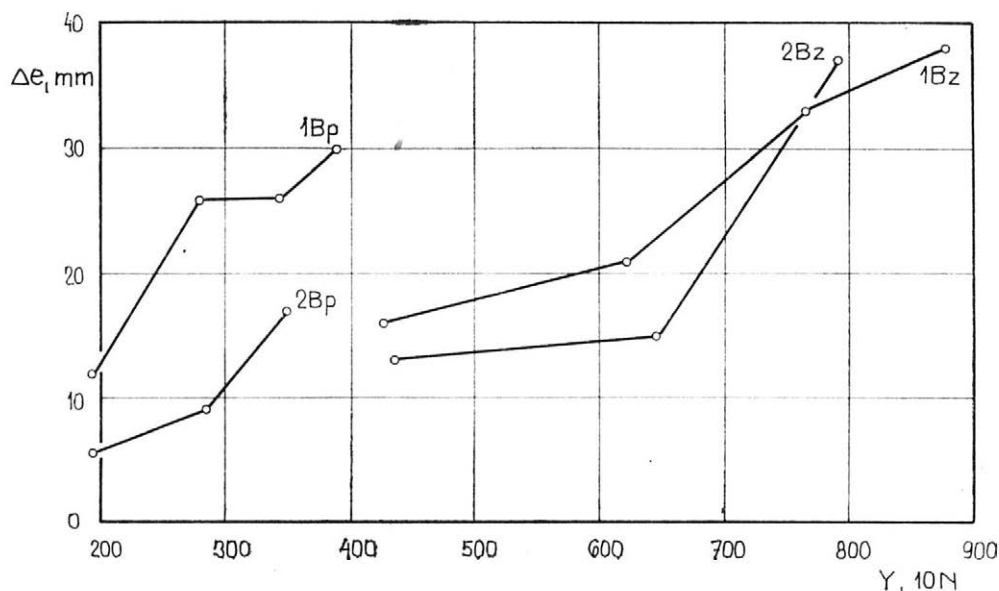
Výsledky měření jsou znázorněny na obr. 7 až 11, v nichž je zobrazen vliv svahu a boční síly na boční deformaci pneumatik u jednotlivých variant agregací.

Zejména u pláště Dunlop se projevuje vliv tuhosti zubů dezénu, jehož účinek zasahuje až do boků pláště. Ten je patrný především v okolí $\varphi = 0^\circ$, tj. ve středu styčné plochy pláště s terénem. Podle okamžité polohy zubu dezénu vzhledem ke styčné ploše a k místu měření dochází k určitému rozptylu naměřených hodnot (řádově několik milimetrů).

Při srovnání deformací obou druhů pneumatik je zřejmý nápadný rozdíl v jejich průběhu. Pláště Goodyear se chovají tak, jako by měly výrazně tužší běhounovou obruč, která se při působení boční síly poměrně málo deformuje a spíše se posouvá do strany jako celek. Zdá se, že je to způsobeno nejen rozměrem (poměrem šířky k výšce), ale i rozdílem v jejich konstrukci.



10. Závislost boční deformace Δe dolních pláště na boční síle Y ; přípojný stroj vpředu, huštění podle tab. II — The relation of the side deformation Δe of the lower tyres to side force Y ; front-mounted machine, inflation pressure according to Tab. II



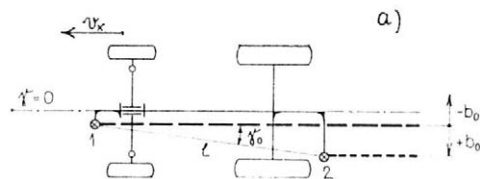
11. Závislost boční deformace Δe dolních plášťů na boční síle Y ; přípojný stroj vzadu, huštění podle tab. II — The relation of the side deformation Δe of the lower tyres to side force Y ; rear-mounted machine, inflation pressure according to Tab. II

ZÁVĚR

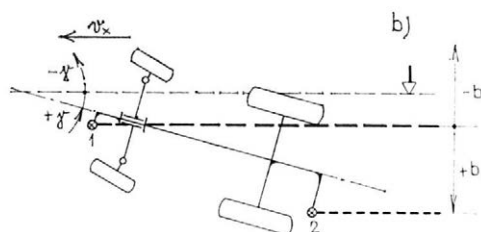
Tato práce pojednává jednak o typických jízdních situacích svahových strojů na travnatém povrchu, při nichž může být činnost stroje narušena smykem pojezdových kol, jednak o průvodních jevech, jakými jsou např. boční deformace pneumatik. Vyhodnocené experimenty byly součástí širšího programu, jehož úkolem bylo ověřit a upřesnit novou metodu hodnocení svahové dostupnosti traktorů a zemědělských strojů.

Experimenty se strojem SNG ve všech případech potvrdily výhodnost širokých a nízko huštěných pneumatik (Terra) proti pneumatikám konvenčním s obvyklým záběrovým vzorkem. Zejména u zkoušených konvenčních pneumatik se projevilo zhoršení záběrových vlastností v příčném směru v porovnání se směrem podélným, jelikož dezén pneumatiky nebyl schopen vytvořit stejně kvalitní smykovou plochu. Vliv zmenšení smykové plochy byl velmi výrazný při průjezdu zatáčkou ve tvaru U. K začátku smyku kol docházelo již při jízdě se svahu blízko místa, kde otisky poloviny zubů dezénu dolních kol byly nasměřovány po spádnicí, takže tyto zuby působily jako skluznice. Na základě zkušeností však lze předpokládat, že speciální dělený vzorek by vlastnosti konvenčních pneumatik ve směru podélném i příčném více vyrovnal a celkově zlepšil.

Vyhodnocením měření byla získána řada hodnot součinitele záběru (SZ) ve směru podélném i příčném, přičemž velikosti SZ při výrazně skluzových situacích lze považovat za mezní. Z nich se pomocí vhodné bezpečnosti vyvozují provozní velikosti SZ , které by mohly sloužit za podklad k hodnocení svahové dostupnosti strojů z hlediska odolnosti proti skluzu. Hodnoty SZ zjištěné při brzdění stroje ze spádnice svahu naznačují, že tento SZ se při růstu smykové rychlosti zmenšuje i na travnatém povrchu, podobně jako je to známo o pevných vozovkách. Naproti tomu boční skluz při jízdě podél vrstevnice nebyl ve sledovaném rozmezí rychlostí výraznou funkcí rychlosti pohybu (skluzu).



12. Způsob měření odklonu γ osy stroje při jízdě podél vrstevnice svahu: a) cejchování na rovině, b) měření na svahu — The method of the measurement of the angle γ of machine axis when passing on the slope: a) calibration on flat terrain, b) measurement on slope



PŘÍLOHA

Způsob měření jízdních vlastností strojů na svahu s ohledem na skluz a poškození povrchu

Měření odklonu stroje od vrstevnice

Definice: Odklon stroje je úhel mezi podélnou osou stroje a vrstevnicí při pohybu stroje podél vrstevnice. Jeho velikost je v přímém vztahu s bezpečností jízdy na svahu a kvalitou práce.

Na stroji jsou upevněny vpředu a vzadu nástřikové značkovače s různými barvami v co největší podélné vzdálenosti od sebe. Na rovné ploše se za klidu udělají krátké nástřiky a změří se jejich vzdálenost l . Dále se při přímé jízdě na rovině zjistí kolmá vzdálenost b_0 mezi stopami nástřiků a orientace barev (obr. 12a). Ze vzdálenosti l a b_0 se vypočte úhel γ_0 , který svírá spojnice nástřiknutých bodů s osou stroje, podle vzorce

$$\gamma_0 = \arcsin \frac{b_0}{l}$$

Po každé vrstevnicové jízdě v terénu se z průměrné kolmé vzdálenosti barevných stop b (obr. 12b) určí úhel odklonu stroje od vrstevnice γ ze vzorce

$$\gamma = \arcsin \frac{b}{l} - \gamma_0$$

Žádaná přesnost určení úhlu odklonu: $\pm 0,25^\circ$;

z toho přesnost odečítání při $l = 3 \text{ m} \dots b = \pm 13 \text{ mm}$. Stroj je při měřicí jízdě veden řidičem po vrstevnici na vzdálený cíl (2 trasírky v zákrytu). V měřeném úseku zapne řidič značkovače (jeden na přední, druhý na zadní straně stroje), kterými se na terén vyznačí barevné stopy. Změří se: kolmá vzdálenost stop (alespoň šestkrát pro jednu trať), rychlost jízdy, příčný sklon trati. Měřicí trať: strniště trvalého travního porostu.

Varianty měření

a) Adaptéry

Stroj	Použití adaptéru			
	bez	vpředu	vzadu	vzadu + dvojmontáž pneu
SNG/Dunlop	×	×	×	×
SNG/Goodyear	×	×	×	—
Zetor	×	×	×	—

- b) Sklon svahu, stupně:
 SNG/Dunlop: cca 16, 22, 26
 SNG/Goodyear: cca 16, 22, 26, navíc cca 30°
 Zetor: 14, 18, 22
- c) Rychlosti, km/h:
 5, 10, 15
 Případně omezení rychlosti v závislosti na svahu je nutné zvážit na místě měření se zřetelem na bezpečnost jízdy.
- d) Způsob pohonu:
 všechna kola hnací, diferenciály otevřeny.

Zjišťování limitní rychlosti při zatáčení na svahu

Měření se provádí manévrem U s nájezdem ze spádnice, jakožto nejnáročnějším ze všech dříve používaných. Řidič vede stroj konstantní rychlostí a s potřebnou zálohou otáček motoru po spádnici dolů a kolem trasírky zatáčí co nejostřeji o 180° do svahu s mírným přidáním plynu, aby udržel rychlost. Měří se nájezdová rychlost a poloměr zatočení. Zjišťuje se maximální rychlost, při které ještě nedochází k nekontrolovatelnému skluzu stroje, nebo při níž ještě nedochází k výraznému poškození povrchu pozemku.

Zjištění schopnosti zastavit zabrzděním

Řidič jede se svahu po spádnici nejvyšší rychlostí zjištěnou při měření č. 2 jako maximální rychlostí pro příslušný stroj. V okamžiku, kdy projíždí značkami, začne brzdít až zastaví.

Zjišťuje se: — brzdná dráha celková a při plném účinku brzd,
 — míra blokování kol,
 — poškození povrchu pozemku.

Měření boční deformace pneumatiky

Na rovině se měří vzdálenost e mezi šablonou přiloženou k ráfku kola a bočníci pláště. K získu maximálních hodnot stačí měřit pouze ve svislé rovině procházející středem styčné plochy pneumatiky s podložkou. Aby se získal průběh deformace podél obvodu pláště, je nutné šablonu pootáčet a měřit ještě na dalších místech obvodu podél schématu na obr. 5. Se strojem se zajede na svah podélnou osou rovnoběžně s vrstevnicí, měření vzdálenosti e se opakuje na vnitřní straně dolního kola, podobně jako při předchozím měření na rovině. Rozdíl naměřených vzdáleností Δe , zjištěných na rovině a na svahu, udává boční deformaci pneumatiky.

Doplňková měření

Nedílnou průvodní součástí všech předcházejících měření jsou doplňková měření definující objekt a podmínky, za kterých bylo měřeno. Jako nejdůležitější z nich lze jmenovat hmotnost stroje, rozložení hmotnosti na nápravy (popř. kola), hmotnosti a vyložení přípojných strojů, polohy těžišť, síly (reakce) na plazech, huštění pneumatik, druh zeminy a její vlhkost, druh a stav porostu, sklon měřicí tratě aj.

Seznam označení

B	kN	brzdící síla
R	m	poloměr zatáčení
Y	kN(N)	boční síla na kolo
Z	kN	normálová reakce na kolo
a	m/s ²	zpoždění
b	m	kolmá vzdálenost nastříknutých stop
g	m/s ²	zemské zrychlení (9,81 m/s ²)
Δe	mm	boční deformace pláště na svahu
l	m	podélná vzdálenost nastříknutých bodů u stojícího stroje
s	m	brzdná dráha při plném účinku brzd
v_x	m/s	pojezdová rychlost stroje
β	°	úhel svahu
γ	°	úhel odklonu stroje od vrstevnice
φ		součinitel valení
μ_x		součinitel podélného záběru
μ_y		součinitel bočního záběru

Literatura

GREČENKO, A.: Dynamická stabilita jako součást svahové dostupnosti zemědělských strojů. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 11, s. 643-658.

GREČENKO, A.: Nová metoda určování svahové dostupnosti traktorů a zemědělských strojů (1. návrh). [Technická zpráva.] Praha, Agrozet, k. VÚZS 1983.

Došlo dne 12. 5. 1984

ДАЙБЫХ, И. — ГРЕЧЕНКО, А. (Агрозет, концерновый научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ходов): Данные о показателях качества ходовой системы машин для работ на покрытых травостоем склонах. Земед. Techn., 31, 1985 (2) : 65-80.

Приводятся способы и методы обработки экспериментальных данных, а также результаты измерений с целью испытания и уточнения нового метода оценки проходимости для тракторов и сельскохозяйственных машин рельефа склонов. Измерения на покрытых травостоем участках проводили с помощью универсальной машины и трактора для работы на склонах. Предусматривалось размещение агрегируемых с ними навесных машин между передней и задней осями трактора. Изучали и проводили оценку не только типичных для работы на склонах трудоемких ходовых операций, таких, как у-образного поворота с въездом по линии максимального уклона и тормозной способности при движении из линии максимального уклона, а также отклонения оси машины в условиях движения ее вдоль горизонтали. Наблюдали также за боковыми деформациями шин классического выполнения и типа «Терра». В приложении описывается методика проведения отдельных видов измерений.

машины для работы на склонах; показатели качества ходовой системы; коэффициент сцепления

DAJBYCH, J. — GREČENKO, A. (Agrozet, Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Chodov): *Slope Crossing Performance of Hillside Machines on Grassy Terrain*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2) : 65-80.

The methods and procedures of evaluation of experiments and the results of measurements are presented which were performed to verify and improve a new method of evaluation of the gradeability of tractors and farm machines. A multi-purpose hillside machine and tractor were used for measurements on grassy terrain, both combined with front- or rear-mounted machines. Typical situations on the slope were evaluated, e. g. U-shaped curve down the slope and braking to stop when driving down the slope; the attitude of the machine with respect to the negotiated slope was also studied. The side deformations of conventional and Terra-type tyres were examined. The procedures of some measurements are described in the supplement.

hillside machines; terrain performance; grip coefficient

DAJBYCH, J. — GREČENKO, A. (Agrozet, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov): *Erkenntnisse über Fahreigenschaften von Hangmaschinen auf Grasböden*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2) : 65-80.

Es werden Verfahren und Methoden der Auswertung der Experimente und Meßergebnisse angeführt, die sich aus der Überprüfung und Präzisierung des neuen Auswertungsverfahrens der Hangtauglichkeit von Schleppern und Landmaschinen ergaben. Zur Messung auf den Grasböden dienten eine Mehrzweckhangmaschine und ein Schlepper; beide wurden vorn und hinten mit Anbaumaschinen gekoppelt. Es wurden sowohl die typischen schwierigen Fahrsituationen am Hang, z. B. eine U-Formkurve mit Anfahren von Gefällwechselnlinie und Bremsfähigkeit während der Fahrt von der Falllinie, als auch der Schräglauf der Achse der Maschine während der Fahrt entlang der Schichtlinie studiert und ausgewertet. Es werden auch Seitendeformationen von konventionellen Reifen und Terra-Reifen verfolgt. In der Beilage wird die Meßmethodik einiger Messungen beschrieben.

Hangmaschinen; Fahreigenschaften; Kraftschlußbeiwert

Adresa autorů:

Ing. Jiří Dajbych, doc. ing. Alexandr Grečenko, CSc., Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, 140 03 Praha 4 - Chodov

POUŽITIE METÓDY KONEČNÝCH PRVKOV PRI PROJEKTOVOM NÁVRHU RÁMU NADSTAVBY SAMOHYBNÉHO ZBERACIEHO VOZA

J. Šesták, P. Sklenka, L. Škulavík, D. Zvada

ŠESTÁK, J. — SKLENKA, P. — ŠKULAVÍK, L. — ZVADA, D. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Použitie metódy konečných prvkov pri projektovom návrhu rámu nadstavby samohybného zberacieho voza*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2): 81 — 98.

Rámy samohybných zberacích vozov sú základnými nosnými časťami, na ktoré sú montované technologické a regulačné skupiny splňajúce požadované operácie. Využitie metódy konečných prvkov k posúdeniu tuhosti a pevnosti rámu s aplikovanou výpočtovou technikou prispieva k racionalizácii a k zefektívneniu projektového návrhu, ako aj k následnému experimentálnemu overeniu. Počítačová simulácia je uskutočnená pre posúdenie tuhostných a pevnostných vlastností rámu zberacej nadstavby na seno, vyvíjanej vo VÚPT Rovinka. Výsledkom riešenia je deformácia konštrukcie vyvolaná príslušným vektorom zaťaženia, ako aj tenzor napätí na prvkoch.

rám; priestorové pretvorenie; tenzor napätí; metóda konečných prvkov

Problém navrhovania rámových konštrukcií samohybných poľnohospodárskych strojov vyhovujúcich súčasným požiadavkám exploatacie a opráv nie je v plnej miere vyriešený. Musíme tu prihliadať ku komplexu otázok vedeckého a výrobného charakteru, ako je napr. konštrukčné riešenie, použité materiály a profily, racionálne druhy spojov a vhodnosť opraviteľnosti.

Trvanlivosť rámových konštrukcií poľnohospodárskych strojov závisí od mnohých faktorov, z ktorých najdôležitejším je pôsobiace zaťaženie. Podľa charakteru pôsobenia tohto zaťaženia ho možno podľa Trufjakova a Sterenboga (1964) rozdeliť na statické a dynamické.

V konštrukciách rámov poľnohospodárskych strojov sa používajú profily valcované za tepla, ako aj ohýbané za studena a lisované. Pre nosníky ťažkých strojov sú používané zvarované profily zložitého tvaru. Vo väčšine prvkov sa však používajú uzatvorené profily štvorcového, obdĺžnikového alebo kruhového prierezu.

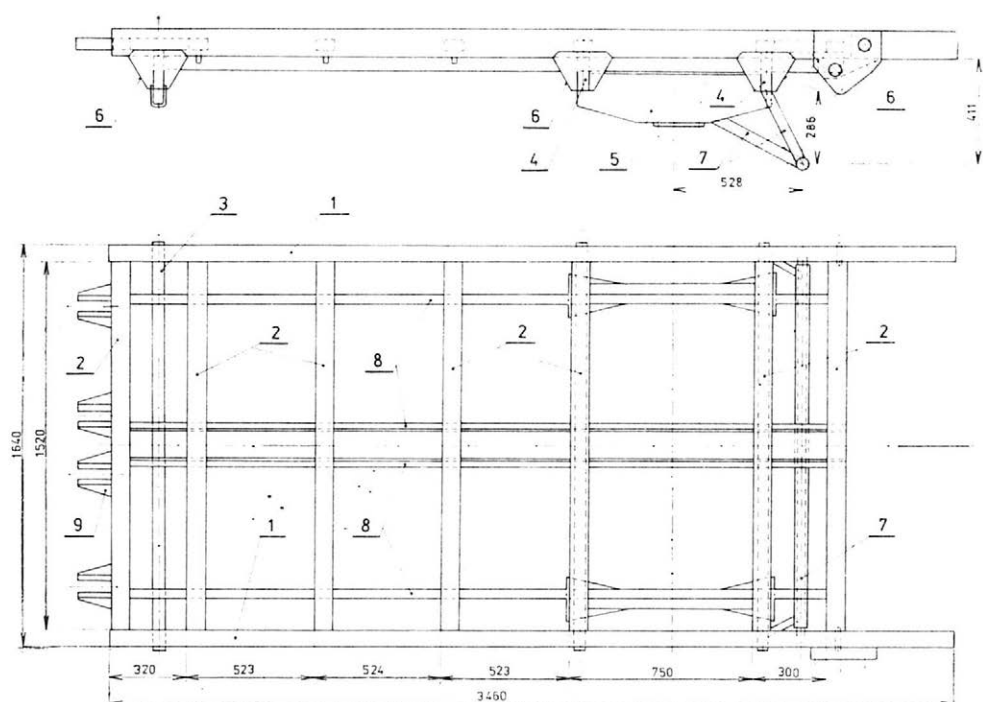
Z hľadiska pretvorenia konštrukcie sú podľa Bergmanna (1957) uhly skrútenia udávané v hodnotách od 3° až do 13° (podľa typu podložky).

V príspevku sme pre posúdenie tuhosti a pevnosti rámovej konštrukcie nadstavby zberacieho voza spracovali matematické postupy s využitím metódy konečných prvkov.

FORMULÁCIA ÚLOHY

Rám nadstavby zberacieho voza je priestorová prútová konštrukcia, ktorá podľa obr. 1 vytvára tri základné časti:

- nosný skelet pozostávajúci z dvoch zvarovaných pozdĺžnikov (1) profilu $100 \times 60 \times 3$ (ČSN 42 6936.1) a siedmich priečnikov (2) profilu $70 \times 60 \times 3$ (ČSN 42 6936.1);
- spojovacie nápravnice, pomocou ktorých je rám pripojený k univerzálnemu hnaciemu podvozku. Predná nápravnica vytvorená nosníkom profilu $70 \times 50 \times 3$ (ČSN 42 6936.1), ozna-



1. Rozmerová konštrukčná schéma rámovej konštrukcie — Diagram of the dimensions of frame structure

čená pozíciou (3), a zadná nápravnica zložená z dvoch priečnikov (4) profilu $70 \times 50 \times 3$ (ČSN 42 6936.1) a zo špeciálnych nosných planžiet (5) sú pripojené k nosnému skeletu pomocou pásičiek (6);

— technologické skupiny pozostávajúce zo závesu zberača a lisovacieho mechanizmu, označené pozíciou (7), vodiace dráhy reťazového dopravníka dna (8) a konzoly reťazových kladiek dopravníka dna (9).

Hlavným cieľom riešenia je posúdiť projektový návrh konštrukcie rámu — pre špecifikované vonkajšie zaťaženie spôsobené jednotlivými technologickými skupinami a náplňou korby — z hľadiska dovolenej pevnosti prvkov rámu, ako aj tuhosti konštrukcie, charakterizovanej jej priestorovým pretvorením (deformáciou). Získané parametre pevnosti prvkov sú podkladom pre následnú konštrukčnú možnú tvarovú a materiálovú optimalizáciu prvkov. Stanovené hodnoty pretvorenia konštrukcie sú podkladmi pre posúdenie vhodnosti pripojenia technologických skupín k rámu, najmä z hľadiska vzniku dodatočných montážnych predpätí funkčných prvkov týchto skupín.

VEKTOR VONKAJŠÍCH ZATAŽENÍ RÁMU

Zložky vektora vonkajšieho zaťaženia sú špecifikované použitou technológiou zberu. Táto technológia v klasickom usporiadaní samohybných zberacích vozov so zberacím a lisovacím mechanizmom za zadnou nápravou zahŕňa:

- zberač a lisovač,
- pohyblivý dopravník dna,
- nadstavbu.

Aktívne účinky skupiny zberača a lisovacieho mechanizmu v miestach pripojenia k rámu sú rešpektované sústredenými silami vyvolanými jednako hnacou dvojicou liso-

vacieho mechanizmu, jednako tiažou lisovacieho mechanizmu a zberača a tiažou ekvivalentu hmoty zberanej plodiny, ktorá zaplní zberač a lisovací mechanizmus. Nebrali sme do úvahy hnaciu dvojicu zberača, ktorá podľa našich zistení je menšia než 5 % z hnacej dvojice lisovacieho mechanizmu.

Vnútorne účinky refazového dopravníka dna sú zahrnuté v štyroch sústredených silách pôsobiach na nosnom priečniku v miestach ložísk vodiacich kladiek a v troch sústredených silách pôsobiach v miestach uloženia hnacieho hriadeľa, určených metódami pružných telies z hľadiska statickej neurčitosti.

Zložky spojených zaťažení sú vyvolané vlastnou tiažou nadstavby, tiažou náplne korby a tiažou dopravníka dna. Tieto tiaže sú zahrnuté v intenzite lineárne rozloženej sily v príslušných kontaktných dĺžkach, pričom sme nebrali do úvahy výplň dna.

Globálne uvažované zaťaženie a zložky vektora vonkajších účinkov na rámovú konštrukciu uvádzame v tab. I. Diskretizovaná rozmerová schéma rámovej konštrukcie s grafickým vyznačením zložiek vektora vonkajších zaťažení je na obr. 2. V schéme vyznačujeme aj väzbové podmienky v miestach pripojenia rámu na univerzálny hnací podvozok.

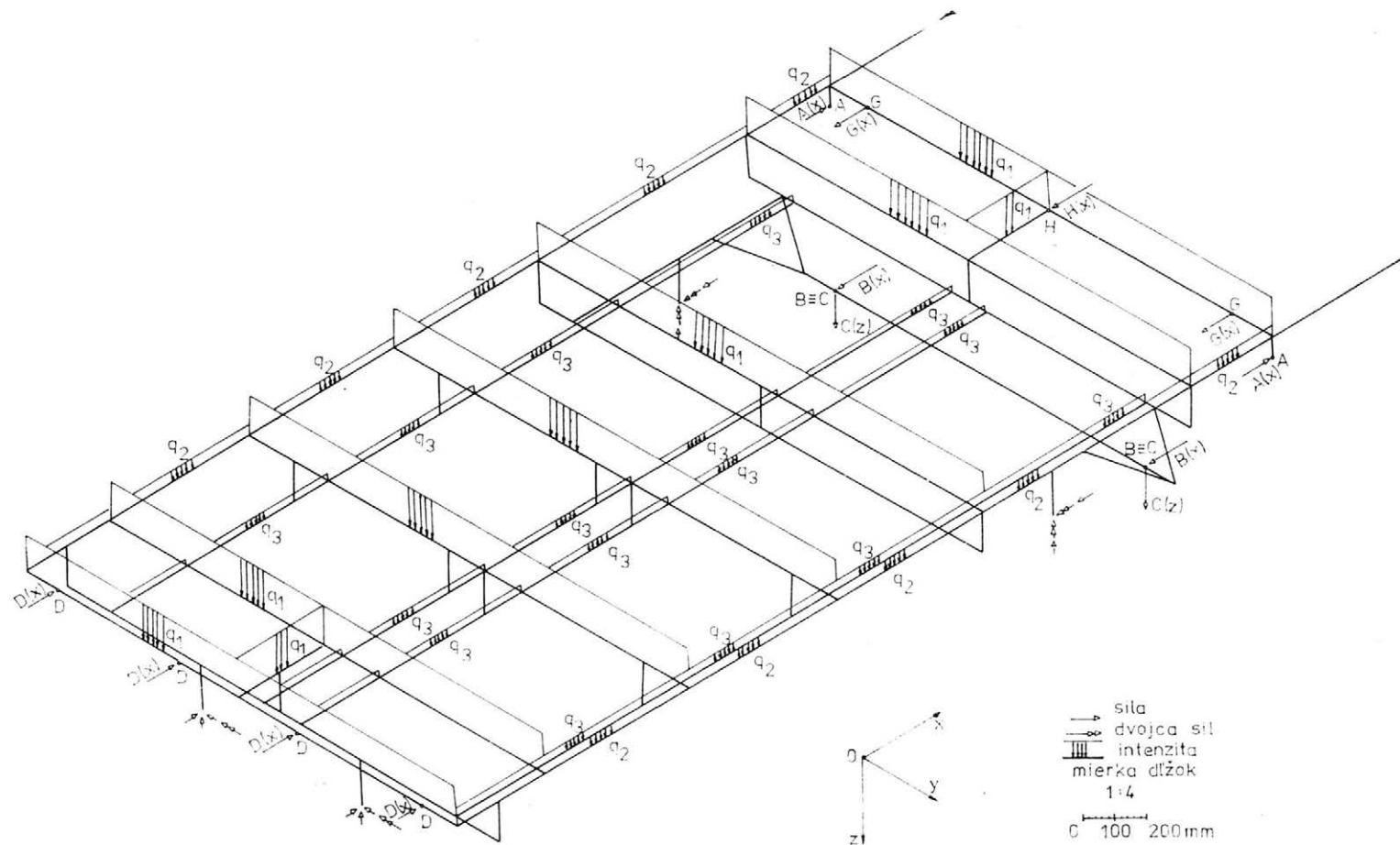
NÁHRADNÝ DISKRÉTNY MODEL RÁMU

Pre aplikáciu výpočtového postupu metódou konečných prvkov diskretizujeme reálnu konštrukciu do náhradného modelu. Predpokladáme pritom, že konštrukcia je lineárna — veľkosť napätia či posuvu v ktoromkoľvek bode je úmerná vonkajšiemu zaťaženiu. To je v našom prípade splnené pri rešpektovaní Hookovho zákona a za predpokladu dostatočne malých deformácií vo všetkých smeroch.

Sledovanú konštrukciu potom nahradzujeme sústavou prvkov známych vlastností, spojených v diskretných bodoch alebo v malých oblastiach, ktoré považujeme za body.

I. Zataženie a zložky vektora vonkajších účinkov — Load and the components of the vector of external effects

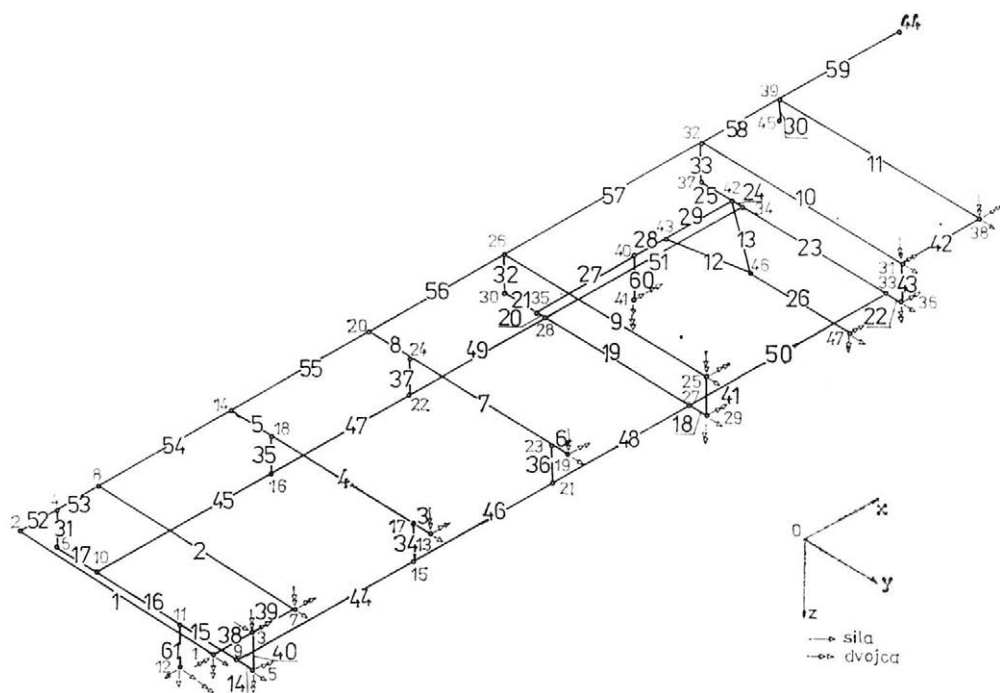
Názov skupiny	Zaťaženie		Zložky vektora				
	sila	dvojica	sila		spojité zaťaženie		
	[N]	[Nm]	poloha	[N]	dĺžka [m]	označenie	[Nm ⁻¹]
Lisovač	4 500	3000	A (x)	6 675			
Zberač	2 000		B (x)	— 6 675			
			C (z)	— 3 250			
Dopravník dna		1112,4	D (x)	2 000			
Hnané kladky	8 000		G (x)	— 8 189			
Hnacie kolesá	32 720		H (x)	— 16 341			
Náplň korby	17 000						
Tiaž hornej časti dopravníka dna	500				11,668	q_1	1500
Nadstavba	2 500				6,81	q_2	367
Tiaž dolnej časti dopravníka dna	500				9,24	q_3	54,11



2. Vektor vonkajších zatažení — The vector of external loads

II. Prierezové charakteristiky prvkov konštrukcie — Cross-section characteristics of the elements of the structure

Číslo prvku na modeli	Číslo skupiny	Plocha prierezu <i>A</i> <i>AY</i> <i>AZ</i>	Plošný moment zotrvačnosti <i>IT</i> <i>IY</i> <i>IZ</i>	Konštanty materiálu <i>E</i> <i>G</i>
[1]	[1]	[m ²]	[m ⁴]	[N . mm ⁻²]
52, 53, 54, 55, 56, 57	I.	9.240E-04 9.020E-04 9.190E-04	1.191E-06 1.262E-06 5.665E-07	210 000.0 80 770.0
44, 46, 48, 50	II.	1.710E-04 1.650E-04 1.650E-04	5.130E-10 1.460E-08 1.460E-08	210 000.0 80 770.0
45, 47, 49, 51	III.	1.710E-04 1.650E-04 1.650E-04	5.130E-10 1.460E-08 1.460E-08	210 000.0 80 770.0
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12	IV.	6.840E-04 6.795E-04 6.712E-04	5.219E-07 2.748E-07 4.680E-07	210 000.0 80 770.0
38, 39, 40, 41, 42, 43	V.	5.640E-04 5.576E-04 5.576E-04	3.115E-07 2.085E-07 2.085E-07	210 000.0 80 770.0
13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	VI.	6.840E-04 6.712E-04 6.795E-04	5.219E-07 4.680E-07 2.748E-07	210 000.0 80 770.0
8, 34, 35, 36, 37	VII.	9.000E-05 7.500E-05 7.500E-05	2.700E-10 6.750E-09 6.750E-11	210 000.0 80 770.0
31, 32, 33	VIII.	1.440E-03 1.380E-03 1.439E-03	3.109E-06 5.736E-06 1.180E-06	210 000.0 80 770.0
27, 28, 29	IX.	2.208E-03 1.989E-03 2.186E-03	9.871E-06 1.052E-05 5.022E-06	210 000.0 80 770.0
30	X.	1.400E-03 1.397E-03 1.267E-03	1.167E-08 1.759E-06 1.254E-06	210 000.0 80 770.0
60, 61	XI.	5.600E-02 5.540E-02 5.040E-02	3.500E-05 2.100E-05 2.100E-05	210 000.0 80 770.0



3. Rozmerová schéma náhradného modelu rámu — Diagram of the dimensions of the equivalent model of the frame

Všetkým prvkom je spoločný prevažujúci dĺžkový rozmer a spôsob pripojenia k ostatným prvkom v diskretných bodoch. Pomocou síl a posuvov v týchto bodoch — uzloch — je sprostredkovávanie aj vzájomné pôsobenie prvkov a sústavy.

Pretože v ďalšej počítačovej simulácii rešpektujeme symetrické statické vonkajšie účinky, používame pri výpočtoch polovicu náhradného diskretného modelu rámu. Tento model v rozmerovej schéme uvádzame na obr. 3.

III. Sústredené sily pôsobiace na prvky a uzly modelu — Concentrated forces acting on the elements and junctions of the model

Číslo prvku (uzla)	Poloha pôsobiska	Smer sily	Veľkosť sily
[1]	[m]	—	[kN]
1	0,122	XX	2,00
1	0,567	XX	2,00
11	0,637	XX	-8,19
26	0,350	XX	-6,67
26	0,350	ZZ	3,25
(38)	0,000	XX	-8,2
(45)	0,000	XX	6,70

IV. Spojité zaťaženie pôsobiace na prvky modelu — Continuous load acting on model elements

Číslo prvku	Dislokácia prvku		Smer zaťaženia	Hodnota zaťaženia prvku	
	začiatok	koniec		začiatok	koniec
[1]	[m]	[m]	—	[kNm ⁻¹]	[kNm ⁻¹]
1	0,000	0,790	ZZ	1,50	1,50
2	0,000	0,790	ZZ	1,50	1,50
3	0,000	0,063	ZZ	1,50	1,50
4	0,000	0,564	ZZ	1,50	1,50
5	0,000	0,163	ZZ	1,50	1,50
6	0,000	0,063	ZZ	1,50	1,50
7	0,000	0,564	ZZ	1,50	1,50
8	0,000	0,163	ZZ	1,50	1,50
9	0,000	0,790	ZZ	1,50	1,50
10	0,000	0,790	ZZ	1,50	1,50
11	0,000	0,790	ZZ	1,50	1,50
38	0,000	0,160	ZZ	1,50	1,50
39	0,000	0,160	ZZ	1,50	1,50
42	0,000	0,300	ZZ	1,50	1,50
44	0,000	0,680	ZZ	0,54	0,54
45	0,000	0,680	ZZ	0,54	0,54
46	0,000	0,520	ZZ	0,54	0,54
47	0,000	0,520	ZZ	0,54	0,54
48	0,000	0,520	ZZ	0,54	0,54
49	0,000	0,520	ZZ	0,54	0,54
50	0,000	0,750	ZZ	0,54	0,54
51	0,000	0,750	ZZ	0,54	0,54
52	0,000	0,160	ZZ	0,37	0,37
53	0,000	0,160	ZZ	0,37	0,37
54	0,000	0,520	ZZ	0,37	0,37
55	0,000	0,520	ZZ	0,37	0,37
56	0,000	0,520	ZZ	0,37	0,37
57	0,000	0,750	ZZ	0,37	0,37
58	0,000	0,300	ZZ	0,37	0,37
59	0,000	0,475	ZZ	0,37	0,37

Prierezové charakteristiky prvkov konštrukcie, ktoré zodpovedajú prvkom náhradného modelu, zoskupené podľa analogických tvarov prierezov ako aj podľa ekvivalentov konštrukčne zložitých prierezov, uvádzame súborne v tab. II.

Väzby rámu v miestach pripojenia na univerzálny hnací podvozok pritom alternujeme prvkami a dostatočne vysokými parametrami prierezov a materiálovými konštantami.

Zložky vektora vonkajšieho zaťaženia náhradného diskrétného modelu rámu, pôsobiace na prvky a uzly v tvare počítačového vstupu, sú v tab. III a IV.

MATEMATICKÝ POSTUP RIEŠENIA

Pri riešení lineárnych úloh predpokladáme, že deformácie sú v porovnaní s rozmermi sústavy malé. To znamená, že môžeme písať podmienky rovnováhy s použitím rozmerov nedeformovanej sústavy a že rozmerové zmeny sústavy, vyvolané zaťažením, neovplyvnia znateľne ich platnosť. Princíp superpozície stanovuje, že napätie a deformácie vyvolané v sústave v dôsledku celého radu zaťažení sa dajú získať ako súčet prírastkov od jednotlivých zaťažení.

Zaťaženie a posunutie jednotlivých častí, ale aj celej sústavy, musia spĺňať základné rovnice pružnosti:

- podmienky rovnováhy,
- podmienky kompatibility,
- vzťahy medzi napätím a deformáciami.

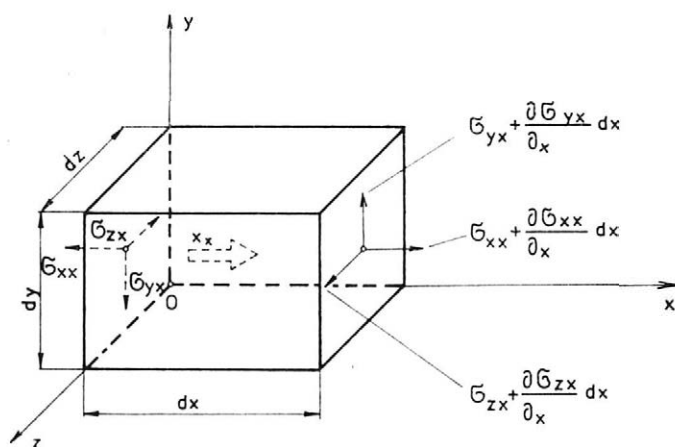
Podmienky rovnováhy

musia platiť pre každú ľubovoľne malú časť telesa, preto sa pri ich odvodení (Höschl, 1971; Elsgoïc, 1965) často vychádza z rovnováhy infinitezimálneho elementu objemu telesa (obr. 4).

Potom dostávame túto sústavu diferenciálnych rovníc:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} + x_x &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{yz}}{\partial z} + x_y &= 0 \\ \frac{\partial \sigma_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{zz}}{\partial z} + x_z &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

kde: x_x, x_y a x_z — objemové sily (napr. zotrvačné účinky, tiažové účinky atď.)



4. Definícia podmienok rovnováhy — Definition of equilibrium conditions

Rovnice sú odvodené za predpokladu, že priebeh napätia je v sledovanej oblasti spojitý a že zanedbávame momentové účinky síl pôsobiacich na elementárny objem. Kinematické vzťahy

(vzťahy medzi posunutiami a pretvoreniami) sú podmienkou zachovania spojitosti telesa. Prírastky u_x, u_y, u_z súradníc x, y, z po deformácii telesa sa nazývajú posunutia. Ak nemá byť porušená spojitost telesa, musia byť posunutia u_x, u_y, u_z spojitými funkciami súradníc. Obecné možno šesť zložiek pretvorenia vyjadriť pomocou troch posunutí (platí len pre malé deformácie, avšak bez ohľadu na platnosť Hookovho zákona):

$$[e] = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \\ e_4 \\ e_5 \\ e_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e_{xx} \\ e_{yy} \\ e_{zz} \\ e_{xy} \\ e_{yz} \\ e_{zx} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial u_x}{\partial x} \\ \frac{\partial u_y}{\partial y} \\ \frac{\partial u_z}{\partial z} \\ \frac{\partial u_y}{\partial x} + \frac{\partial u_x}{\partial y} \\ \frac{\partial u_z}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial z} \\ \frac{\partial u_x}{\partial z} + \frac{\partial u_z}{\partial x} \end{bmatrix} \quad (2)$$

kde: e_{xx}, e_{yy}, e_{zz} — normálové pretvorenia; pre šmykové pretvorenia platí $e_{ij} = e_{ji}$

Rovnice vlastností materiálu

(vzťahy medzi napätím a pretvoreniami): Ak je uvažovaná sústava tvorená pružnými izotropickými telesami zaťaženými tak, že napätie je lineárnou funkciou pretvorenia, platí zobecnený Hookov zákon, ktorý pre trojrozmernú napätosť môže byť zapísaný takto:

$$[e] = [\psi] [\sigma] \quad (3)$$

kde: $[e]$ — stĺpcový vektor pretvorenia, definovaný vzťahom (2), vektor napätia $[\sigma]$ a matica elastických činiteľov ψ sú:

$$[\sigma] = \begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \\ \tau_{xy} \\ \tau_{yz} \\ \tau_{zx} \end{bmatrix}, [\psi] = \frac{1}{E} \begin{bmatrix} 1 & -\mu & -\mu & 0 & 0 & 0 \\ -\mu & 1 & -\mu & 0 & 0 & 0 \\ -\mu & -\mu & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2(1+\mu) \end{bmatrix} \quad (4)$$

V priestore prvku konštrukcie definujeme lokálne súradnice, v ktorých určíme jeho pevnostné a elastické parametre.

Pre posúdenie konštrukcie ako celku zavedieme vhodné globálne súradnice. Ďalej určíme vzťah medzi vonkajšími silami $[F]$ a posuvmi uzlov $[U]$ v tvare

$$[F] = [C_p] [U] \quad (5)$$

kde: $[C_p]$ — matica tuhosti prvku v lokálnych súradniciach

Pritom predpokladáme, že posuvy $[u]$ vnútorných bodov telesa závisia jedine od polohy týchto bodov a od posuvu uzlov $[U]$. Túto závislosť vyjadríme rovnicou

$$[u] = [A] [U] \quad (6)$$

v ktorej matica $[A]$ obsahuje prvky, ktoré sú jedine funkciou polohy. Z poslednej rovnice, ako aj zo známych vzťahov medzi pretvorením a posuvmi, môžeme nájsť takú maticu $[B]$, že platí:

$$[\varepsilon] = [B] [U] \quad (7)$$

Pre zobecnený tvar Hookovho zákona pre izotropický materiál

$$[\sigma] = [E] [\varepsilon] \quad (8)$$

dostaneme nakoniec vzťah pre maticu tuhosti prvku v lokálnych súradniciach v tvare

$$[C_p] = \int_V [B^T] [E] [B] dV \quad (9)$$

kde: $[B^T]$ — transponovaná matica k matici $[B]$

Pre rozbor konštrukcie zostavíme maticu tuhosti konštrukcie za predpokladu, že je zložená z prvkov rovnakého typu. Analogicky ako pri zostavovaní matice tuhosti prvku v lokálnych súradniciach predpokladáme, že platí

$$[F_k] = [C_k] [U_k] \quad (10)$$

Pre jednoznačnosť riešenia zavedieme väzbu medzi globálnymi súradnicami q_j a súradnicami $\bar{U}_j$, ktoré sú rovnobežné s osami globálneho súradného systému, vzťahom:

$$[q] = [T] [\bar{U}] \quad (11)$$

Pre maticu tuhosti konštrukcie — globálnu maticu tuhosti — nakoniec máme:

$$[C] = [T^T] [C_k] [T] \quad (12)$$

Pre šesť podmienok kompatibility (v posunutíach a pootočeníach) vedie riešenie konštrukcie v konečnom dôsledku na systém N lineárnych algebraických rovníc v tvare

$$[C] [\Delta] = [F] \quad (13)$$

kde: $[\Delta]$ — globálny vektor deformácie

$[F]$ — globálny vektor zaťaženia

Rovnice boli riešené Gaussovou eliminačnou metódou. Podmienky kompatibility sú zabezpečené pomocou algoritmu kódových čísiel, ktoré sú priradené jednotlivým uzlom.

Po výpočte deformácie uzlov v globálnej súradnej sústave vypočítame pomocou transformácie (11) a jej prenosu do priestoru prvku lokálne deformácie uzlov a z rovnice (5) silové účinky pôsobiace v uzloch na jednotlivé prvky alebo použitím rovnice

$$[\sigma] = [E] [B] [U] \quad (14)$$

priamo napätia.

V analytickom vyjadrení zo zložiek stanoveného vektora vnútorných účinkov (N , Q_y , Q_z , M_T , M_y , M_z) bol napätostný stav prvkov vyhodnotený šmykovým a normálovým napätím.

Šmykové napätie bolo stanovené rovnicou

$$\tau = \frac{Q_i \cdot S_i}{b \cdot I_i} + \frac{M_T}{W_T} \quad (15)$$

normálové napätie podľa vzťahu:

$$\sigma = \frac{M_i}{W_i} + \frac{N}{A_i} \quad (16)$$

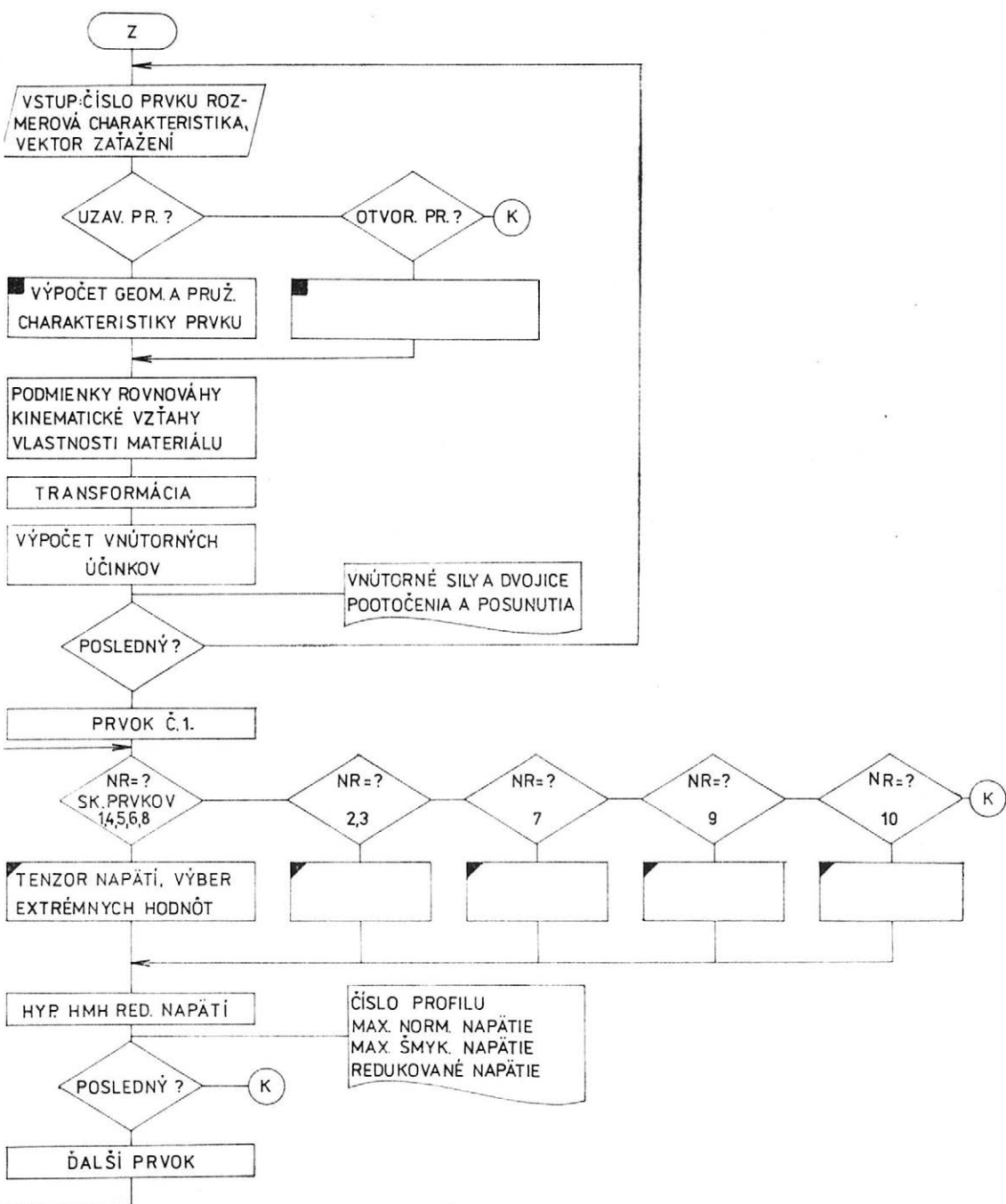
kde: $i = y, z$

Numerická simulácia napätia bola uskutočnená pre algebraické hodnoty extrémov a spracovaná do hodnoty redukovaného napätia z hypotézy pevnosti najväčšej pretvárateľnej práce podľa Hubera, Missesa a Hencka (HMH) v tvare:

$$\sigma_{\text{red}} = \pm \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} \quad (17)$$

V. Komplexný vektor pretvorenia niektorých vybraných prvkov konštrukcie — The complex vector of the deformation of selected structural elements

Číslo uzla	Posunutie v smere osi			Pootočením okolo osi		
	X	Y	Z	X	Y	Z
[1]	[mm]			[rad]		
9	-0,09	-0,00	0,04	0,15	-1,25	0,15
10	0,02	0,00	0,21	-0,71	-0,44	-0,07
11	-0,00	-0,00	0,00	-0,16	-0,00	0,32
12	0,00	0,00	0,00	-0,16	0,00	0,32
13	-0,02	0,00	1,80	0,00	-0,19	0,00
14	0,07	0,00	0,48	1,68	0,32	0,05
15	-0,16	-0,20	1,79	6,36	-1,65	-0,30
16	0,01	-0,07	0,82	-0,89	-0,63	-0,09
17	-0,02	0,00	1,79	0,41	-0,19	0,04
18	0,06	0,00	0,82	2,27	0,16	0,13
19	-0,52	0,00	1,70	0,00	2,37	0,00
20	0,07	-0,00	0,08	1,20	1,00	-0,04
21	-0,22	-0,20	1,68	5,71	2,74	0,32
22	0,01	-0,08	0,70	-0,44	2,24	0,09
23	-0,52	-0,00	1,69	0,36	2,37	0,08
24	-0,33	-0,00	0,70	2,71	2,51	0,45
25	-0,19	0,00	0,00	0,00	-0,68	0,00
26	0,06	-0,00	-0,24	0,16	-0,29	0,12
27	-0,28	-0,00	-0,00	0,20	-0,58	0,20
28	0,01	-0,01	-0,27	0,11	-0,63	0,11
29	-0,28	0,00	0,00	0,00	-0,64	0,00



5. Zovšeobecnený algoritmus výpočtu — Generalized algorithm of the calculation

METODICKÝ POSTUP

Pre počítačovú simuláciu pevnostných a tuhostných parametrov prvkov a konštrukcie sme spracovali:

- zložky vektora vonkajších účinkov, zahrnuté do sústredených väzbových síl v miestach uloženia technologických skupín na ráme;
- rozmerový náhradný diskretný model;
- prierezové a materiálové charakteristiky prvkov náhradného modelu rámu.

Výpočtové postupy boli uskutočnené metódou konečných prvkov podľa programu SET.

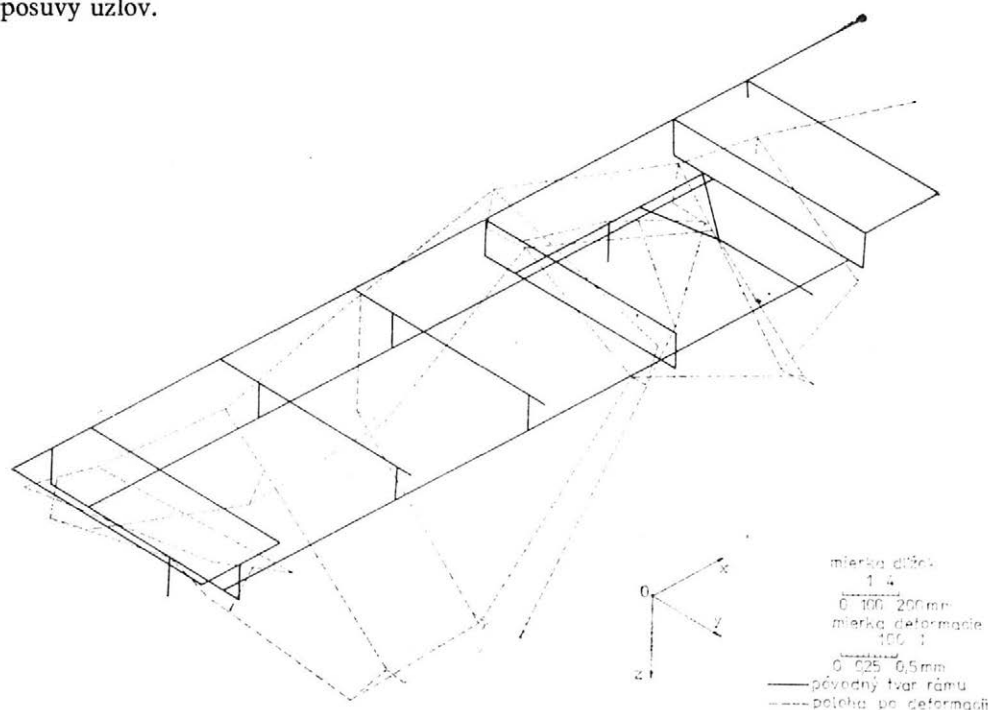
Výstupmi počítačovej simulácie sú hodnoty vnútorných síl a dvojíc, napätia prvkov, posúdené redukovaným napätím, posunutie a pootočenie uzlov.

Zovšeobecnený algoritmus výpočtu uvádzame v schéme na obr. 5.

VÝSLEDKY A VYHODNOTENIE

Na základe zostaveného programu sme vypočítali v smere definovanej súradnej sústavy posunutie a pootočenie uzlov diskretizovaného náhradného modelu, ktorými je zobrazené priestorové pretvorenie konštrukcie z hľadiska jej tuhosti. Komplexný vektor pretvorenia, stanovený v lokálnej súradnej sústave uzlov (prvkov) pre vybrané prvky slúžiace k väzbám na základný podvozok, uvádzame v tvare počítačového výstupu v tab. V.

Pre praktické posúdenie vyznačujeme na obr. 6 aj priestorové pretvorenie náhradného modelu rámu. Z dôvodov prehľadnosti uvádzame v tomto obrázku jedine lineárne posuvy uzlov.



6. Priestorové pretvorenie konštrukcie — Structural deformation

VI. Zafazujúce a napätostné stavy niektorých vybraných prvkov konštrukcie — The load and stress states of selected structural elements

Číslo prvku	Poloha prierezu na prvku	Vnútorne sily			Vnútorne dvojice			Redukované napätie
		<i>N</i>	<i>QY</i>	<i>QZ</i>	<i>MT</i>	<i>MY</i>	<i>MZ</i>	
[1]	[m]	[kN]			[kNm]			[MPa]
9	0,00	0,37	0,49—	0,49—	0,34—	0,03—	0,21—	18,976
9	0,79	0,37	0,49—	0,84	0,12—	0,17	0,18	29,466
10	0,00	1,52	1,85	0,05	0,15	0,14	0,74	70,302
10	0,79	1,52	1,85	1,14—	0,15	0,29—	0,72—	82,450
11	0,00	5,27—	0,30—	0,78—	0,05	0,15	0,36	48,273
11	0,64	5,27—	0,30—	0,18	0,05	0,04—	0,17—	24,058
11	0,64	5,27—	8,49—	0,18	0,05	0,04—	0,17—	49 246
11	0,79	5,27—	8,49—	0,41	0,05	0,00	1,13	98,167
12	0,00	10,71—	3,22—	0,22	0,35	0,12—	0,40—	61,656
12	0,44	10,71—	3,22—	0,22	0,35	0,03—	1,01	101,058
13	0,00	9,91	3,74	1,17	0,53	0,31—	0,37	84,850
13	0,29	9,91	3,74	1,17	0,53	0,03	0,72—	96,425
14	0,00	0,80	2,23—	2,29—	0,17—	0,31	0,07	33,282
14	0,06	0,80	2,23—	2,29—	0,17—	0,17	0,21	27,048
15	0,00	0,78	1,50	2,56—	0,23—	0,17	0,22	33,890
15	0,23	0,78	1,50	2,56—	0,23—	0,43—	0,13—	44,171
16	0,00	1,62—	0,40	1,77	0,06	0,13—	0,00	16,337
16	0,33	1,62—	0,40	1,77	0,06	0,46	0,13—	38,379
17	0,00	1,62—	0,15	1,56	0,03	0,38—	0,02	31,710
17	0,16	1,62—	0,15	1,56	0,03	0,13—	0,00	14,274
18	0,00	2,33	0,49	0,34	0,04—	0,32—	0,17—	27,744
18	0,06	2,33	0,49	0,34	0,04—	0,30	0,20—	26,271
19	0,00	2,30	0,73—	1,10	0,00	0,30—	0,20	26,024
19	0,56	2,30	0,73—	1,10	0,00	0,33	0,22	28,250
20	0,00	2,28	1,11—	1,59	0,04	0,32	0,21	28,598
20	0,04	2,28	1,11—	1,59	0,04	0,38	0,25	32,897
21	0,00	0,27—	1,33	6,18	0,12—	0,41—	0,15	43,291
21	0,13	0,27—	1,33	6,18	0,12—	0,38	0,02—	41,870
22	0,00	0,35	6,02—	1,28	0,28	0,47—	0,56—	46,370
22	0,06	0,35	6,02	1,28	0,28	0,39—	0,18—	41,943

Číslo prvku	Poloha prierezu na prvku	Vnútorne sily			Vnútorne dvojice			Redukované napätie
		<i>N</i>	<i>QY</i>	<i>QZ</i>	<i>MT</i>	<i>MY</i>	<i>MZ</i>	
[1]	[m]	[kN]			[kNm]			[MPa]
23	0,00	0,37	0,69 –	1,35	0,24	0,38 –	0,18	39,045
23	0,56	0,37	0,69 –	1,35	0,24	0,38	0,20	39,045
24	0,00	0,38	0,18 –	1,55	0,27	0,38	0,20	41,391
24	0,04	0,38	0,18 –	1,55	0,27	0,43	0,20	44,089
25	0,00	3,46	3,81	0,52	0,23 –	0,08	0,32	25,240
25	0,13	3,46	3,81	0,52	0,23 –	0,14	0,17 –	27,501
26	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,54	0,79	41,162
26	0,35	0,53	0,00	0,00	0,00	0,54	0,79	41,162
26	0,35	0,53	6,67	3,25 –	0,00	0,54	0,79	42,377
26	0,66	0,53	6,67	3,25 –	0,00	0,47 –	1,30 –	37,312
27	0,00	0,21 –	2,55	7,78	0,03	0,15	0,41	19,838
27	0,38	0,21 –	2,55	7,78	0,03	3,11	0,56 –	36,237
28	0,00	10,67 –	2,55	4,28 –	0,68	3,22	0,28 –	44,892
28	0,11	10,67 –	2,55	4,28 –	0,68	2,73	0,57 –	41,944
29	0,00	2,20 –	0,66 –	10,85 –	0,16	2,61	0,66 –	33,643
29	0,26	2,20 –	0,66 –	10,85 –	0,16	0,18	0,49 –	25,084

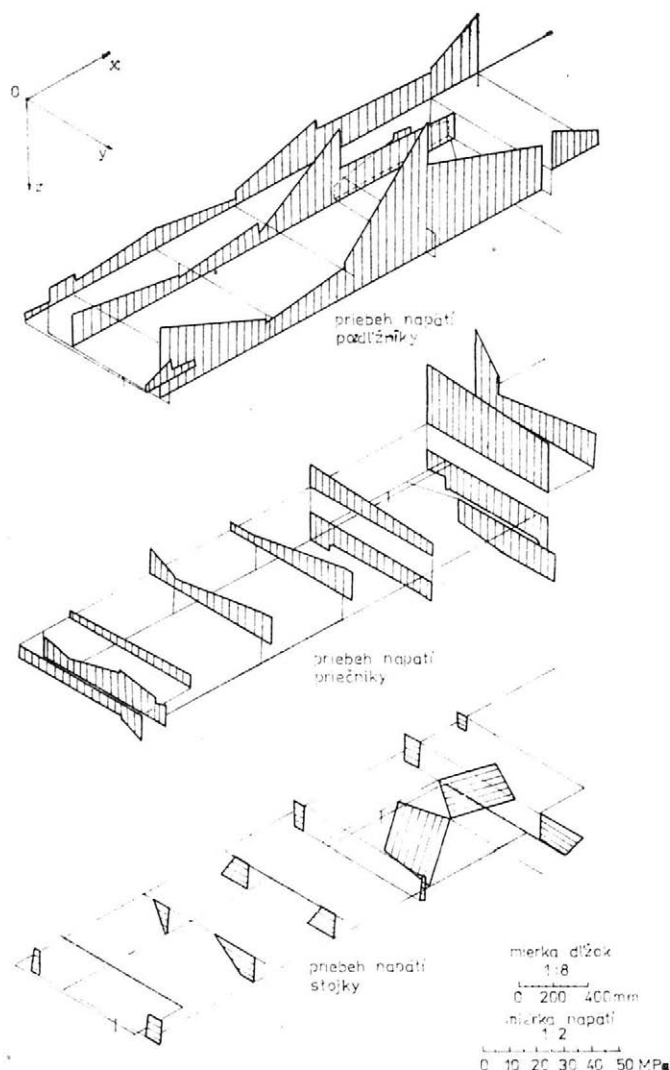
Pre posúdenie pevnosti prvkov konštrukcie sme vo zvolených diskretných polohách prvkov vypočítali prierezové zložky vnútorných účinkov, a to osovú silu prvku, sily spôsobujúce posuv v horizontálnej a vertikálnej rovine, ako aj ohybové dvojice pôsobiace v smeroch lokálneho systému súradníc prvkov. Na základe týchto parametrov a podľa prvkov uvedených postupov boli vo zvolených polohách na jednotlivých prvkoch vypočítané hodnoty redukovaného napätia. Komplexnú výstupnú počítačovú zostavu, analogickú podmienkam uvedeným v tab. V, uvádzame v tab. VI.

K technickej orientácii priebehu napätia na jednotlivých prvkoch konštrukcie sme spracovali grafickú interpretáciu, ktorú vyznačujeme na obr. 7. Z dôvodov prehľadnosti je priebeh napätia dislokovaný na pozdĺžne a priečne prvky a na stojky.

ZÁVER

Pre zhodnotenie projektových návrhov rámov poľnohospodárskych strojov z hľadiska pevnosti a tuhosti bol spracovaný obecné platný algoritmus s využitím metódy konečných prvkov. V našom prípade ide o pevnosť a tuhosť rámu nadstavby na seno pre samohybný zberací voz.

Uskutočnená počítačová simulácia, ktorej výsledkom je priestorové pretvorenie konštrukcie a stav napätosti, je podkladom pre následnú materiálovú a tvarovú racionalizáciu prvkov, ako aj pre technológičnosť pracovných skupín a agregátov.



7. Priebeh napätí v prv-
koch konštrukcie — The
stress in structural ele-
ments

Použitie označenia

$[A_i \dots, B_i \dots] = \text{N, kN}$

$[q_i] = \text{kNm}^{-1}$

$[A] = \text{m}^2$

$[I] = \text{m}^4$

$[E] = \text{MPa}$

$[G] = \text{MPa}$

$[\nu] = 1$

$[N] = \text{kN}$

$[Q_i] = \text{kN}$

$[M_i] = \text{kNm}$

$[x, y, z] = \text{mm, rad.}$

$[\sigma, \tau] = \text{MPa}$

$[x_i] = \text{kNm}^{-3}$

$[W] = \text{m}^3$

$[S_i] = \text{m}^3$

$[b] = \text{m}$

zaťažujúce sily

spojité zaťaženie

priezová plocha

plošný moment zotrvačnosti

YOUNGOV modul

modul pružnosti v šmyku

Poissonovo číslo

osová sila

vnútorné sily

vnútorné dvojice

posunutie, pootočenie

napätia

objemové sily

priezový modul

statický moment plochy

šírka profilu

Literatúra

BERGMANN, W.: Festigkeitsprobleme für den Konstrukteur beim Entwurf von sperrigen Maschinenelementen. Konstruktion, XII, 1957, č. 3, s. 85-89.

ČSN 42 6933. Tenkostěnné profily ocelové uzavřené — obdélníkové. Rozměry. 1977.

EISGOŁC, L. E.: Variační počet. Praha, SNTL 1965.

HÖSCHL, C.: Pružnost a pevnost ve strojnictví. Praha, SNTL 1971.

TRUFJAKOV, V. I. — STERENBOGEN, J. A.: Uсталост i chрупkoe razrušenja svarnych sojedinenij. Voprosy mehaničeskoj uсталosti. Moskva, MAŠGIZ 1964, s. 52-58.

Došlo dňa 4. 6. 1984

ШЕСТАК, И. — СКЛЕНКА, П. — ШКУЛАВИК, Л. — ЗВАДА, Д. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Применение метода конечных элементов в разработке проекта рамы платформы самоходных тележек-подборщиков. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2): 81-98.

Ра́мы самоходных тележек-подборщиков представляют собой основные опорные части, на базе которых смонтированы технологическо-манипуляционные, выполняющие заданные операции узлы. Применение метода конечных элементов для оценки упругости, прочности рамы с помощью вычислительной техники помогает улучшать и повышать эффективность разработанного проекта, а также проводить в последующем необходимые для проверки испытания. Имитация при помощи ЭВМ служит для оценки показателей упругости и прочности рамы платформы сеноподборщика, опытная разработка которого проводится Научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной техники, Ровинка. Решение вопроса включает не только деформацию конструкции как результат действия соответствующей векторной величины нагрузки, а также тензор напряжения элементов.

рама; пространственная деформация; тензор напряжения; метод конечных элементов

ŠESTÁK, J. — SKLENKA, P. — ŠKULAVÍK, L. — ZVADA, D. (University of Agriculture, Nitra): *The Use of the Finite Element Method for Designing the Frame of the Self-Loading Trailer Body*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2): 81-98.

The frames of self-loading trailers are the basic carrying parts on which the other technological and adjustable units are mounted to perform the required operations. The use of the method of finite elements for the evaluation of the rigidity and strength of the frame, including the use of computer technology, contributes to the rationalization and effectiveness of project design; it also helps to simplify the subsequent testing. Computer simulation is aimed at evaluating the rigidity and strength of the frame of the hay body developed in the Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka. The result of the solution is the determination of structural deformation caused by the respective load vector, and determination of the tensor of stress on the elements.

frame; structural deformation; stress tensor; finite element method

ŠESTÁK, J. — SKLENKA, P. — ŠKULAVÍK, L. — ZVADA, D. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Anwendung der Methode der endlichen Elemente beim Projektvorschlag des Rahmens des Aufbaus eines selbstfahrenden Ladewagens*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2): 81-98.

Die Rahmen der selbstfahrenden Ladewagen sind die Grundtragteile, auf welche technologische und Positionsgruppen, die die geforderten Arbeitsgänge erfüllen, montiert werden. Ausnutzung der Methode der endlichen Elemente zur Beurteilung der Rahmensteifigkeit und Rahmenfestigkeit mit angewandter Rechentechnik trägt zur Rationalisierung und Effektivität des Projektvorschlages, sowie auch zur folgenden experimentellen Überprüfung bei. Die Rechensimulation wird für die Beurteilung von Steifigkeits- und Festigkeitseigenschaften des Rahmens des Heu-

aufbaus des Ladewagens verwirklicht, die im VÚPT Rovinka entwickelt wird. Das Lösungsergebnis bildet die Konstruktionsformänderung, die durch den zuständigen Belastungsvektor hervorgerufen wurde, sowie auch die Spannungstensor auf den Elementen.

Rahmen; Raumformänderung; Spannungstensor; Methode der endlichen Elemente

Adresa autorov:

Doc. ing. Jozef Šesták, CSc., ing. Peter Sklenka, CSc., prom. ped. Ladislav Škulavík, CSc., ing. Daniel Zvada, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, ul. Gard. pluk Gagua 10, 949 01 Nitra

F. Sinek

SINEK, F. (Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov): *Charakter podtlaku v dojicích zařízeních*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2) : 99-114.

Je popsán charakter podtlaku ve dvou druzích typických dojicích zařízeních při dojení. Zavádí se dosud nepoužívaný způsob vyjádření průběhu podtlaku pomocí empirických distribučních funkcí rozdělení podtlaku, který vychází z naměřených hodnot průběhu podtlaku. Potvrdilo se, že podtlak v dojicím zařízení má náhodný charakter. Tato náhodnost se projevuje na zdraví dojnice a je s ní třeba počítat i při hodnocení dojicích zařízeních. V práci jsou shrnuty poznatky o podtlakových poměrech v typických místech dojicích zařízeních. Cílem tohoto shrnutí bylo zdůraznit proměnnost podtlaku v místech, kde se připojují dojící stroje, a z ní plynoucí rozsah kolísání podtlaku v podstrukové komoře a ukázat možnosti současných technických řešení dojicích zařízeních. Bylo důsledně použito statistických charakteristik jako adekvátního aparátu pro vyjádření podtlakových poměrů v dojicím zařízení. Rozdělení podtlaku v dojicím zařízení nelze dobře aproximovat normálním rozdělením. Jeho distribuční funkci však lze velmi dobře nahradit lomenou přímkovou čarou. Tento poznatek zatím nemá jednoznačnou fyzikální interpretaci. V práci jsou uvedeny některé dílčí poznatky a souvislosti s parametry dojicích zařízeních a některými vnějšími vlivy.

dojící zařízení; stabilita podtlaku; rozdělení podtlaku; distribuční funkce rozdělení podtlaku

Jedním ze základních kritérií při hodnocení funkce dojícího zařízení je jeho schopnost udržet podtlak po dobu dojení na stanovené výši. Stabilita podtlaku při dojení se všeobecně považuje za prospěšnou a nové normy a předpisy určují nejvyšší přípustné hodnoty kolísání podtlaku. Úsilí o stabilizaci podtlaku naráží na různé provozní a ekonomické překážky (dá se říci, že technické problémy samy o sobě nejsou rozhodující). Existuje nesmírné množství prací o vlivu dojícího zařízení na zdravotní stav dojníc. Jejich výsledky si někdy i odporují; problém je komplexní, s velkým množstvím činitelů, jejichž vlivy lze obtížně izolovat. Většina prací se zatím více soustřeďuje na to, jaký by podtlak při dojení měl být. Tato práce podává výsledky experimentálních prací, jejichž cílem bylo zjistit, jaký podtlak v průběhu dojení u různých typů dojicích zařízeních skutečně je, v závislosti na konstrukčním provedení těchto zařízení a na úrovni obsluhy. Důsledně používá statistických charakteristik, protože dojení je do značné míry náhodný proces a průběh podtlaku v každém místě podtlakové soustavy má náhodný charakter. Vlastním cílem této práce je ukázat, s jakým průběhem podtlaku lze v dojicím zařízení počítat, jak se od sebe v tomto ohledu liší různé typy dojicích zařízeních a jak se může u těchto zařízení projevit kvalita práce dojiče.

Z širšího hlediska chce tato práce přispět k hlubšímu pohledu na průběh podtlaku při dojení a shromáždit podklady pro exaktnější a objektivnější metody hodnocení jak dojicích zařízeních, tak práce obsluhy, které bude nutné do budoucna vyvinout.

METODIKA

Práce vychází z výsledků experimentálních prací uskutečněných na vybraných zařízeních při dojení krav. Výběr byl ovlivněn snahou postihnout základní a typická dojící zařízení používaná ve velkovýrobních technologiích. Vychází z československé produkce, pro kterou jsou charakteristické tyto typy:

1. potrubní dojící zařízení pro vazné stáje;
2. dojící zařízení dojíren s odměrnými nádobami.

Tyto typy představují rozhodující vybavení našich stájí a dojíren a současně tvoří výrobní program československého zemědělského strojírenství. Ve druhé skupině není třeba rozlišovat mezi

I. Popis sledovaných vybraných typů dojících zařízení a způsobu (kvality) dojení

Číslo	Typ	Popis a základní parametry dojícího zařízení				
		popis dojícího zařízení	nominální podtlak (kPa)	počet a výkon vývěv (m ³ /h)	délka a Ø mléčného okruhu (m—mm)	počet dojících stání
1.00	potrubní zařízení pro vazné stáje	mléčný a podtlakový okruh odděleny, každý s vlastní vývěvou; mléčné potrubí ve výšce 2000 mm nad podlahou stání obsahuje stoupačky 1060 mm vysoké, tvoří uzavřenou smyčku; přerušovač podtlaku	56,0	2 40 + 40	127 25	—
2.00		vývěva společná pro oba okruhy; mléčné potrubí 1958 mm nad podlahou stání obsahuje stoupačky 812 mm vysoké, tvoří uzavřenou smyčku; přerušovač podtlaku	56,7	1 40	140 34	—
3.00		mléčný a podtlakový okruh spojeny u vývěv; mléčné potrubí ve výšce 2000 mm nad podlahou stání tvoří smyčku uzavírající se v nádobě čerpadla ve stáji; stoupačka jen v jedné větvi — výška stoupačky 990 mm	52,0	2 40 + 60	120 34	—
4.00		dojí se do odměrných nádob posouvavých po drážce ve dvojicích, obsah nádob se vyprazdňuje do potrubí, které slouží jen k dopravě mléka, při dojení jsou nádoby připojeny k jinému potrubí; horní okraj nádob 1190 mm nad podlahou stání	52,0	2 60 + 60	—	—
5.00	zařízení dojíren	rybinová dojírna se skleněnými odměrnými nádobami, 2 × 5 stání; 10 nádob o objemu 30 l; doprava mléka z dojírny čerpadlem; horní okraj nádob 650 mm nad podlahou stání; jednotkové elektromagnetické pulsátory	50,0	1 80	—	2 × 5

- *) A — velmi dobrá obsluha, podtlak neklesá; B — průměrná obsluha; C — špatná obsluha —
 **) došlo se od čerpadla postupně ke konci okruhu

mobilním a stacionárním uspořádáním, neboť z hlediska tématu není podstatný rozdíl mezi mobilním a stacionárním uspořádáním dojcích stání (za předpokladu, že jejich vybavení je jinak stejné). Sledované alternativy jsou podrobně popsány v tab. I. Při dojení byl registrován podtlak ve významných místech mléčného okruhu jako spojitý signál. K registraci sloužily snímače tlaku, zkonstruované na principu elektrických odporových tenzometrů. Záznamy se pro účely dalšího zpracování diskretizovaly s dostatečně vysokou frekvencí vzorkování dva nebo padesát vzorků za sekundu (v závislosti na typu záznamu; při použití smyčkových oscilografů je frekvence vzorkování nižší, při použití magnetofonů vyšší). Pracovní podmínky obsluhy se při měření pokud možno nelišily od běžných podmínek, obsluha pracovala tak, jak byla zvyklá. Normativní způsob práce dojičů z hlediska kolísání podtlaku zatím není definován. Proto byla úroveň jejich činnosti klasifikována pomocným způsobem ve čtyřech stupních: A — velmi dobrá, bez tvorby poklesů podtlaku;

— Description of the studied milking machine types and ways (quality) of milking

		Způsob a průběh dojení				
přísávací ventil	popis způsobu dojení	trvání záznamu (sec)	počet dojících souprav	počet dojičů	*) klasifikace způsobu dojení	
ano 50,7	dojila zkušená obsluha bez zvláštních pokynů běžným způsobem; byl zaznamenán průběh jednoho celého večerního dojení; nižší dojivost dojníc	5400	6	3	B	
ne pouze otvor	záznam jednoho celého večerního dojení; dojila průměrná obsluha; každá dojička obsluhovala vždy jen jednu dojící soupravu; nižší dojivost dojníc	5400	5	5	B	
ne pouze otvor	dojila zkušená obsluha; byla zaznamenána dvě večerní dojení; dojí se symetricky na obou větvích od přísávacího otvoru směrem k vývěvám; dojivost podprůměrná	5400	8	3	3.00-B 3.10-A	
ne	dojila podprůměrná obsluha; bylo zaznamenáno jedno celé večerní dojení; délka záznamu podtlaku v nádobě a v místě jejího připojení k potrubí odpovídá době podojení jedné dojnice cca 6 min**))	4068	4	1	C	
ne	záznam podojení pětice dojníc; v průběhu dojení byly nasazovány soupravy a bylo zahájeno dojení u druhé (sousední) pětice					
		2.10	313	10	1	B
		2.20	195	10	1	A
		2.30	164	10	2	B-C
		2.40	263	10	2	C

— velká přísátá množství vzduchu způsobená obsluhou

B — průměrná; C — špatná, s častým přísáváním vzduchu a z toho plynoucími poklesy podtlaku při dojení; D — extrémně špatná, nekvalifikovaná. Tento dosti subjektivní způsob hodnocení se vztahuje pouze k té části činnosti dojiče, která ovlivňuje podtlak při práci (zejména při manipulaci s dojicími stroji a soupravami).

Zpracováním souborů vzorků diskretizovaných signálů vznikly základní statistické charakteristiky: střední hodnota, směrodatná odchylka, rozdělení vzorků do tříd — rozdělení třídních četností a součtové křivky třídních četností. Pro zobrazení těchto součtových četností je výhodné použít zvláštní, tzv. pravděpodobnostní, papír, i ehož vodorovná osa má lineární stupnici, zatímco svislá osa má pravděpodobnostní (Gaussovu) stupnici.

STABILITA PODTLAKU V DOJICÍM ZAŘÍZENÍ

Zatím nebylo jednoznačně prokázáno, že absolutní stabilizace podtlaku v podstrukových komorách dojicích souprav je nezbytná. Dosud provedené práce, jejichž dílčí souhrn podávají Thiel aj. (1977), dokazují, že prokazatelně škodlivá jsou hlavně nepravidelná kolísání v průběhu dojení.

Z rozboru funkce podtlaku v dojicím zařízení vyplývá, že existují tři skupiny příčin nepravidelných poklesů:

1. nepravidelné uvolňování a doprava mléka — záleží na typu a uspořádání zařízení, počtu dojených zvířat, dojivosti i na pracovním postupu;

2. způsob a kvalita práce obsluhy — dojič může svým zásahem značně ovlivnit podtlakové poměry; vzhledem k omezeným schopnostem současných levných regulátorů může dosavadní dojicí zařízení vyrovnávat špatnou obsluhu jen v omezeném rozsahu;

3. parametry dojicích zařízení — dojicí zařízení reaguje na provozní situace a změny nedokonale, obvykle jde o systém s jednoduchou regulací, úměrnou ceně výrobku.

Světový trend směřuje postupně k vyšší stabilizaci podtlaku při dojení. Jsou známa některá jednoduchá konstrukční opatření, která kolísání účinně omezují. Existující normy a předpisy zatím určují meze kolísání podtlaku při dojení v místech, v nichž lze jednoduše a jednoznačně určit podmínky, za kterých se má velikost kolísání zjišťovat. To je obvykle v těch místech mléčného okruhu, ve kterých se připojují dojicí stroje, tj. např. v mléčném potrubí potrubních zařízení ve stáji, nebo v odměrných nádobách u zařízení dojíren apod.

Zásadní překážkou plného uplatnění statistických charakteristik při hodnocení průběhu podtlaku je skutečnost, že vyjadřují všechny tři uvedené zdroje kolísání, které zatím nelze oddělit. Proto se statistické metody uplatňují spíše při výzkumu a vývoji dojicích zařízení. Pro jejich využití při zkoušení a hodnocení by bylo nutné nějakým způsobem normalizovat obsluhu a zatížení stroje mlékem, aby bylo možné objektivně porovnávat např. stabilitu podtlaku pomocí velikosti směrodatné odchylky záznamu podtlaku v průběhu dojení.

Podtlak jako spojitá nepravidelně proměnná funkce času $p(t)$ může být charakterizován buď hustotou pravděpodobnosti $f(x)$, nebo distribuční funkcí rozdělení pravděpodobnosti $F(x)$, pro které platí základní vztahy (Hátle a Likeš, 1972):

$$F(x) = P(p \leq x) \quad (1)$$

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t) \cdot dt \quad (2)$$

kde: $P(p \leq x)$ — pravděpodobnost jevu uvedeného v závorce

Z elementární statistiky je známé, že distribuční funkce $F(x)$ vyjadřuje pravděpodobnost, že náhodná veličina p nabude hodnoty menší než rovné x . Dále platí

$$0 \leq F(x) \leq 1 \quad (3)$$

Distribuční funkce je neklesající funkcí. Z definice $F(x)$ plyne také

$$P(x_1 < p \leq x_2) = F(x_2) - F(x_1) = \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx \quad (4)$$

což znamená, že pravděpodobnost, že náhodná veličina p nabude hodnot z intervalu (x_1, x_2) , je rovna rozdílu hodnot distribuční funkce $F(x)$ v krajních bodech tohoto intervalu a také je rovna velikosti plochy pod křivkou hustoty pravděpodobnosti $f(x)$ mezi x_1 a x_2 .

Záznamy podtlaku se diskretizují a takto získaný výběrový soubor se bere za výchozí pro další zpracování. Diskrétní hodnoty p_i , $i = 1, \dots, N$ se pak rozdělí do tříd, jejichž třídní znak (střed třídy) je p'_k , $k = 1, \dots, l$, kde N je celkový počet vzorků a l počet tříd. Ve vztahu k délce záznamu T platí

$$T = \Delta t \cdot N = \frac{N}{f} \quad (5)$$

kde: Δt — časový interval vzorkování

$f = \frac{1}{\Delta t}$ — frekvence vzorkování

Aproximace distribuční funkce a hustoty pravděpodobnosti se získají takto (viz např. Likeš a Machek, 1983): Celkový počet všech vzorků (N) se rozdělí do tříd podle velikosti, N_k je pak počet vzorků v k -té třídě, neboli absolutní četnost. Přirozeně musí

$$\sum_{k=1}^l N_k = N.$$

Čísla

$$n_k = \frac{N_k}{N} \quad (6)$$

$$k = 1, \dots, l$$

jsou tzv. relativní četnosti, splňují podmínku $\sum_{k=1}^l n_k = 1$ a jsou nestrannými odhady pravděpodobností výskytu hodnot o velikosti odpovídající k -té třídě.

Vynesením velikostí n_k nad příslušnými p'_k vznikne histogram. Histogram $h(p'_k)$ je odhadem hustoty $f(p'_k)$.

Odhadem distribuční funkce je empirická distribuční funkce F_n , která se určí např. z kumulativních (součtových) četností. Její hodnota pro $p = p_k$ je

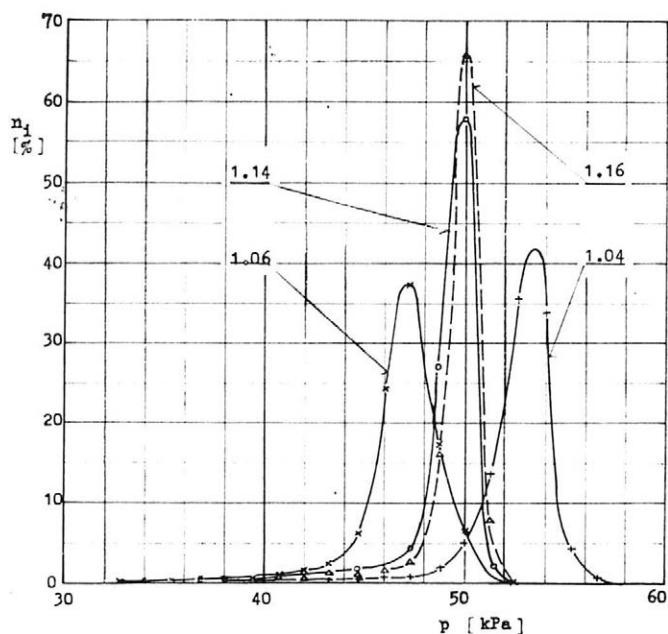
$$F_n(p_k) = \sum_{j=1}^k n_j \quad (7)$$

Při zakreslování do grafu má smysl vynášet jen body $p_k, F_n(p_k)$.

Pro pochopení širšího obsahu takto určených charakteristik podtlaku v dojícím zařízení je třeba připomenout, že ze vzorce (5) plyne, že třídní četnost n_k je současně mírou doby, po kterou se v součtu vyskytoval při dojení podtlak o velikosti $p_{k-1} < p \leq p_k$, a kumulativní četnost je mírou doby, po kterou se vyskytoval podtlak menší než p_k nebo roven p_k .

Je jisté zřejmé, že z hlediska potřeby popsat a hodnotit podtlak v dojícím zařízení jednoznačně definovanými ukazateli mají tyto charakteristiky velký informační obsah.

Hustota pravděpodobnosti i distribuční funkce se v řadě praktických aplikací dají vyjádřit analyticky. Toto analytické vyjádření obsahuje zpravidla několik volných para-

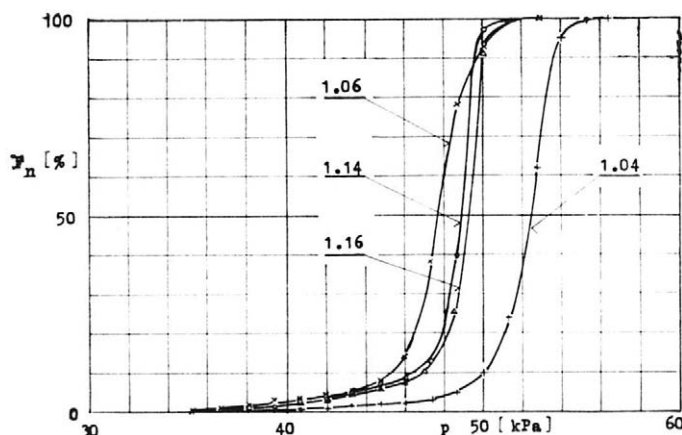


1. Typické tvary rozdělení četností podtlaku v různých místech potrubního dojitího zařízení — Typical approximations of frequency curves of vacuum at different places of the pipeline milking machine

metrů, jejichž konkrétní hodnoty jim dávají jednoznačný tvar. Z praktických důvodů se počet parametrů rozdělení omezuje pokud možno na dva až tři (Kropáč, 1978). Tyto parametry mívají svůj jednoznačný aplikační význam (např. u normálního rozdělení, které má dva parametry, je jeden z nich parametrem polohy, druhý parametrem rozptylu).

Je známe, že rozdělení podtlaku v dojitím zařízení při dojení se neřídí podle zákona normálního rozdělení. Dosud však není určen ani typ rozdělení, ani jeho parametry. Typické průběhy rozdělení podtlaku a příslušných aproximací empirických distribučních funkcí ukazují obr. 1 a 2.

Ukazuje se (Sinek, 1982), že empirické distribuční funkce rozdělení podtlaku lze velmi dobře aproximovat součtem dvou normálních rozdělení. Zatím však jde o formální náhradu, která dává velmi dobrou shodu. Není ovšem dosud nijak doloženo, že taková náhrada má odůvodnitelnou praktickou fyzikální interpretaci.



2. Aproximace empirických distribučních funkcí podtlaku v různých místech potrubního dojitího zařízení — Approximations of the empirical distribution functions of vacuum at different places of the pipeline milking machine

CHARAKTER PODTLAKU V TYPICKÝCH MÍSTECH ZÁKLADNÍCH DOJICÍCH ZAŘÍZENÍ

Sledovaná dojící zařízení jsou podrobněji popsána v tab. I. Místa, v nichž byly umístěny snímače tlaku, které měřily podtlak vůči barometrickému tlaku, jsou popsána v tab. II.

Získané empirické distribuční funkce nedávají pro transformaci ani do jednoho ze známých technických rozdělení natolik lineární průběh, aby bylo možné je některým z nich aproximovat. Pouze v normálním pravděpodobnostním papíře mají až na nepatrné výjimky všechny dosud získané průběhy pozoruhodný, po částech lineární tvar, a to většinou jednou lomený, někdy také dvakrát lomený. Uváží-li se, že jde o výsledek hodnocení reálných dějů, jsou odchylky od lineárních průběhů v obr. 3 až 9 malé. Empirické distribuční funkce jsou v těchto obrázcích vyneseny pouze body; proložené lomené čáry naznačují jejich aproximaci nějakým analytickým výrazem.

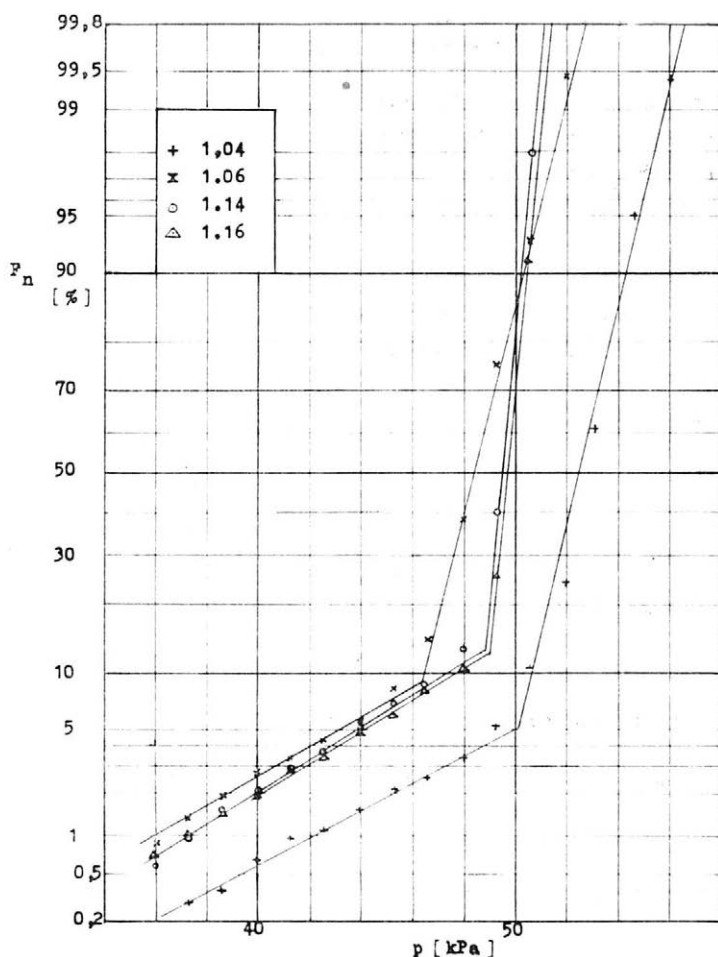
II. Označení a popis míst, ve kterých byl registrován průběh podtlaku při dojení (u jednotlivých typů dojících zařízení, popsaných v tab. I) — Specification of the places where vacuum was recorded during milking (in milking machine types described in Tab. I)

Označení	Měřené místo — popis
1.04	u regulačního ventilu mléčného okruhu
1.06	pod stoupačkou mléčného okruhu
1.14	u čtvrtého dvojzávěru od konce mléčného okruhu
1.16	u přísávacího ventilu mléčného okruhu
2.04	u regulačního ventilu
2.06	pod stoupačkou mléčného okruhu
2.14	u čtvrtého kohoutu od konce mléčného okruhu
2.15	na konci mléčného okruhu u přísávacího otvoru
3.03, 3.13	v odměrné nádobě čerpadla
3.04, 3.14	u regulačního ventilu
3.05, 3.15	uprostřed dojící části mléčného okruhu ve větvi bez stoupačky
3.07, 3.17	na konci mléčného okruhu u přísávacího otvoru
3.09, 3.19	uprostřed dojící části mléčného okruhu ve větvi se stoupačkou
4.04*)	u regulačního ventilu
4.16, 4.26, 4.36	v odměrné nádobě
4.46, 4.56, 4.66	
4.12, 4.22, 4.32	v podtlakovém okruhu v místě okamžitého připojení odměrných nádob
4.42, 4.52, 4.62	
5.12, 5.22	v páté (nejvzdálenější) odměrné nádobě od vývěvy
5.32, 5.42	
5.13, 5.23	na konci odsávacího potrubí (potrubí, kterým se odsává mléko z odměrných nádob)
5.33, 5.43	
5.14, 5.24	u regulačního ventilu
5.34, 5.44	

*) 4.04 odpovídá celému dojení, ostatní alternativy 4 pouze podojení jedné dojnice

Je typické, že zlom v lineární aproximaci empirické distribuční funkce je u zařízení tohoto typu v oblasti jejich nízkých hodnot: často kolem 10 %, výjimečně nad 20 %. To znamená, že převládá jev (děj) s výrazně normálním rozdělením a vždy s vyšší směrodatnou odchylkou, než je hodnota zjištěná z celého souboru. Větev s nižším počtem zastoupených hodnot je zřetelně méně strmá a patří těm třídám, do kterých spadají nejnížší hodnoty mající původ ve velkých poklesech podtlaku. Z praxe je známé, že největší poklesy odpovídají velkému přísávání vzduchu do potrubí, k čemuž dochází tehdy, jsou-li dojicí soupravy špatně nasazovány a snímány, spadnou-li z vemene nebo porušili se náhle těsnost instalace.

Pořadí aritmetických průměrů středních hodnot odpovídá skutečnému stavu v zařízení při dojení. Tvar empirické distribuční funkce způsobuje, že střední hodnota celého souboru je menší, než odpovídá souřadnici průsečíku aproximace této funkce s úrovní 50 %. Tomu v obr. 3 patří hodnoty $p_{1.04} = 52,5$ kPa, $p_{1.06} = 48,3$ kPa, $p_{1.14} = 49,4$ kPa a $p_{1.16} = 49,6$ kPa. Porovnáním s údaji v tab. III, v níž jsou hodnoty vypočtené, je vidět velikost tohoto rozdílu. Např. pro průběh 1.04, což je podtlak u regulačního ventilu potrubního zařízení se stoupačkami a s přísávacím ventilem, se regulační ventil seřídil na 56 kPa a přísávací ventil na 50,6 kPa. Při konfrontaci s obr. 3 je vidět, že jen

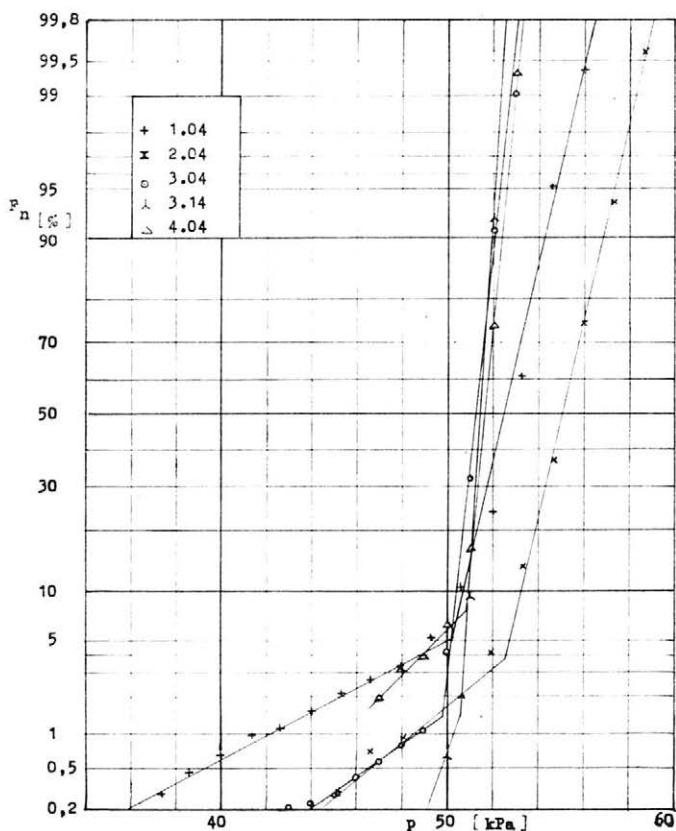


3. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro alternativy č. 1.00 (tab. I a II) — The empirical distribution functions and their approximations for variants no. 1.00 (Tabs. I and II)

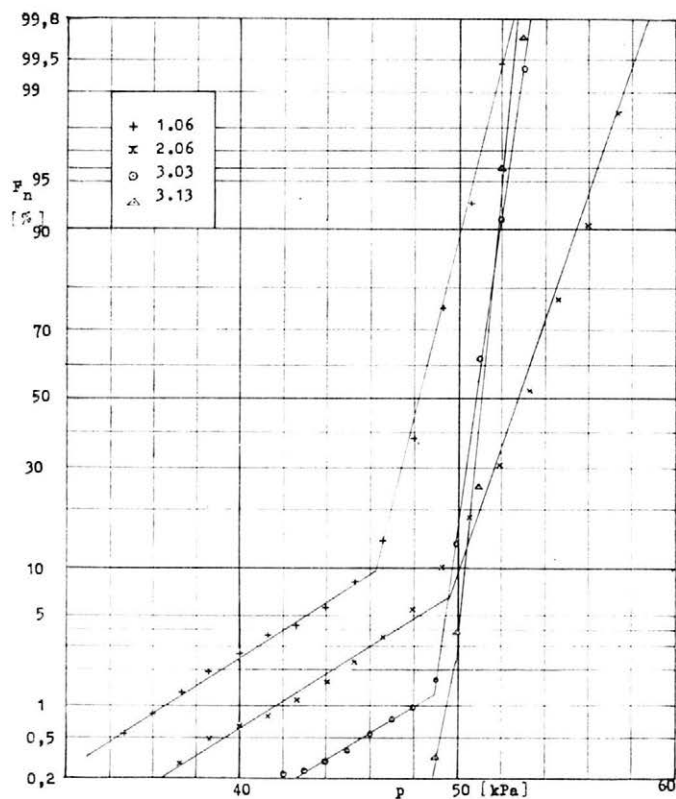
III. Základní statistické charakteristiky typických průběhů podtlaku při dojení (podle alternativ popsanych v tab. I a II) — The basic statistical characteristics of typical vacuum pattern during milking (according to variants described in Tabs. I and II)

Alternativa	$\bar{p}$	σ	$F_n L$	Alternativa	$\bar{p}$	σ	$F_n L$
	kPa	kPa	%		kPa	kPa	%
1.04	52,4	2,04	5,0	4.32	51,0	0,50	0,2
1.06	48,0	2,52	9,0	4.36	50,8	0,50	6,0
1.14	48,8	2,39	12,5	4.42	51,4	0,30	0,2
1.16	49,1	2,40	12,2	4.46	51,4	0,40	5,0
2.04	54,8	2,77	3,7	4.52	51,1	0,40	0,2
2.06	54,1	1,47	6,0	4.56	51,0	0,50	4,0
2.14	52,6	3,07	30,0	4.62	51,1	0,20	0,2
2.15	50,7	3,83	25,0	4.66	50,9	0,40	2,0
3.04	51,2	0,50	1,4	5.14	49,9	0,78	22,0
3.03	51,0	0,60	1,3	5.13	49,8	0,85	23,0
3.05	50,2	1,70	21,0	5.12	50,2	0,85	23,5
3.07	49,9	2,00	24,0	5.24	50,2	0,65	18,0
3.09	48,9	2,70	40,0	5.23	49,8	0,70	19,0
3.14	51,5	0,40	1,4	5.22	50,3	0,69	17,0
3.13	51,3	0,50	2,4	5.34	49,6	1,03	42,0
3.15	50,5	2,00	20,0	5.33	49,4	1,12	45,0
3.17	50,2	2,30	24,0	5.32	49,5	1,12	45,0
3.19	48,8	2,80	42,0	5.44	49,9	1,83	53,0
4.04	51,6	0,70	7,6	5.43	49,4	2,02	53,0
4.12	50,8	0,60	3,5	5.42	49,9	1,92	52,0
4.16	50,8	0,90	9,0				
4.22	50,7	0,50	5,0				
4.26	50,5	0,50	9,0				

asi 0,5 % hodnot zjištěných u regulačního ventilu je vyšších než 56 kPa, což je logické, neboť při práci je v tomto místě podtlak vždy nižší než hodnota nastavená při chodu naprázdno. Tímto způsobem seřízení je zaručeno, že v 95 % případů je k dispozici hladina podtlaku vyšší, než je nominálních 50,6 kPa atd. Podobných informací lze vyčíst z obr. 3 i z dalších velké množství. Sklon přímky aproximující normální rozdělení v pravděpodobnostním papíře je úměrný velikosti směrodatné odchylky. Ze sklonu strmější větve, tvořené převládajícím počtem vzorků, jsou velmi dobře vidět rozdíly mezi jednotlivými místy mléčného okruhu, např. příznivý vliv (dobrého) přísávacího ventilu na stabilitu podtlaku v konci mléčného okruhu se stoupačkami.

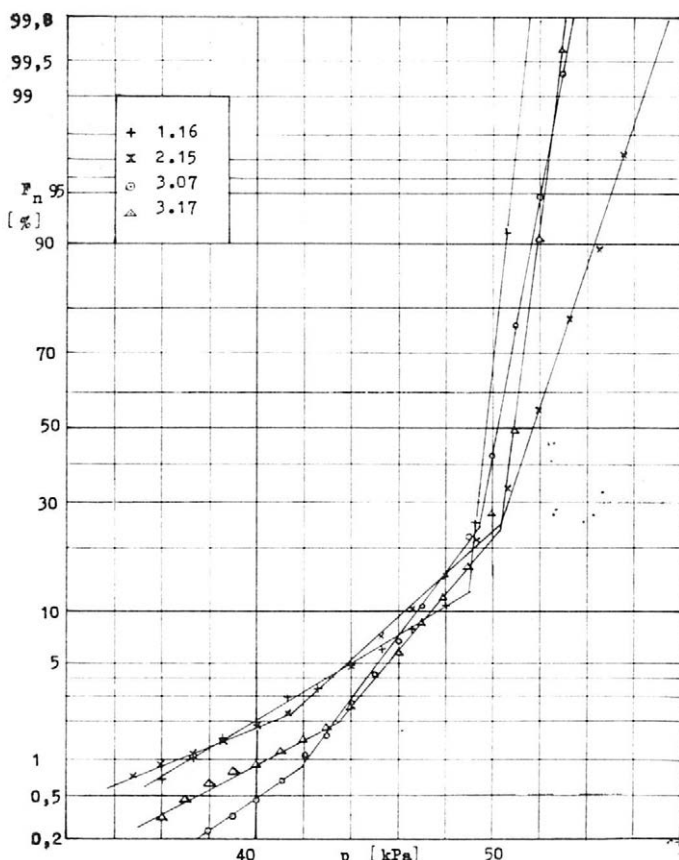


4. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro rozdělení podtlaku u regulačních ventilů potrubních dojících zařízení různých alternativ (podle tab. I a II) — The empirical distribution functions and their approximations for vacuum distribution in the vacuum regulators of the pipeline milking machines in different variants (according to Tabs. I and II)



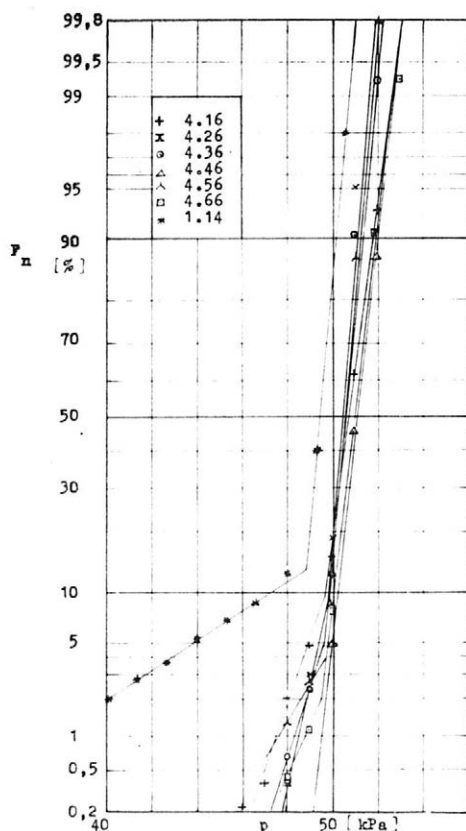
5. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro rozdělení podtlaku na začátku dojících větví mléčných okruhů potrubních dojících zařízení (pod stoupačkami, resp. v nádobách čerpadel) — The empirical distribution functions and their approximations for vacuum distribution at the beginning of the milking parts of the pipeline milking machines (below the rising parts or in pump jars)

6. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro rozdělení podtlaku na konci mléčných okruhů potrubních dojitčích zařízení (u přísávacích prvků) — The empirical distribution functions and their approximations for vacuum distribution at the end of the milking lines of pipeline milking machines (at the suction elements for air admission)



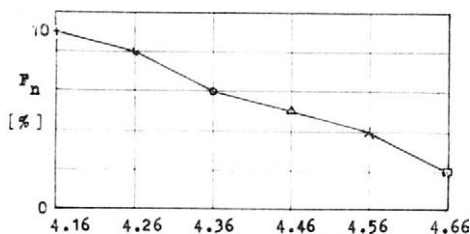
I když tlakovou ztrátu na stoupačce lze eliminovat zvýšením hladiny podtlaku u vývěvy (viz 1.04 vers. 2.04 v obr. 4), na kolísání to vliv nemá, neboť to je vždy u zařízení se stoupačkou výrazně vyšší. Význam vyřazení stoupaček dokumentují průběhy 3.04, 3.14 a 4.04. Sklon všech tří aproximací je ve strmější části téměř stejný a výrazně vyšší než u alternativ 1.04 a 2.04. U zařízení s čerpadlem je navíc velmi malá souřadnice zlomu, cca 1,4 %. Podobně lze interpretovat i závislosti uvedené v obr. 5.

U těch potrubních dojitčích zařízení, která mají od vývěvy v nejbližším místě smyčky mléčného potrubí umístěn místo přísávacího ventilu přísávací otvor, nastává v průběhu empirické distribuční funkce, v místech blízkých přísávacím prvkům, dvojitá zalomení (obr. 6). Přesto, že jsou porovnávána dojitčích zařízení odlišná (alt. 2.15 je zařízení se stoupačkami, alt. 3.07 a 3.17 nemají stoupačky, ze stáje dopravuje mléko čerpadlo), jsou souřadnice bodu zlomu mezi střední a pravou částí překvapivě blízké a poměrně vysoké — cca 24 %. Pravděpodobně se zde uplatňuje odlišný tvar závislosti průtočného množství vzduchu na podtlaku obou přísávacích prvků. Přísávací ventil jako dokonalejší prvek má tuto závislost strmou a pod určitou hodnotou podtlaku se uzavírá, zatímco přísávací otvor přísává stále a závislost průtoku vzduchu na podtlaku je v rozmezí pracovních hodnot podtlaku výrazně plochá. Pokud jde o kolísání podtlaku, ukazuje i obr. 6, že přísávací otvor je u zařízení se stoupačkami nevhodný (1.16 vers. 2.15). U zařízení, které stoupačky neobsahuje, přísávací ventil být nemusí.



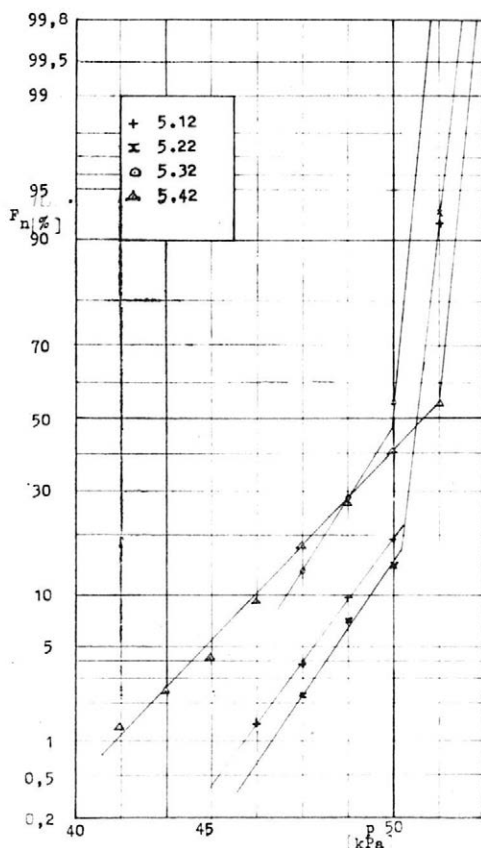
7. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro rozdělení podtlaku v odměrných nádobách dojícího zařízení pro vazné stáje (pro porovnání vynesena i alternativa č. 1.14) — The empirical distribution functions and their approximations for vacuum distribution in the jars of the milking parlours (variant no. 1.14 plotted for comparison)

Výrazná stabilizace podtlaku nastává u zařízení, u něhož se nedojí přímo do potrubí, ale do nádob, ze kterých se mléko odsává až po podojení dojnice. Protože při dojení je nádoba připojena na podtlakový, nikoli na mléčný okruh, je stabilita podtlaku velmi vysoká, blízká klasickému konvovému dojení. Ale i zde si empirická distribuční funkce rozdělení podtlaku v odměrných nádobách zachovává lomený tvar (obr. 7). Tak, jak se odměrná nádoba se snímačem podtlaku při práci vzdalovala od vývěvy (resp. od nádoby čerpadla) a blížila se ke konci okruhu, snižuje se neustále souřadnice bodu zlomu. Lépe je tato tendence zachycena v obr. 8. Pořadí číslování alternativ na místě za desetinnou



8. Závislost souřadnice bodu zlomu F_n^L aproximace empirické distribuční funkce rozdělení podtlaku v nádobách dojícího zařízení pro vazné stáje na vzdálenosti měřené nádoby od vývěvy. Jednotlivé alternativy představují přibližně rovnoměrný přesun měřicí nádoby podél okruhu od čerpadla ke konci větve — The relation of the co-ordinate of inflection point F_n^L of the approximation of the empirical distribution function of vacuum in the jars of the pipeline milking machine to the distance of the measured jar from the vacuum pump. The variants represent a shift of the jar along the circuit from the pump towards the end of the line

9. Empirické distribuční funkce a jejich aproximace pro rozdělení podtlaku v odměrné nádobě dojícího zařízení dojřen s 2 × 5 dojícími stánými (blíže tab. I) — The empirical distribution functions and their approximations for vacuum distribution in the jar of the milking parlours with 2 × 5 milking stalls (cf. Tab. I)



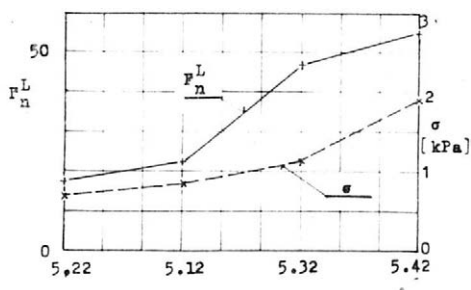
tečkou odpovídá postupně pořadí dojení, a tudíž je ukazatelem polohy nádoby; vodorovná stupnice na obr. 8 vyjadřuje pouze pořadí, neodpovídá v měřítku vzdálenostem jednotlivých stání, ve kterých se dojilo.

O tom, jaký je podtlak při dojení do odměrných nádob v podtlakovém okruhu, ke kterému jsou nádoby připojeny, nejlépe vypovídá tab. III. Stabilita podtlaku je zde ještě vyšší než v nádobách a střední hodnota téměř tatáž. Tab. III umožňuje souhrnně porovnat charakteristické hodnoty průběhu podtlaku sledovaných alternativ.

ZAŘÍZENÍ DOJÍREN S ODMĚRNÝMI NÁDOBAMI

Charakter podtlaku obvykle není závislý na tom, do jakého tvaru jsou uspořádána dojící stání. Důležité je, do jaké výše musí být účinkem podtlaku mléko dopraveno a zda

10. Závislost směrodatné odchylky σ a souřadnice bodu zlomu F_n^L aproximace empirické distribuční funkce pro alternativu 5.00 v závislosti na kvalitě obsluhy (blíže tab. I a II) — Standard deviation σ and the co-ordinates of inflection point F_n^L of the approximation of the empirical distribution function for variant 5.00 in relation to the quality of attendance (cf. Tabs. I and II)



se dojí do nádob či do potrubí, zda je použito čerpadlo k překonání výškových rozdílů při dopravě mléka do mléčnice, nebo zda je doprava zajišťována podtlakem. Dojírny se skleněnými odměrnými nádobami patří k nejrozšířenějším.

Z hlediska charakteru podtlaku je určitý rozdíl mezi dojením ve stáji do potrubního zařízení a mezi dojením v dojírně do nádob. Odměrné nádoby lze považovat za jistou obdobu konvi, a pokud jsou umístěny nízko, blíží se poměry konvovému dojení. Zařízení dojřen také poskytuje tvrdší zdroj podtlaku, což plyne z mnohem kratšího okruhu, který zásobuje nádoby podtlakem a který není zaplněn mlékem. Charakteristiky podtlaku, uvedené v tab. III a na obr. 9, byly získány podobným způsobem, ovšem doba záznamu činila cca 5 až 7 minut na rozdíl od dojení na potrubních zařízeních, kde to bylo cca 100 minut. Odlišná technologie se projevuje i tím, že zatímco v dojírně je úsek, ve kterém jsou všechny dojící soupravy nasazeny a bez jakýchkoli rušivých zásahů se klidně dojí, velmi krátký, u potrubních zařízení ve stájích se tento stav vyskytuje častěji. Stejně tak jsou zastoupeny i situace, při nichž několik dojících souprav není nasazeno (při přenášení, omývání a kontrole vemene apod.). Zde se samozřejmě silně projevuje vliv způsobu obsluhy, rozdíly v obsluze mohou být velmi velké. Obr. 9 ukazuje vliv kvality práce obsluhy. Na tomtéž zařízení, v též den, byly zaznamenány čtyři různé přístupy k práci z hlediska dojičů. Nej kvalitnější (z hlediska podtlaku) byla alternativa 5.20, potom postupně k horším 5.10, 5.30 a 5.40. Pro tato zařízení je charakteristická poměrně vysoká hodnota souřadnice bodu zlomu aproximace empirické distribuční funkce lomenou čarou 20 až 55 %. Obr. 10 dokazuje výrazný vliv obsluhy na stabilitu podtlaku. Zatímco při dobré obsluze činila směrodatná odchylka podtlaku v odměrné nádobě 0,69 kPa, při špatné práci obsluhy vzrostla na 1,92 kPa, tj. 2,8krát. Podobnou tendenci má i souřadnice bodu zlomu F_n^L . Podíl hodnot na méně strmé větvi (nad nízkými hodnotami podtlaku) s velikostí a počtem poklesů podtlaku vzrůstá a v nejhorším případě přesáhne hodnotu 50 %. Analogické závěry plynou i z ostatních alternativ, uvedených v tab. III.

ZÁVĚR

Stabilita podtlaku je jedním ze základních parametrů, které vyjadřují kvalitu dojícího zařízení. Skutečný průběh podtlaku při dojení je však ovlivněn mnoha faktory, jejichž účinky se překrývají. Tato práce porovnává skutečné podtlakové poměry ve dvou základních dojících zařízeních — v potrubních pro vazné stáje a v zařízeních pro dojírny s odměrnými nádobami.

Podtlak v dojícím zařízení má v průběhu dojení náhodný charakter. Je to dáno způsobem práce dojičů i proměnnou dojivostí, a tím i náhodně proměnným zatížením mléčného okruhu mlékem, náhodně rozmístěným dojícím soupravám apod.

Z praktického hlediska má pro potřeby vývoje, výzkumu i zkoušení vedle dvou základních statistických charakteristik, kterými jsou aritmetický průměr a směrodatná odchylka, velký význam distribuční funkce rozdělení podtlaku. Vedle velkého informačního obsahu má typický tvar, umožňující určité zobecnění.

Je známo, že rozdělení podtlaku v dojícím zařízení nelze aproximovat normálním rozdělením. V normálním pravděpodobnostním papíře se empirická distribuční funkce nezobrazí jako přímka. Je však velmi dobře možné ji aproximovat jednou, někdy dvakrát lomenou přímkovou čarou. Tento poznatek zatím nemá jednoznačnou fyzikální interpretaci. Z čistě matematického hlediska lze takovou závislost dobře aproximovat např. součtem několika (nejčastěji dvou) normálních rozdělení, ovšem fyzikální podstata takového tvaru distribuční funkce náhodné veličiny není zatím známa. V práci uvedené výsledky ukazují, jak se poloha zalomení i sklon jednotlivých úseků mění zejména se vzdáleností měřeného místa od zdroje podtlaku, s kvalitou obsluhy, s typem

dojícího zařízení, se změnou vlastností přísávacího prvku, s tvarem mléčného okruhu atd. Tyto vlivy většinou vykazují závislosti, které se vyskytují opakovaně s jednoznačnými tendencemi.

Pro hodnocení a vzájemné srovnávání dojících zařízení z hlediska úrovně a stability podtlaku je poznání souvislostí mezi fyzikální podstatou probíhajících jevů a vlastnostmi distribuční funkce v typických místech podmínkou pro stanovení jednoznačných kritérií a objektivních metod nutných jak pro výzkum, vývoj a zkoušení dojících zařízení, tak pro další prohloubení znalostí o jejich vlivu na zdravotní stav dojníc.

Literatura

HÁTLE, J. — LIKEŠ, J.: Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky. Praha, SNTL/ALFA 1972.

LIKEŠ, J. — MACHEK, J.: Matematická statistika. Praha, SNTL 1983.

KROPÁČ, O.: Pravděpodobnostní papíry v experimentálním výzkumu. Zpravodaj VZLÚ, Praha 1978.

THIEL, C. C. — DODD, F. M.: Machine milking. Reading, N. I. R. D. Shinfield 1977.

SINEK, F.: Charakteristiky podtlaku v dojících zařízeních. [Zpráva.] Praha, Výzk. ústav zeměd. strojů 1982.

Došlo dne 12. 5. 1984

СИНЕК, Ф. (Агрозет, концерновый научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники): Характер создания рабочего вакуума в доильных машинах. Земед. Техн., 31, 1985 (2) : 99-114.

Описываются проявляющиеся в процессе доения особенности вакуума двух видов типичных доильных машин. Вводится не примененный до сих пор способ изображения рабочего вакуума с помощью эмпирических функций распределения на основе данных измерения процесса его действия. Подтвердился случайный характер вакуума в доильной машине, что и сказывается в состоянии здоровья дойных коров; кроме того, данное явление необходимо принимать в расчет также при оценке качества работы доильных машин. В работе подытожены данные наблюдений за режимом вакуума в типичных для доильных машин местах с целью подчеркнуть невозможность поддержания вакуума постоянного уровня в местах присоединения доильных аппаратов и наличие вызванного вследствие этого диапазона колебаний вакуума в камере доильного стакана, а показать также возможные современные технические решения доильных установок. Последовательно использовались статистические характеристики в качестве отвечающего требованиям аппарата для изображения явлений режима вакуума в доильной машине. Аппроксимация распределения рабочего вакуума в доильной машине почти неосуществима на основе нормального распределения. Однако функция распределения его заменима с большим успехом с помощью ломаной прямой линии. Пока нет однозначной с физической точки зрения интерпретации установленного данного. В работе показаны ряд честных сведений и взаимосвязи с параметрами доильных машин и некоторыми внешними влияниями.

доильная машина; поддержание постоянного вакуума; функция распределения вакуума

SINEK, F. (Agrozet, Research Institute of Agricultural Machinery, Praha-Chodov): *Characteristics of Vacuum in Milking Machines*. Земед. Техн., 31, 1985 (2) : 99-114.

The characteristics of vacuum in two typical milking machines in the course of milking is given. A new method of expressing the pattern of vacuum is introduced, using empirical distribution functions of vacuum based on the measured values. It was confirmed that the vacuum in the milking machine is of random nature. This random nature affects the health of dairy cows and, at the same time should be taken into account when evaluating the milking machines. Information on the

vacuum characteristics at the typical places of milking machine is summed up. The aim of the paper was to emphasize the variation of the vacuum in the spots where the tubes of the teatcup clusters are attached and the consequent range of the vacuum variation in the teat cup chamber and to suggest some possible approaches in the design of the milking systems. Statistical characteristics were used in all cases as an adequate means to express the vacuum conditions in the milking machine. The distribution of vacuum in the milking machine cannot be simply approximated by normal distribution. However, the distribution function can be easily replaced by broken straight line. This finding still lacks explicit physical interpretation. Some partial findings and implications associated with the parameters of milking machines and some external effects are mentioned.

milking machine; vacuum stability; vacuum distribution; distribution function of vacuum

SINEK, F. (Agrozet, Konzernforschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov): *Charakter des Unterdruckes in Melkanlagen*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2) : 99-114.

Es wird der Charakter des Unterdruckes in zwei typischen Melkanlagen während des Melkens beschrieben. Eine bisher unbenutzte Darstellungsweise des Unterdruckverlaufes mittels empirischen Belegungsfunktionen der Unterdruckverteilung wird eingeführt, die von den Meßwerten des Unterdruckverlaufes ausgeht. Es wurde bestätigt, daß der Unterdruck in der Melkanlage einen zufälligen Charakter aufweist. Diese Zufälligkeit wird vom Gesundheitszustand der Kuh beeinflusst, aber man muß mit ihr auch bei der Bewertung von Melkanlagen rechnen. In der Arbeit werden Erkenntnisse über den Unterdruck an typischen Stellen der Melkanlagen zusammengefaßt. Das Ziel dieser Zusammenfassung war die Betonung der Unterdruckveränderlichkeit an den Stellen, wo die Melkmaschinen angeschlossen werden, und die sich daraus ergebende Unterdruckschwankung im Unterdruckraum sowie das Aufzeigen von Möglichkeiten der gegenwärtigen technischen Lösungen der Melkanlagen. Es wurden konsequent die statistischen Charakteristiken als adäquater Apparat für die Darstellung der Unterdruckverhältnisse in der Melkanlage benutzt. Die Unterdruckverteilung in der Melkanlage kann nicht durch eine normale Verteilung vorgenommen werden. Ihre Distributionsfunktion kann jedoch sehr gut durch eine gebrochene gerade Linie ersetzt werden. Diese Erkenntnis kann vorläufig nicht eindeutig physikalisch interpretiert werden. In der Arbeit werden einige Teilerkenntnisse und Zusammenhänge mit Parametern von Melkanlagen und mit einigen Außeneinflüssen angeführt.

Melkanlage; Unterdruckstabilität; Unterdruckverteilung; Distributionsfunktion der Unterdruckverteilung

Adresa autora:

Ing. František Sinek, CSc., Agrozet, koncernový výzkumný ústav zemědělských strojů, 140 03 Praha 4 - Chodov

PORUCHY NAFTOVÝCH MOTOROV A ICH VPLYV NA OPTIMÁLNU ÚDRŽBU

Ch. Eichler

EICHLER, CH. (Univerzita W. Piecka, Rostock, NDR): *Poruchy naftových motorov a ich vplyv na optimálnu údržbu*. Zeměd. Techn., 31, 1985 (2) : 115-123. Systém údržby po preskúšaníach, vyvinutý v NDR a vychádzajúci zo špecifických porúch naftových traktorových motorov, sa osvedčil. Pre investície do prístrojov to znamenalo šesťmesačnú až dvanásťmesačnú časovú úsporu. Veľmi dôležitým výsledkom je, že u majiteľov opravárskych zariadení poľnohospodárskych prevádzok sa dosiahol veľký pokrok v pohotovosti a schopnosti úspešne využívať novšie vedeckotechnické výsledky. Týmto systémom údržby traktorov po preskúšaníach sa vytvoril dobrý základ pre ďalší vývoj prác, ktoré sa musia sústrediť na zvýšenie presnosti diagnostiky, na diagnostické spôsoby pre ďalšie konštrukčné skupiny, zvlášť pre ozubené prevodovky, a na možnosti hospodárneho nasadenia mikroelektroniky.

systém údržby; presnosť diagnostiky; diagnostika konštrukčných skupín; mikroelektronika

Naftové motory tvoria významnú časť energetickej základne poľnohospodárskej výroby. Priaznivá ergonómia, udržanie technickej pohotovosti danej ich konštrukciou, podmienok energetických stupňov účinnosti, ako aj iných úžitkových vlastností vyžadujú stále väčšiu pozornosť. V NDR je práca zameraná na zlepšenie údržby naftových motorov vzhľadom na ich spoľahlivosť a energetickú ekonomiku, ako aj vzhľadom na požadované hospodárske náklady.

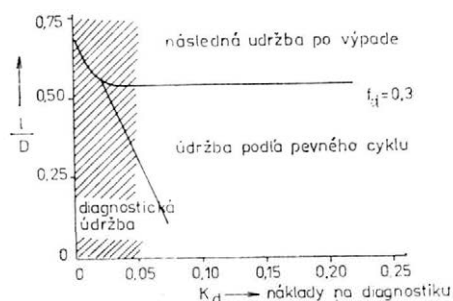
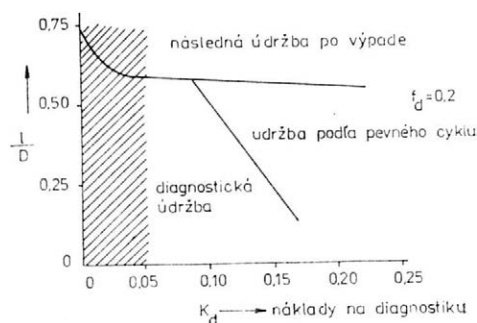
Po viacročných úspešných skúškach sme získané poznatky zaviedli do praxe. V súčasnosti budujeme systém údržbársko-diagnostických zariadení, vybavený domácim systémom diagnostických prístrojov typu DS 1000 v spojení s výkonnými opravárskymi zariadeniami pre technicko-ekonomicky priaznivé opravy súčiastok a generálne opravy skupín a celých strojov. O tomto systéme existujú v literatúre viaceré správy (Eichler, 1981, 1982; Eichler a Grieb, 1982; Grey a Straube, 1982; Korn a Schindhelm, 1982; Tropsens, 1981).

Pri výskume a skúškach nových stratégií údržby traktorov sme zbierali poznatky o závislosti optimálnej stratégie údržby naftových motorov od výskytu a druhu porúch. Tieto poznatky môžu byť dôležité pre ďalšie práce pri konštrukcii a údržbe traktorov, ako aj pri spôsoboch diagnózy.

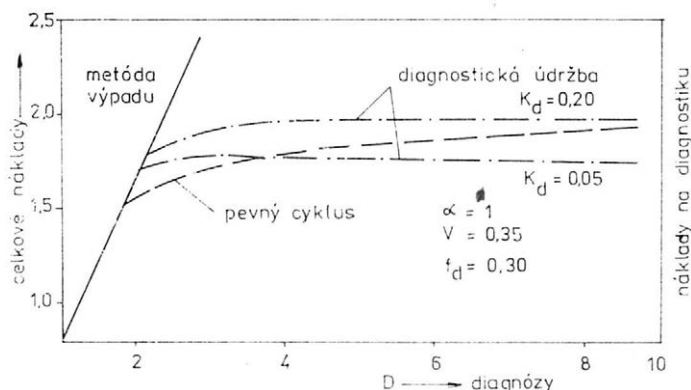
Poruchy naftových motorov u poľnohospodárskych pracovných prostriedkov možno členiť vzhľadom na pravdepodobnosť ich výskytu na „náhodné“ [$\lambda(t) = \text{konst}$] a postupné, zapríčinené postupným opotrebením [$\lambda(t) = 0$].

Pre takzvané „pravé náhodné výpady“ (v ČSSR užívame termín „vyraďenie“), ako je napr. porucha ložiska kľukového hriadeľa následkom nedostatku mazacieho oleja, je použiteľná iba metóda „výpadu“.

Pri poruchách z dôvodu opotrebenia sa musíme rozhodnúť s ohľadom na možné následky náhleho vyradenia z výrobného procesu, na základe stupňa poznania stavu poškodenia a mnohých iných ukazovateľov medzi použitím metódy vyradenia alebo niektorou z preventívnych metód opráv. Toto rozhodnutie urobíme predovšetkým pre rozptyl efektívnych životností (variačný koeficient V), ktorý určuje straty vzniklé následkom náhodného výskytu náhlych porúch (straty vyradením), ako aj možnosť nákladov a presnosť diagnóz (preskúšaní) (Schiroslawski, 1982; Beckmann a Marx, 1981). Na obr. 1 a 2 sú tieto súvislosti znázornené pre prvky naftových motorov (funkčná dvojica piest — vložený valec, vstrekovací systém, kľukový mechanizmus a pod.). Oblasť typická pre traktorové motory je vyznačená šrafovaním. Ukazuje sa, že pri malých stratách spôsobených vyradením, znázornených pomerom nákladov na opravu (D ako kvocient z nákladov na používanie pre renovačnú opravu a preventívnu opravu) — pri $D < 2$, prevažuje metóda vyradenia nad metódami preventívnej opravy. Údržba podľa pevne stanoveného cyklu prevažuje nad údržbou po preskúšaní pri veľkom variačnom koeficiente stavu poškodenia, pri vysokom náklade na diagnózu a pri veľkej chybe diagnózy.



1. Oblasť použitia klasických metód údržby traktorových prvkov (podľa Schiroslawského, 1982) — The fields of the use of traditional methods of tractor element maintenance (after Schiroslawski, 1982)



2. Podmienky pre použitie metód údržby s optimálnymi nákladmi — The conditions for using the methods of maintenance with optimum costs

Na Univerzite Wilhelma Piecka máme atlas diagramov [Schirrowski, 1982], umožňujúci robiť analogické závery k voľbe optimálnej metódy pre iné podmienky.

Použitie týchto diagramových systémov vyžaduje pomerne presnú znalosť stavu poškodenia a iných dôležitých prvotných údajov. Pretože to pri príprave údržby nových typov motorov často nemožno zaručiť, musíme tieto údaje odvodiť na podklade spôsobu hodnotenia diagramov. Takéto približné spôsoby sú uverejnené v literatúre [Eichler, 1983].

Pre podmienky NDR boli pre praktickú údržbu traktorových motorov odvodené tieto hľadiská:

— Pre súčiastky s dlhou životnosťou [$R(t_k) \geq 0,9$], ak sú rozsah montáže a straty vyradením malé, nepočítame s vyradovaním.

— Ak sú variačný koeficient opotrebovaných súčiastok a technická životnosť súčiastok s dlhou životnosťou menšie ako 0,3, potom pri nespĺnení podmienok pre metódu vyradovania je na mieste použitie údržby podľa pevného cyklu. Podľa Ihleho možno variačné koeficienty pre medznú technickú životnosť, udané v tab. I, použiť vo väčšine prípadov poškodenia.

— Údržba po preskúšaní na základe diagnosticky stanovenej zostatkovej technickej životnosti vyžaduje veľmi jednoduchý spôsob diagnózy s nákladom na diagnózu menším ako 5 % nákladu na preventívnu opravu; chyba diagnózy by mala byť menšia ako 25 % (včítane chyby prognózovanej zostatkovej technickej životnosti).

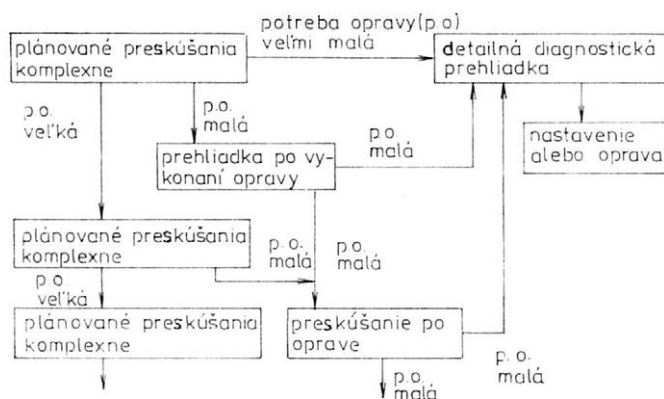
I. Hodnoty variačných koeficientov pri poškodení technických prvkov — The values of variation coefficients at a damage of technical elements

Příčina poškození Prejav poškodenia	Variačný koeficient medznej technickej životnosti
Pravé náhodné vyradenie, preťaženie, havária	1,00
Opotrebenie pri prevažne konštantných podmienkach nasadenia podľa TGL 22272	0,40
Opotrebenie spolu s koróziou a únavou	0,70

SYSTÉMOVÉ POZOROVANIE

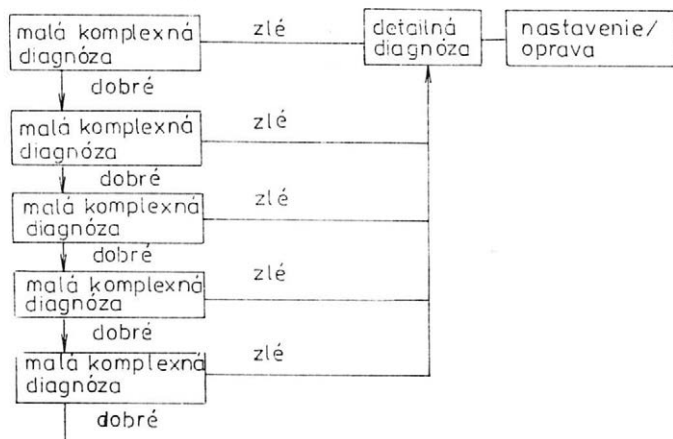
Pri komplikovaných technických systémoch, akým je aj naftový motor, môžu mať určité chyby funkcie svoju príčinu v poškodeníach alebo poruchách rozličných prvkov jednotlivo, alebo viacerých súčasne. To môže pri strate funkčnej schopnosti systému vyžadovať rozsiahle skúšobné opatrenia (diagnóza hľadajúca chyby) pre zistenie prvkov, ktoré treba opraviť. Podobne môže byť žiadúce urobiť veľmi komplikovanú prognózu zostatkovej technickej životnosti kombinovanými funkčnými diagnózami zisťujúcimi zostatkovú technickú životnosť, ako aj systémovým pozorovaním viacerých prvkov. V týchto prípadoch sa náklad na diagnózu často neprípustne zvyšuje, a preto by bolo účelné použiť údržbu podľa pevného cyklu. V praxi často nie je možné zistiť všetky súvislosti medzi parametrami stavu všetkých prvkov zodpovedných za poruchu systému a udať merateľné diagnostické parametre. To isté platí pre prvotné údaje prognózy zostatkovej technickej životnosti (Michlin, 1982). Týmto prípadá osobitný význam tzv. primárnemu prvku pre údržbu. Primárny prvok je pre celkovú funkciu systému obzvlášť dôležitým prvkom. Je uložený v určitej montážnej hĺbke, je dobre diagnostikovateľný a jeho stav pri poškodení sa dá dobre určiť. Pre tento primárny prvok určujeme optimálnu metódu údržby. Primárne prvky pre naftové motory sú funkčné dvojice: kľukový hriadeľ — púzdra kľukového hriadeľa a piest — vložený valec. Všetky ostatné prvky systému sa opravujú podľa metódy a parametrov týchto primárnych prvkov.

Skutočnosť, že viaceré prvky, prípadne rozličné poruchy na jednom prvku, môžu mať rovnaké účinky na funkčné chyby systému, vedie často k tomu, že vzniká stochastické pôsobenie a prakticky nie je možné určiť stav vzťahu spoľahlivosti systému k súhrnu príčin pre práve pozorovanú chybu systému. Preto je bez diagnózy sotva zistiteľná odchýlka spotreby paliva naftového motora od konštrukčne optimálnej špecifickej spotreby. Táto odchýlka môže mať mnohé príčiny. Zistilo sa, že naftové traktorové motory dosahujú pozoruhodné odchýlky od optimálnej špecifickej spotreby po veľmi široko rozptýlenom čase prevádzky. Preto môže byť po energeticko-ekonomickej stránke veľmi nepriaznivé diagnostikovať tieto naftové motory bežným spôsobom v dlhších časových intervaloch. Naproti tomu môže byť veľmi priaznivé po-

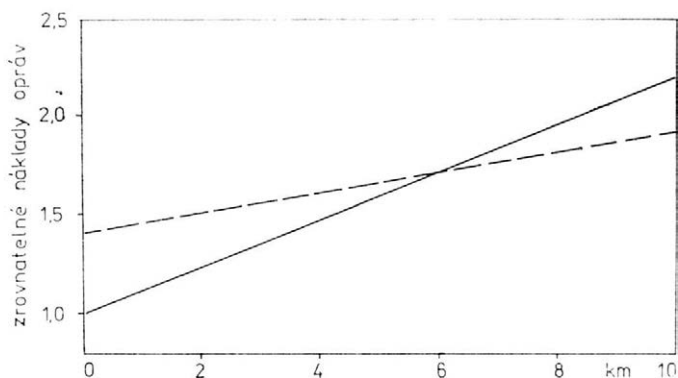


3. Stratégia preskúšania „komplexné — hĺbkové“ — The “complex — thorough” testing strategy

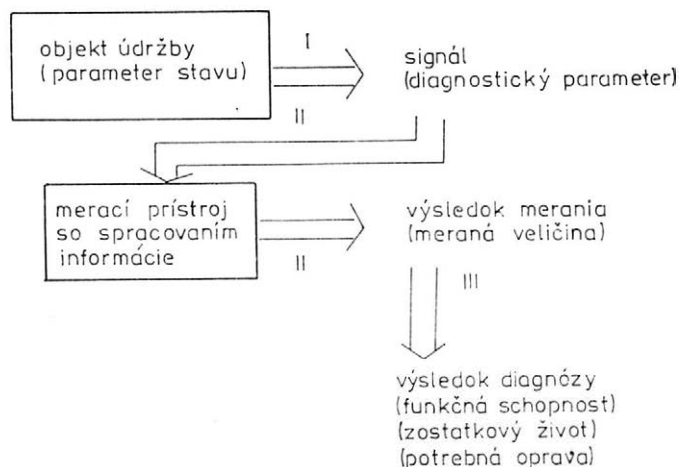
4. Stratégia preskúšania „náhodná príčina“ — The “random-cause” testing strategy



5. Podmienky použitia rozličných stratégií odstránenia poruchy „nedostatočný výkon“ u traktora ZT 300 — The conditions of using different strategies of removing the “deficient performance” problem in the ZT 300 tractor



6. Schéma procesov diagnostiky — Diagram of the diagnostic processes



užitie jednoduchého spôsobu diagnózy, pomocou ktorého sa skúša špecifická spotreba paliva v krátkych intervaloch, a hĺbková diagnóza, orientovaná na hľadanie chyby, sa nasadí iba pri neprípustných odchýlkach. Po tomto poznaní sme vyvinuli rozličné stratégie preskúšaní. Niektoré sú znázornené na obr. 3 a 4.

Z takýchto systémových pozorovaní vyplývajú ďalšie dôsledky pre účelnú metódu opráv. Počas nasadenia sa často zistia zjavné poruchy funkcie ovplyvňujúce funkčnú schopnosť, alebo dokonca vedúce k strate pracovnej schopnosti. Príkladom je nedostatočný výkon naftového motora. Podľa tzv. metódy chyba — omyl možno pomocou mobilného opravárenského zariadenia vymeniť na mieste nasadenia vstrekovacie čerpadlo. Tým sa odstráni príčina poruchy s pravdepodobnosťou 0,6... 0,75. Je však možné aj vyhľadanie diagnostického zariadenia s možnosťou minimálnej opravy. Tam sa vo výsledku diagnostického hľadania chyby odstráni chyba bezpečnejšie a v mnohých prípadoch aj ekonomickejšie. Dokonca možno aj presnejšie nastaviť motor. Pokusy (Eichler a Grieb, 1982) ukázali, že v podmienkach NDR je až do vzdialenosti 6 až 7 km v dobre vybavenom stabilnom zariadení diagnóza zisťujúca poruchu s minimálnou opravou priaznivejšia ako výmena konštrukčnej skupiny na mieste nasadenia. Obr. 5 ukazuje súvislosti. Skúška iných symptómov porúch ukázala podobné výsledky. Smerodajným ovplyvňujúcim činiteľom je pravdepodobnosť poruchy prvku z dôvodu chyby systému.

CHARAKTERISTIKA DIAGNÓZY

Diagnostický proces sa podľa obr. 6 člení na tri dôležité úseky:

- parameter štruktúry / parameter diagnózy;
- parameter diagnózy / výsledok merania;
- výsledok merania / výsledok diagnózy.

Pre možnosť diagnózy a jej presnosť, a tým použiteľnosť údržby po preskúšaní, má rozhodujúci význam súvislosť medzi parametrom štruktúry (parameter stavu) a parametrom diagnózy, t. j. charakteristika diagnózy $D = f(Z)$. Ak je táto súvislosť fyzicky determinovaná malým počtom vplývajúcich a od nich závislých veličín a ak je jednoznačná, potom je možný jednoduchý, presný spôsob diagnózy. Ak túto súvislosť ovplyvňujú viaceré činitele a ich rôznorodosť (treba teda túto súvislosť pozorovať stochasticky), potom je údržba po preskúšaní veľmi ťažká. V Rostocku boli vyvinuté spôsoby, ako možno posudzovať zisk informácie o súvislosti $D = f(Z_1, Z_2 \dots Z_n)$, prípadne $Z_1 = f(D_1, D_2 \dots D_i)$, podľa „relatívnej entropie“ (teoretické informácie) — (Troppe, 1976; Lingreen, 1982).

PODKLADY PRE ÚDRŽBU NAFTOVÝCH MOTOROV V POĽNOHOSPODÁRSTVE NDR

Vychádzajúc z uvedených a iných podkladov, bol v NDR preskúšaný systém údržby naftových motorov po preskúšaní. Teraz sa zavádza do praxe. Tento systém sa vyznačuje týmito znakmi:

— Diagnóza naftových motorov — funkčná — hľadajúca chybu zostatkovej technickej životnosti pomocou:

— uhlového zrýchlenia a otáčok ako diagnostických parametrov pre záznam krivky výkonu — krútiaceho momentu — počtu otáčok na posúdenie výkonu motora pre komplexnú diagnózu a hĺbkovú diagnózu. Pre reťaz použitých meracích prístrojov má veľký význam merací prístroj MK-8 z ČSSR;

— pre hĺbkovú diagnózu kľukového hriadeľa sa používajú parametre: prúdenie oleja — tlak oleja a teplota oleja; pre hĺbkovú diagnózu skupiny piest — vložený valec — parametre dymivosti, kompresný tlak a prienik a pre hĺbkovú diagnózu vstrekovacieho systému aj parametre vstrekovanej množstva, vstrekovací tlak a moment vstrelu. S týmito parametrami je pri ich správnom doplnení o subjektívne posúdenie skúseného diagnostika možné získať ďalekosiahly a presný výsledok diagnózy.

Meranie týchto parametrov sa realizuje diagnostickým systémom DS 1009 (Korn a Schindhelm, 1982). Takto bolo možné sériovo vyrábať v krátkom čase použiteľný lacný systém prístrojov a poskytnúť ho poľnohospodárstvu. V roku 1983 bolo v prevádzke vyše 250 systémov.

— Realizácia plánovaných diagnóz

— pri kontinuálne nasadených traktoroch a nákladných vozidlách pri každej druhej výmene oleja;

— pri kampaňovite nasadených ťažkých traktoroch (ZT 300, K 700 a iné) dvakrát ročne vždy pred začiatkom kampane (január — február a máj — júl);

— pri samohybných poľnohospodárskych strojoch s preskúšaním na konci kampane na určenie skutočného rozsahu opráv pre kampaň a preskúšanie na začiatku kampane pre funkčnú diagnózu.

Plánované diagnózy sa v prípade potreby dopĺňajú operatívnymi diagnózami. V závislosti od realizovaného intervalu možno medzi dvoma plánovanými preskúšaniami počítať s 0,4...1,0 operatívnymi diagnózami (Eichler a Grieb, 1982).

— Uskutočnenie následných opráv podľa výsledku diagnóz

Realizuje sa dohodnutý systém čiastočných opráv a minimálnych opráv na odstránenie malých porúch, ako aj priemyselne, výmenným systémom vykonaných generálnych opráv. Čiastočné opravy sa vykonávajú v poľnohospodárskych prevádzkach alebo v štátnych opravovniach príslušných pre daný obvod (krajská prevádzka poľnohospodárskej techniky), generálne opravy strojových skupín v špecializovaných opravovniach. Bola vypracovaná nomenklatúra porúch, ktoré možno odstrániť čiastočnými alebo minimálnymi opravami, ktoré sú z národohospodárskeho hľadiska technicky a ekonomicky správne. V dielňach pre čiastočné opravy je dôležité vytvoriť predpoklady pre dobrú kvalitu a produktivitu práce. Ako smernicu pre hornú hranicu prípustnej čiastočnej opravy vstrekovacích čerpadiel možno udať, že všetky poruchy, ktorých oprava vyžaduje viac ako 30 minút, treba zaradiť do generálnej opravy.

— Pre vykonanie diagnóz a ich technickú obsluhu budujeme systém diagnostických zariadení, ktoré tvoria:

— kombinované ošetrovateľsko-diagnostické stanice v poľnohospodárskych prevádzkach (pre každých 3500 až 5000 ha p. p.) v spojení s dielňami pre čiastočné opravy a pre vykonávanie plánovaných a operatívnych diagnóz;

— diagnostické zariadenie v opravárenských prevádzkach prevažne pre zistenie nutného rozsahu opráv a pre skúšku kvality opravy;

— servisné zariadenia pre opravu a ciachovanie diagnostických zariadení, pre organizáciu výmeny skúseností diagnostikárov v každom okrese;

— kapacity pre kvalifikáciu diagnostických zámočníkov a diagnostických inženierov ako postgraduálne vzdelávanie;

— generálny dodávateľ pre kompletne systémy diagnostických prístrojov, včítane požadovaného softwaru;

— kapacity pre výskum a vývoj pre stále zlepšovanie daných spôsobov (včítane podmienok použitia týchto spôsobov pre nové typy motorov) a pre vývoj nových spôsobov.

Literatúra

BECKMANN, G. — MARX, D.: Instandhaltung von Anlagen. Leipzig, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1981.

EICHLER, C.: Instandhaltungstheoretische und organisatorische Probleme bei der Einführung der technischen Diagnostik in die landtechnische Praxis. Maschinenbautechnik, 30, 1981, č. 8, s. 364.

EICHLER, C.: Zur Anwendung der Instandhaltungsmethode nach Überprüfungen in der Landtechnik der DDR. In: Sbor. k 30. výročí založení mechanizační fakulty Vysoké školy zemědělské v Praze 1982, s. 65.

EICHLER, C.: Instandhaltungstechnik. Berlin, VEB Verlag Technik 1983.

EICHLER, C. — GRIEB, H. G.: Einordnung der technischen Diagnostik in das landtechnische Instandhaltungswesen der DDR. Agrartechnik, 32, 1982, č. 9, s. 388.

GREY, D. — STRAUBE, K.: Organisation und Technologie von Diagnose- und Instandsetzungsmaßnahmen im Rahmen der Instandsetzungsmethode nach Überprüfungen. Agrartechnik, 32, 1982, č. 9, s. 392.

IHLE, G.: Methodik für den statistischen Nachweis des Zuverlässigkeitsverhaltens (ASMW-Richtlinie). Technische Universität Dresden, Sektion Kraftfahrzeug-, Land- und Fördertechnik.

KORN, M. — SCHINDHELM, K. H.: DS 1000 — komplexes Meßgerätesystem für die Diagnose an Dieselmotoren und Hydraulikanlagen. Agrartechnik, 32, 1982, č. 9, s. 400.

LINDGREEN, P.: Verfahrensanalyse und -entwicklung sowie allgemeine technologische Prozeßgestaltung der technischen Diagnostik. [Disertačná práca.] Rostock 1982. — Univerzita Wilhelma Piecka.

MICHLIN, B. W.: Restnutzungsdauerprognose. Berlin, VEB Verlag Technik 1982.

SCHIROSLAWSKI, W.: Zu den Eigenschaften und Anwendungsbereichen von Instandhaltungsmethoden — dargestellt am Beispiel landtechnischer Arbeitsmittel. [Disertačná práca.] Rostock 1982. — Univerzita Wilhelma Piecka.

TROPPE, D.: Beitrag zur systematischen Entwicklung von Verfahren der technischen Diagnostik und von Diagnoseeinrichtungen für die Landtechnik. [Disertačná práca.] Rostock 1976. — Univerzita Wilhelma Piecka.

TROPPE, D.: Elektrisches Meßsystem für die technische Diagnostik von landtechnischen Arbeitsmitteln. Agrartechnik, 31, 1981, č. 1, s. 10.

Došlo dňa 2. 2. 1984

АЙХЛЕР, Х. (Университет имени Вильгельма Пика, Росток, ГДР): Решение вопросов дефектов дизельных двигателей в связи с их воздействием на оптимальный уровень качества технического ухода за ними. *Zeméd. Techn.*, 31, 1985 (2) : 115-123.

Проверенная в производственных условиях, разработанная в ГДР система техухода за дизелями с учетом специфических видов их отказа полностью себя оправдала. С точки зрения капитальных затрат на необходимую для ремонта аппаратуру она помогла сэкономить время в размере 6—12 месяцев. Далее, важнейшее значение имеет тот факт, что отменен повышающийся уровень мобилизации готовности и способности ремонтных мастерских осваивать достижения научно-технического прогресса. Благодаря указанной системе ухода за тракторами создана хорошая основа для новых разработок в данной области, целью которых должны стать повышение точности диагностики, методы диагностирования других узлов конструкции, в особенности зубчатых передач, а также возможности рационального применения микроэлектроники.

система техухода; точность диагностики; диагностирование узлов конструкции; микроэлектроника

EICHLER, Ch. (W. Pieck University, Rostock, GDR): *Diesel Engine Failures and their Influence on Optimum Maintenance*. *Zeméd. Techn.*, 31, 1985 (2) : 115-123.

The system of maintenance after testing, developed in the GDR and based on the specific failures of Diesel engines in tractors, has proved to be very effective. For capital investments in apparatuses the system implies a six- to twelve-month time saving. It is also very important that for the owners of repair shops of farm machines the new system implies much higher readiness and better ability of using with success the latest achievements of science and technology. The system of tractor maintenance after testing helps to form a good basis for further development of efforts that should be focused on the more precise diagnosis and diagnostic methods for other structural units, particularly for gearboxes, and on the efficient use of microelectronics.

maintenance system; precise diagnosis; diagnostics of structural units; microelectronics

EICHLER, CH. (W. Pieck-Universität, Rostock, DDR): *Störungen der Dieselmotoren und ihr Einfluß auf optimale Instandhaltung*. *Zeméd. Techn.*, 31, 1985 (2) : 115-123.

Das Instandhaltungssystem nach den Durchsichten, das in der DDR entwickelt wurde und das von spezifischen Störungen der Dieselmotoren ausgeht, hat sich bewährt. Für die Geräteinvestitionen bedeutete es eine sechs- bis zwölfmonatige Zeiteinsparung. Ein sehr wichtiges Ergebnis ist auch die Erzielung eines großen Fortschrittes in der Bereitschaft und Fähigkeit der erfolgreichen Benutzung von neueren wissenschaftlich-technischen Ergebnissen bei Inhabern von Reparaturstationen der landwirtschaftlichen Betriebe. Durch dieses Instandhaltungssystem von Schleppern nach den Durchsichten entstand eine gute Grundlage für die weitere Entwicklung der Arbeiten, die sich auf die Erhöhung der Diagnostikgenauigkeit, auf Diagnostikverfahren für weitere Konstruktionsgruppen, besonders für Zahnradgetriebe, und auf Möglichkeiten des wirtschaftlichen Einsatzes der Mikroelektronik konzentrieren müssen.

Instandhaltungssystem; Diagnostikgenauigkeit; Diagnostik der Konstruktionsgruppen; Mikroelektronik

Adresa autora:

Prof. dr. sc. techn. Christian Eichler, W. P. Universität, 25 Rostock, Satower Str., DDR

Výběr z nových přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

Uvedené publikace je možné si půjčit osobně nebo písemně v ÚZLK, výpůjční oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Půjčovní doba: pondělí, úterý a čtvrtek od 9.00 do 16.30 hod., středa od 9.00 do 18.00 hod., pátek od 9.00 do 15.30 hod. U každé žádané publikace uveďte signaturu.

Insulation of farm buildings.

E 19.689/851

Alnwick, MAFF 1983. 12 s., 6 obr., 2 tab. Leaflet 851. (Izolace tepelná — zemědělské stavby)

ADMIN, Je. I. — VOLOSOŽAR, V. O. — MJANE, A. Je.

D 74.603

Pidručnyk operatora mašynnoho dojinnja koriv.

Kyjiv, Vyšča škola 1983. 232 s., obr., tab. (Učebnice — dojící zařízení — ZŠ vysoké — SSSR)

C 26.886/195fr

Agriculture et energie: Problemes actuels et perspectives futures.

Bruxelles, Commission de la Communauté Européenne 1983. 17 s., tab. (Zemědělství — energie)

Elektrosnabdjavane i elektroobzaveždane.

D 29.533/23/7

Ruse, Visše techničesko učilište 1981. 200 s., obr., tab., res. angl. Naučni trudove tom 23, serija 7. (Elektrická zařízení — sborník — Bulharsko)

GANELIN, A. M.

E 43.871

Ekonomija elektroenergii v sel'skom chozjajstve.

Moskva, Kolos 1983. 140 s., obr., tab. (Elektrická zařízení — zemědělství — ekonomické otázky — příručka)

SÖRLIN, S.

C 10.542/392

Elutrustning för inomgårdsmekanisering.

Uppsala, Jordbrukstekniska institutet 1982. 71 s., 86 obr. (Zemědělské závody — elektrická zařízení)

Z VĚDECKÉHO ŽIVOTA

SEKCE MLADÝCH PRACOVNÍKŮ VĚDECKOVÝZKUMNÉ ZÁKLADNY A PRAXE A JEJÍ ČINNOST V OBLASTI ZEMĚDĚLSKÉ TECHNIKY

Na jednom z předních míst v činnosti vědeckovýzkumné a vývojové základny je péče o přípravu mladé vědecké generace, o rozvoj jejich tvůrčích schopností a zaměření na řešení a realizaci perspektivních potřeb společnosti.

Kvalitativní změna zainteresovanosti stále většího počtu mladých lidí v oblasti vědeckotechnického rozvoje nastala v roce 1981, kdy byla mezi ústředním výborem Socialistického svazu mládeže a Československou akademií zemědělskou podepsána dohoda o vzájemné spolupráci při zvyšování vědecké úrovně a podílu mladých odborníků pracujících ve výzkumné a vývojové základně zemědělství, potravinářského průmyslu, lesního a vodního hospodářství na výsledcích vědeckotechnického rozvoje.

Na základě této dohody vznikla již na začátku roku 1981 Sekce mladých pracovníků výzkumné a vývojové základny při Radě pro organizace na vesnicích a zemědělských závodech ÚV SSM a ČSAZ (dále jen Sekce MP VVZ), jejímž úkolem je podílet se při:

- výchově a přípravě mladých vědeckých pracovníků, zejména v návaznosti na urychlení jejich vědecké orientace na progresivní vědecké úkoly;
- organizačním a obsahovým zajištění celostátní soutěže mladých výzkumníků o Plaketu ÚV SSM a ČSAZ;
- organizování různých odborných seminářů, konzultací, konferencí, tematických zájezdů apod.;
- řešení problémů vycházejících z potřeb Rad mladých zemědělských odborníků výzkumné a vývojové základny a praxe.

K naplnění uvedených úkolů přispívá Sekce MP VVZ ve spolupráci s ČSAZ a ÚV SSM. Její činnost lze shrnout takto:

Především jde o správné zaměření a urychlení vědecké orientace na progresivní vědecké úkoly jak v oblasti základního výzkumu, tak v oblasti výzkumu aplikovaného. ČSAZ a její vědecké orgány zajišťují tento úkol úzkou spoluprací a jednotlivými odbornými skupinami Sekce, které patří do sféry jejich působnosti. Jednotlivé vědecké orgány ČSAZ v rámci plánu práce pravidelně projednávají i činnost mladých vědeckých pracovníků. Zástupci mladých vědeckých pracovníků se zúčastňují všech akcí, které vědecké orgány pořádají; nejde však pouze o účast, jde o to, aby mladí pracovníci byli v neustálém kontaktu s řídicími pracovníky, kteří vytyčují hlavní úkoly pro danou oblast, a to jak krátkodobé, tak i perspektivní. To umožňuje seznamovat se se syntetickými pracemi jednotlivých orgánů a konfrontovat je s vlastními, většinou úzce zaměřenými experimentálními úkoly teoretického i aplikovaného charakteru.

Pochopitelně, že forma účasti na práci vědeckých orgánů ČSAZ není jediným způsobem výchovy mladých vědeckých pracovníků. Československá akademie zemědělská a její vědecké orgány organizují pro mladé vědecké pracovníky přednášky, konzultace, semináře, konference, tematické zájezdy apod. Při organizování přednášek jde především o to jednak ukázat úkoly, před kterými stojí příslušný vědní obor, jednak dále rozebrat stav řešení těchto úkolů u nás, podrobně zhodnotit stav ve světě a na základě těchto skutečností nastínit úkoly pro naši vědeckovýzkumnou základnu. Na těchto seminářích se téměř ve všech případech aktivně podílejí i mladí vědeckí pracovníci svými pracemi. Na seminářích má být především vyvolána diskuse k probírané problematice. Formulování vědeckého problému, jeho prezentace a obhajoba v diskusi je pokládána za velmi důležitou formu výchovy.

Ze seminářů, které byly až dosud organizovány, lze jako úspěšné příklady uvést: Životní prostředí venkovské krajiny; Člověk, půda, prostředí; Možnosti efektivnějšího využití zdrojů bílkovin; Perspektivní směry rozvoje zemědělské mechanizace v 8. pětiletce; Další možnosti intenzifikace ve výrobě obilovin a jiné.

Perspektivně je třeba, aby se na těchto seminářích ve větší míře zúčastňovali i mladí technicko-inženýrští pracovníci z praxe. Touto cestou se vytvoří optimální podmínky pro vzájemnou konfrontaci výsledků vědy a výzkumu v návaznosti na praxi a zpětné promítnutí úkolů praxe do hlavních směrů činnosti výzkumné a vý-

vojové základny. I v této oblasti bylo již dosaženo určitých pozitivních výsledků, například spolupráce odborné skupiny pro krmivovou základnu se Státním statkem Rokytnice nad Jizerou na řešení intenzifikace krmivové základny, nebo spolupráce mladých vědeckých pracovníků s VŠZ v Praze a se Státním statkem Chomutov při řešení semenářství vojtěšky apod.

Úroveň i velký zájem o účast na jednotlivých seminářích dokazuje, že tato forma je mimo již uvedený výchovný efekt na pracovníky vědeckovýzkumné základny vhodná i jako místo pro komunikaci mezi mladými lidmi z vědeckovýzkumné základny, vysokých škol a praxe. Důkazem toho jsou kontakty v odborné spolupráci mezi těmito mladými lidmi, právě díky uvedeným seminářům. Je tedy třeba i nadále v ČSAZ a ve spolupráci s ÚV SSM vytvářet co nejlepší podmínky pro tuto výchovnou formu. Vědecké orgány ČSAZ mají zajistit, aby na seminářích vystupovali přední vědeckí pracovníci příslušných oborů.

Při výchovné činnosti je nutné rozvíjet i úroveň politického myšlení a společenské angažovanosti mladých lidí. Ve spolupráci s ÚV SSM je nezbytné vytvářet takové podmínky výchovy, aby vyrůstající vědecká generace byla uvědomělým příslušníkem socialistické technické inteligence. Z tohoto pohledu jde tedy o propojení odborné a politickovýchovné činnosti.

Splnění tohoto úkolu je vázáno nejen na co nejužší spolupráci mezi ČSAZ a mladými pracovníky, ale na jejich vazbu mezi stranickými, hospodářskými, odborovými i svazáckými organizacemi na vlastních pracovištích. Z tohoto pohledu mají jednotlivá pracoviště svoje nezastupitelné místo.

Mladí vědeckí pracovníci úspěšně prezentovali výsledky svých prací i na celostátních výstavách Země živitelka a Agrokomplex. Také Věstník ČSAZ pomáhá propagovat práci Sekce a zvyšovat zájem o její činnost. V roce 1984 byl poprvé vydán samostatný sborník ČSAZ věnovaný vítězným pracím ve třetím ročníku socialistické soutěže o nejlepší výzkumnou práci v roce 1983 a sborník ČSAZ, v němž jsou uveřejněny práce mladých výzkumníků z tematické expozice Mladá věda na výstavě Země živitelka 1984 v Českých Budějovicích.

Sekce MP VVZ je rozdělena do 12 odborných skupin podle jednotlivých vědeckých orgánů ČSAZ takto:

- I. odbor zvelebení a ochrany půdního fondu,
- II. odbor rostlinné výroby,
- III. odbor živočišné výroby,
- IV. odbor veterinárního lékařství,
- V. odbor zemědělské techniky,
- VI. odbor výživy a potravinářského průmyslu,
- VII. odbor ekonomiky, organizace a řízení,
- VIII. odbor lesního hospodářství,
- IX. odbor vodního hospodářství,
- X. ústřední komise pro krmivovou základnu,
- XI. ústřední komise pro tvorbu a ochranu životního prostředí,
- XII. ústřední komise pro vědecké a technické informace.

V čele sekce pracuje devítičlenné vedení, které koordinuje činnost jednotlivých odborných skupin, řeší jejich požadavky, garantuje socialistickou soutěž o Plaketu ÚV SSM a ČSAZ, zprostředkovává spojení Rad mladých odborníků (RMO) z praxe s mladými pracovníky z vědeckovýzkumné základny atd.

Odbor zemědělské techniky se aktivně zapojil do práce sekce MP VVZ. Díky pochopení vedení VÚZT Praha-Rěpy se mimo vlastní činnost V. odborné skupiny Zemědělská technika účastnil při zakládání a tvorbě programových, statutárních i organizačních dokumentů pro činnost sekce MP VVZ. Od jejího vzniku má přímé zastoupení ve vedení sekce MP VVZ.

Odborná skupina Zemědělská technika se podílí na plnění úkolů v rámci své odborné působnosti. Postupně jsou navazovány kontakty s dalšími pracovišti zabývajícími se zemědělskou technikou a zvětšuje se provázanost vědeckovýzkumných ústavů, vysokých škol a praxe.

Z mnoha akcí pořádaných V. odbornou skupinou je třeba uvést alespoň pořádání odborných seminářů (Země živitelka — České Budějovice 1981—1983; Agrokomplex — Nitra 1984), účast v socialistické soutěži o Plaketu ÚV SSM a ČSAZ, snahu zavádět přední práce do zemědělské praxe a řešit problémy praxe.

Aktivní činnost mladých pracovníků VÚZT Praha-Rěpy je zřejmá z toho, že v posledních ročnících socialistické soutěže se jejich práce umísťují na předních místech.

Uvádíme stručné výtahy prací oceněných v posledním ročníku soutěže, které dokumentují široký rozsah odborného zaměření.

VÝVOJ KONTINUÁLNÍHO PRŮTOKOMĚRU MLÉKA PRO ŘÍZENÍ PROCESU DOJENÍ

Ing. Vladimír Čech

Řešení této problematiky úzce souvisí s vývojem systému pro automatické řízení procesu dojení, neboť v současné době není k dispozici jednoduché zařízení schopné zajišťovat intenzitu dojení, které by bylo vhodné pro tyto účely.

Podle navržené metody je okamžitý průtok mléka měřen na principu odlišném od většiny známých způsobů. Hodnota průtoku je zjišťována nepřímo, snímáním výšky hladiny protékajícího mléka před definovaným přepadem. Tento způsob odstraňuje některé nedostatky dosud používaných metod, např. malou provozní spolehlivost vyloučením pohyblivých mechanických částí, malou přesnost pro malé průtoky atd.

Při vývoji průtokoměru se vycházelo ze specifických podmínek provozu zařízení tohoto typu:

- a) měnící se tlakové poměry se střední hodnotou podtlaku kPa,
- b) kolísání průtoku v rozmezí 0 až 10 kg za minutu,
- c) měřené médium je směsí mléka a vzduchu v různém poměru,
- d) mléko má proměnné fyzikální a chemické vlastnosti,
- e) zařízení bude v provozu v náročných klimatických podmínkách.

Principiálně je průtokoměr tvořen dvěma komorami, oddělenými svislou šterbinou. Z první komory protéká mléko přes šterbinu do komory druhé a výška jeho hladiny před šterbinou v první komoře odpovídá okamžitému průtoku mléka. Závislost výšky hladiny na průtoku mléka pro rovnoběžný tvar šterbiny není lineární, proto byl k linearizaci využit mikropočítač na bázi mikroprocesoru 8080. Rovnoběžný tvar šterbiny jednak přináší výhody z hlediska technické jednoduchosti při realizaci, jednak se jím podstatně zvýší citlivost průtokoměru pro malé průtoky proti tvaru šterbiny, jenž by zachoval lineární závislost výšky hladiny na okamžitém průtoku.

V práci je teoreticky odvozeno a výsledky měření potvrzují, že za předpokladu, že výška hladiny mléka bude snímána s přesností 0,1 mm a maximální relativní chyba měření bude 3 %, bude minimální měřitelný průtok 0,07 kg za minutu pro šířku šterbiny 1,7 mm. Tyto hodnoty plně vyhovují požadované citlivosti průtokoměru pro okamžité i pro integrální měření průtoku.

Experimenty v základním uspořádání s přímým měřením výšky hladiny mléka ukázaly, že ani jedna ze známých jednoduchých metod snímání výšky hladiny nevyhovuje nárokům na přesnost a dlouhodobou stabilitu. Hlavní příčinou jsou proměnné fyzikálně chemické vlastnosti protékajícího mléka, např. výrazné zvlnění hladiny, disperzní charakter vůči šíření zvuků, tlakové rázy, značná smáčivost, proměnná vodivost atd.

Z tohoto důvodu byla vyvinuta metoda s využitím referenční kapaliny, jejíž výška hladiny sleduje výšku hladiny mléka před šterbinou. Referenční kapalina byla od mléka oddělena poddajnou membránou, již se na principu spojitých nádob dosáhlo vyrovnání hladin obou kapalin. Vlastnosti referenční kapaliny mohly být snadno přizpůsobeny požadavkům dané metody snímání výšky její hladiny.

V prvních experimentech v tomto uspořádání se pro snímání výšky hladiny využívalo kapacitní metody. Jako referenční kapalina byl použit elektrolyt tvořený slabým roztokem chloridu draselného v destilované vodě. S touto metodou bylo dosaženo pozitivních výsledků pro průtoky vyšší než 0,5 kg za minutu; relativní chyba měření průtoku činila maximálně 3 %. Pro nižší průtoky se projevovovala značná chyba, která byla hlavně způsobena smáčivostí elektrolytu a poměrně malým svodovým odporem dielektrika kapacitní elektrody, jenž se měnil v průběhu měření. Aby se zvýšila přesnost a stabilita, byla kapacitní metoda snímání výšky hladiny v další fázi nahrazena metodou ultrazvukovou. Jako referenční kapalina zde byla užita destilovaná voda. Tento způsob byl zatím zkoušen pouze pro statické měření.

K řízení průběhu měření a jeho vyhodnocení bylo s výhodou využíváno jednoduchého mikropočítače s mikroprocesorem 8080. Sestava mikropočítače dále obsahovala programovatelný čítač 8253, interface pro připojení kapacitních nebo ultrazvukových čidel a jednoduchou klávesnici s displejem. Tato konfigurace umožňo-

vala značnou variabilitu celého měřicího systému pouze změnou programového vybavení.

V dalším vývoji se v průtokoměru počítá s využitím jednočipového mikropočítače československé výroby MHB 8048, což by značně zjednodušilo zapojení celé elektronické části. Průtokoměr má být aplikován především do mobilních dojíčích strojů, ve kterých by procesor nejen zjišťoval okamžitý a integrální průtok, ale zajišťoval by i řízení celého dojíčícího stroje, včetně sběru dat od jednotlivých dojíčnic a přenosu těchto dat do centrální jednotky dojíčny.

VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY PŘI ZPRACOVÁNÍ ČS. SOUSTAVY STROJŮ PRO KOMPLEXNÍ MECHANIZACI ČS. ZEMĚDĚLSTVÍ

Ing. Jiří Kacero v s k ý, CSc., ing. Josef Hlinka, Josef Viš i n s k ý, CSc.

Ve složitějších podmínkách a při vysokých nárocích na řízení technické politiky československého zemědělství pro 8. 5LP, a tedy i na výstupy čs. soustavy strojů, bylo nezbytné přistoupit i v této oblasti k postupnému vytváření automatizovaného informačního systému, vycházejícího zejména z částí datové základny týkající se rejstříku strojů, která má největší frekvenci využívání.

Práce na vytvoření banky dat československé soustavy strojů byly zahájeny v roce 1983. Po provedení systémové analýzy, podložené výsledky a zkušenostmi z předcházejících prací na soustavě strojů, byla na základě koncepcí rozvoje jednotlivých odvětví pro období 8. 5LP vypracována datová základna pro počítačové zpracování rejstříku strojů.

Při tvorbě banky dat bylo třeba řešit různé problémové okruhy, jako např. stanovit druh a počet sledovaných informací, jejich přesnost, opakovatelnost, trvanlivost, zdroje a vzájemné vazby, vyřešit organizační, technické a programové vybavení, aktualizaci informací, jejich výběr, zabezpečit odpovídající rozvoj technického vybavení banky dat v budoucím období apod.

Struktura datové základny je tato: Systém soustavy strojů je členěn na subsystémy jednotlivých částí (odvětví). Prvkem subsystému je položka. Položkou (informační jednotkou) rozumíme soubor údajů o stroji, zařízení nebo lince, který je požadován v základních materiálech soustavy strojů.

Využití datové základny se orientovalo na tři základní okruhy, kterými jsou:

1. návrh rejstříku československé soustavy strojů na období let 1986 až 1990;
2. společenská objednávka potřeby investičních dodávek strojů a zařízení pro zemědělství ČSSR v období let 1986 až 1990;
3. syntetické ukazatele, charakterizující potřebu investičních dodávek strojů a zařízení pro zemědělství ČSSR v období let 1986 až 1990 podle dodávek resortů, odvětví, výrobců.

Mimo uvedené využití byly zpracovány další analytické a syntetizující soustavy, jako např. stupeň zajištění strojů a zařízení podle částí soustavy, podle resortů, přehled nezajištěných strojů, rozdělení investiční náročnosti položek podle stanoveného intervalu cen, podle stanoveného rozsahu sériovosti dodávek a základní normativy potřeb zemědělské techniky pro období 8. 5LP.

V další etapě prací bude nezbytné postupně doplňovat údaje a technologické, technické a exploatační ukazatele v rámci zpracování A/Zoo/TP a vzorových velkovýrobních postupů. Po vytvoření programového vybavení k takto doplněné datové základně je možné uvažovat o daleko vyšším využití tohoto informačního systému. Bude se jednat zejména o technický rejstřík strojů, modelování vzorových technologických postupů, hledání optimalizace technologických procesů a tvorbu variantních komplexních řešení mechanizace a automatizace československého zemědělství.

Ing. Jiří Kacero v s k ý, CSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

OBSAH

Dajbych J., Grečenko A.: Poznatky o jízdních vlastnostech svahových strojů na travnatém povrchu	65
Šesták J., Sklenka P., Škulavík L., Zvada D.: Použití metody konečných prvků při projektovém návrhu rámu nadstavby samohybného zberacieho voza	81
Sinek F.: Charakter podtlaku v dojících zařízeních	99
Eichler Ch.: Poruchy naftových motorov a ich vplyv na optimálnu údržbu	115
Z vědeckého života	
Kacero vský J.: Sekce mladých pracovníků vědeckov ýzkumné základy a praxe a její činnost v oblasti zemědělské techniky	125

СОДЕРЖАНИЕ

Дайбых Й., Греченко А.: Данные о показателях качества ходовой системы машин для работ на покрытых травостоем склонах	80
Шестак Й., Скленка П., Шкулавик Л., Звада Д.: Применение метода конечных элементов в разработке проекта рамы платформы самоходных тележек-подборщиков	97
Синек Ф.: Характер создания рабочего вакуума в доильных машинах	113
Айхлер Х.: Решение вопросов дефектов дизельных двигателей в связи с их воздействием на оптимальный уровень качества технического ухода за ними	123

CONTENTS

Dajbych J., Grečenko A.: Slope Crossing Performance of Hillside Machines on Grassy Terrain	80
Šesták J., Sklenka P., Škulavík L., Zvada D.: The Use of the Finite Element Method for Designing the Frame of the Self-Loading Trailer Body	97
Sinek F.: Characteristics of Vacuum in Milking Machines	113
Eichler Ch.: Diesel Engine Failures and their Influence on Optimum Maintenance	123

INHALT

Dajbych J., Grečenko A.: Erkenntnisse über Fahreigenschaften von Hangmaschinen auf Grasböden	80
Šesták J., Sklenka P., Škulavík L., Zvada D.: Anwendung der Methode der endlichen Elemente beim Projektvorschlag des Rahmens des Aufbaus eines selbstfahrenden Ladewagens	97
Sinek F.: Charakter des Unterdruckes in Melkanlagen	114
Eichler Ch.: Störungen der Dieselmotoren und ihr Einfluß auf optimale Instandhaltung	123

Rukopisy odevzdány k tisku 27. 10. 1984 — Podepsáno k tisku 28. 12. 1984

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, tř. Lidových milicí 22, 120 00 Praha 2.