

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 27 (LIV)
PRAHA
ČERVEN 1981
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
ing. Vladimír Dufek, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Fran-
tišek Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Dušan
Hutla, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Jiří Kulík, Jan Květoň,
ing. Vladimír Píša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing.
Zdeněk Štefl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1981

■

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozbor 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. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■

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

■

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

VYUŽITÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKY PŘI ŘÍZENÍ PROVOZU SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

V. Uher, M. Kavka

UHER, V. — KAVKA, M. (OP Státní statky Tachov; Vysoká škola zemědělská Praha): *Využití výpočetní techniky při řízení provozu sklízecích mlátiček*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 321-334.

Využití výpočetní techniky při sestavování strojních linek lze považovat za jednu z cest ke zkvalitnění procesu řízení ve všech jeho fázích. Proto bylo přistoupeno k sestavení rozhodovacích tabulek pro stanovení počtu dopravních prostředků potřebných ke skupině sklízecích mlátiček E-516 při různých pracovních podmínkách. Základní vstupní informace byly získány vyhodnocením žní v r. 1979 a výsledky pro rozšířené spektrum vstupních informací byly ověřeny v r. 1980. Sestavený matematický model a výsledky prezentované v článku lze doporučit k využití v širší zemědělské praxi.

sestavování strojních linek; modelování mechanizovaných procesů; rozhodovací tabulky; využití sklízecích mlátiček

Významnými fázemi každého cyklu řízení [Pilíšek aj., 1973] jsou informace a rozhodnutí.

Pravdivé informace jsou základním předpokladem pro správné rozhodnutí. Přitom je třeba zdůraznit, že k rozhodování musí být optimální množství aktuálních informací; systém nesmí být informacemi zahlcen ani nedostatečně informován.

Správné rozhodnutí je vždy výsledkem určité frekvence činností. Jedná se o proces, jehož hlavním smyslem je zpracovat získané informace a z možných řešení vybrat optimální variantu.

Vzhledem k tomu, že se při řízení provozu zemědělské strojové techniky jedná vesměs o tzv. neantagonistické konfliktní situace [Maňas, 1974], je žádoucí [při současných velikostech zemědělských podniků a složitosti strojních linek] vědecké pojetí rozhodování, resp. řízení. Přitom vystupuje do popředí využití výpočetní techniky a počítačových programů k řízení provozu strojních linek v reálném čase. Z těchto důvodů jsme přistoupili k využití modelu pro sestavování strojních linek na sklizeň zrnin a pro řízení provozu sklízecích mlátiček (se zaměřením na sklízecí mlátičky E-516) v podmínkách OP St. st. Tachov.

METODA

Stupeň věrnosti matematického modelu závisí na kvalitě vstupních informací a na rozsahu použitých aktivit. Proto je žádoucí považovat

za základ vstupních informací veličiny změřené při určitých provozních situacích přímo v zemědělské praxi a s využitím matematického modelu a počítače rozšířit spektrum těchto provozních situací, resp. sestavit tzv. rozhodovací tabulky.

Pro sestavování strojních linek na sklizeň zrnin je nutné znát tyto vstupní informace:

— typy sklízecích mlátiček a základní údaje o nich, tj. záběr, hmotnost, výkon motoru, objem zásobníku zrna, průchodnost, energetickou náročnost pohonu sklízecí mlátičky, čas vyprazdňování zásobníku zrna, náklady na 1 hodinu práce sklízecí mlátičky;

— typy dopravních prostředků a základní údaje o nich, tj. objem korby, střední přepravní rychlost, způsob jízdy (s vleky, bez vleků), náklady na 1 hodinu dopravního prostředku;

— pracovní podmínky, tj. druh sklizně, svahovitost, výnos, slamnatost, objemová hmotnost zrna, součinitel využití pracovního záběru, exploatační součinitele, přepravní vzdálenost, způsob vyprazdňování zásobníku zrna (za jízdy, při stání), čas skládání dopravního prostředku, ztrátový čas během jednoho dopravního cyklu, čas jízdy po poli od signalizace sklízecí mlátičky, maximální počet sklízecích mlátiček a dopravních prostředků v lince.

Matematický model pro sestavování strojních linek na sklizeň zrnin lze rozdělit do pěti základních částí:

1. čtení vstupních údajů,
2. optimalizace pracovního režimu sklízecí mlátičky,
3. sestavování (n) strojních linek s různým počtem sklízecích mlátiček $(i = 1, 2, \dots, n)$ ve skupině,
4. stanovení pořadí výhodnosti,
5. tisk výsledků.

Nejvýznamnějšími kroky výpočtu je optimalizace pracovního režimu sklízecí mlátičky a sestavení (n) strojních linek s různým počtem sklízecích mlátiček ve skupině.

Optimalizace pracovního režimu sklízecí mlátičky znamená stanovení pojezdové rychlosti (výkonnosti) sklízecí mlátičky s ohledem na její průchodnost, energetickou bilanci a exploatační součinitele. Průchodnost sklízecí mlátičky a výkon odebíraný k jejímu pohonu je závislý na výnosu, slamnatosti, pojezdové rychlosti, stavu porostu a druhu plodiny. Výkon odebíraný na pojezd je závislý na hmotnosti sklízecí mlátičky, pojezdové rychlosti, svahovitosti a účinnosti (mechanické a prokluzové). Výsledná pojezdová rychlost musí respektovat všechny uvedené okolnosti a měla by být za daných omezení maximální. K vlastnímu sestavení strojní linky je třeba mít k dispozici výkonnost v čase $(T_{02} + T_{41} + T_{42} + T_{44} + T_5)$, tj. je nutné získanou technickou výkonnost v čase hlavním násobit odpovídajícím exploatačním součinitelem.

Přístupy k sestavování (n) strojních linek s různým počtem sklízecích mlátiček ve skupině $(i = 1, 2, \dots, n)$ popisuje Kavka (1980). K výpočtům bylo použito modelu respektujícího klasický (K) způsob výpočtu kritérií a umožňujícího automatické propočítávání všech kombinací počtu prvků v člancích a stanovení pořadí výhodnosti. Výkonnost dopravních prostředků byla vypočítána podle vztahu (1). Kritériem přiřazení byly přímé jednotkové náklady vztah (2).

$$W_{at} = \frac{L}{\left(t_{vz} + \frac{t_p}{a \cdot i} + t_{jp}\right) \cdot n + t_j + t_v + t_z} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1}) \quad (1)$$

$$PN_{ij}^1 = \frac{i \cdot hPN_i + j \cdot hPN_j}{W_{lij}} \quad (\text{Kčs} \cdot \text{ha}^{-1}) \quad (2)$$

U tohoto kritéria je rozhodující zejména poměr mezi náklady na hodinu provozu sklízecí mlátičky a náklady na hodinu provozu dopravního prostředku, který činil (s ohledem na vnitropodnikové kalkulace):

I. Charakteristika pracovních podmínek při sklizni zrnin skupinou dvou sklízecích mlátiček E-516 na OP Státní statky Tachov — Characteristics of the work conditions at grain harvesting with a group of two E-516 harvester-threshers on the Tachov State Farms

Ukazatel		Údaj				
Plodina		řepka	pšenice	ječmen	obiloviny celkem	celkem
Počet dní nasazení (d. sez ⁻¹)	kalendářních	5	27	10	37	42
	pracovních	4	23	8	31	35
Součinitel pracovních dní (1)		0,80	0,85	0,80	0,84	0,83
Výnos (t. ha ⁻¹)	zrna	1,98	4,15	3,58	4,02	x
	slámy cca	2,00	4,56	3,60	4,10	x
Slamnatost (l)		1,01	1,10	1,00	1,02	x
Průměrná svahovitost (°)		2	3	5	4	3
Průměrná přepravní vzdálenost (km)		12,6	9,8	14,2	12,0	12,3
Průměrný čas skládání dopravního prostředku (min)		8	7	9	8	8
Průměrný počet dopravních prostředků u skupiny (1)	5 t bez vleků	5	6	6	x	x
	9 t bez vleků	2—3	3—4	3—4	x	x
Způsob vyprazdňování zásobníků zrna		při stání				
Součinitel $K_{02/06}$ ¹⁾		0,75	0,73	0,73	0,73	0,732

¹⁾ $K_{02/07} = \frac{T_{02}}{T_{07}}$ — hodnoty součinitele nutno považovat za orientační, neboť z prvotních dokladů nebylo možno zjistit odpovídající časovou strukturu. V čase T_{02} jsou zřejmě obsaženy i složky T_{41} , T_5 a T_{72}

II. Vybrané exploatační ukazatele skupiny dvou sklízecích mlátiček E-516 dosažené v r. 1979 na OP Státní statky Tachov — Some exploitation data of the group of two E-516 harvester-threshers obtained on the Tachov State Farms in 1979

Údaj			Sklízecí mlátička č. — skupina					
			1		2		skupina	
Časový interval			sezóna	pracovní den	sezóna	pracovní den	sezóna	pracovní den
Časová struktura vztažená k sezóně (h.sez. ⁻¹) a k jednomu dni (h.d. ⁻¹)	řepka	T_{02}	35,0	8,75	35,0	8,75	35,0	8,75
		T_{04}	42,8	10,70	42,8	10,70	42,8	10,70
		T_{05}	43,1	10,78	43,1	10,78	43,1	10,78
		T_{07}	46,8	11,70	46,8	11,70	46,8	11,70
	pšenice	T_{02}	220,5	9,59	220,5	9,59	220,5	9,59
		T_{04}	274,5	11,93	274,5	11,93	274,5	11,93
		T_{05}	276,8	12,03	276,8	12,03	276,8	12,03
		T_{07}	302,5	13,15	302,5	13,15	302,5	13,15
	ječmen	T_{02}	75,0	9,38	75,0	9,38	75,0	9,38
		T_{04}	92,2	11,52	92,2	11,52	92,2	11,52
		T_{05}	93,0	11,63	93,0	11,63	93,0	11,63
		T_{07}	103,2	12,90	103,2	12,90	103,2	12,90
	průměr za celé žně	T_{02}	330,5	9,44	330,5	9,44	330,5	9,44
		T_{04}	409,5	11,70	409,5	11,70	409,5	11,70
		T_{05}	412,9	11,98	412,9	11,98	412,9	11,98
		T_{07}	452,5	12,92	452,5	12,92	452,5	12,92
Přejezdy (km)	řepka		40,0	10,00	40,0	10,00	40,0	10,0
	pšenice		78,0	3,39	78,0	3,39	78,0	3,39
	ječmen		25,0	3,12	25,0	3,12	25,0	3,12
	průměr za celé žně		143,0	4,08	143,0	4,08	143,0	4,08
Výkonnost sezónní (ha; t.sez. ⁻¹) a denní (ha; t.d. ⁻¹)	řepka	H	55,0	13,75	55,0	13,75	110,0	27,50
		T	108,9	27,22	108,9	27,22	217,8	54,44
	pšenice	H	348,5	15,15	342,5	14,89	691,0	30,04
		T	1443,7	62,77	1422,9	61,86	2866,6	124,63
	ječmen	H	107,0	13,38	107,0	13,38	214,0	26,76
		T	382,9	47,86	382,9	47,86	765,8	95,72
	celkem	H	510,5	14,59	504,5	14,41	1015,0	29,0

H — výkonost v ha.sez.⁻¹ nebo ha.d.⁻¹

T — výkonost v t.sez.⁻¹ nebo t.d.⁻¹

Údaj				Sklízecí mlátička č. — skupina		
				1	2	skupina
Výkonnost hodinová (ha; t.h ⁻¹)	řepka	W ₀₂	H	1,57	1,57	3,14
			T	3,11	3,11	6,22
		W ₀₄	H	1,29	1,29	2,58
			T	2,54	2,54	5,08
		W ₀₅	H	1,27	1,27	5,54
			T	2,52	2,52	5,04
	pšenice	W ₀₇	H	1,15	1,15	2,30
			T	2,33	2,33	4,66
		W ₀₂	H	1,58	1,56	3,14
			T	6,55	6,45	13,00
		W ₀₄	H	1,27	1,24	2,51
			T	5,26	5,18	10,44
		W ₀₅	H	1,26	1,23	2,49
			T	5,22	5,14	10,36
	ječmen	W ₀₇	H	1,15	1,13	2,28
			T	4,77	4,70	9,47
		W ₀₂	H	1,43	1,43	2,86
			T	5,10	5,10	10,20
		W ₀₄	H	1,16	1,16	2,32
			T	4,15	4,15	8,30
	průměr za celé žně	W ₀₅	H	1,15	1,15	2,30
			T	4,12	4,12	8,24
		W ₀₇	H	1,04	1,04	2,08
			T	3,71	3,71	7,42
		W ₀₂	H	1,55	1,52	3,07
			T	1,25	1,23	2,48
Spotřeba nafty celkem (l) a na hektar (l.ha ⁻¹)	řepka	celkem		865	865	1 730
			l. ha	15,72	15,72	15,72
	pšenice	celkem		4540	4465	9 005
			l. ha	13,02	13,04	13,03
	ječmen	celkem		1500	1500	3 000
			l. ha	14,02	14,02	14,02
	průměr za celé žně	celkem		6905	6830	13 735
			l. ha ⁻¹	13,53	13,54	13,53

NA — 5 t bez vleku	5,43 : 1
NA — 5 t s vlekem	4,75 : 1
NA — 9 t bez vleku	3,80 : 1
NA — 9 t s vlekem	3,45 : 1

VLASTNÍ PRÁCE

Vyhodnocením prvotních nákladů, tj. „Příkazů k práci a výkazů práce traktoristy“ a pracovních podmínek byly získány údaje shrnuté v tab. I a II.

V tab. I jsou uvedeny průměrné hodnoty ukazatelů charakterizujících pracovní podmínky při sklizni zrnin skupinou dvou sklízecích mlátiček E-516 na OP St. st. Tachov. Průměrné hodnoty ukazatelů se staly základem, ze kterého bylo odvozeno spektrum vstupních informací nutných k výpočtu odpovídajících variant výsledků. Varianty vstupních informací jsou uvedeny v tab. III.

Tab. II udává přehled exploatačních ukazatelů, kterých bylo dosaženo jednotlivými sklízecími mlátičkami při žních v roce 1979. Z údajů v této tabulce lze jednak usuzovat na úroveň využití těchto strojů, jednak slouží k porovnání výsledků z počítače se skutečností dosaženou v praxi.

III. Varianty vstupních informací — Variants of input information

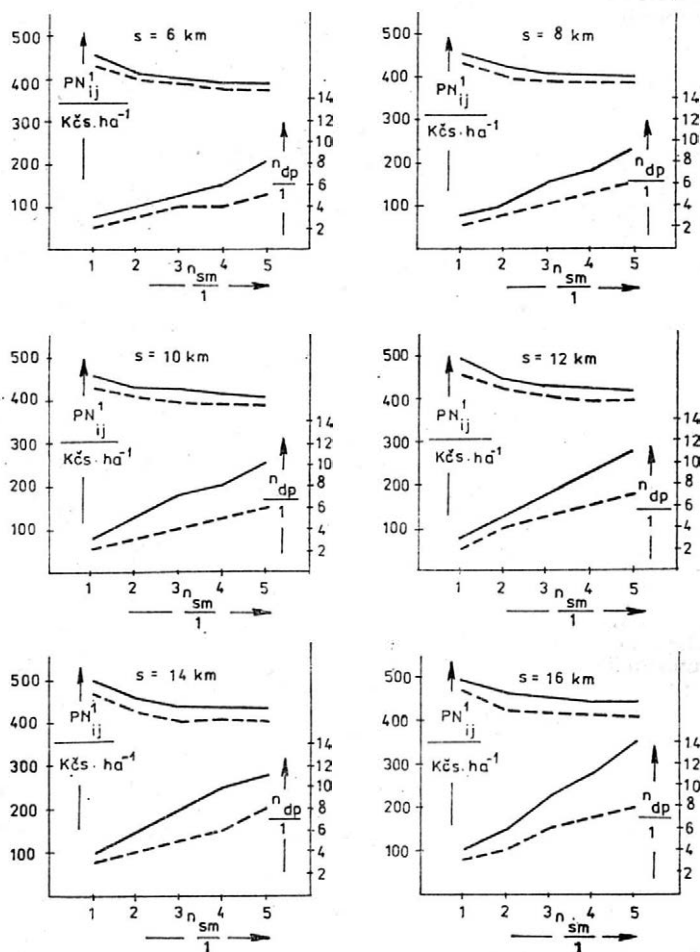
Ukazatel	Údaj		
Plodina	řepka	pšenice	ječmen
Typ sklízecí mlátičky	E-516		
Typ dopravního prostředku	5 t, 9 t — bez vleků a s vleky		
Výnos (t.ha ⁻¹)	2	3,5; 4,0; 4,5	
Průměrná svahovitost (°)	2	4	
Přepravní vzdálenost (km) (v jednom směru)	6, 8, 10, 12, 14, 16		
Čas skládání dopravního (bez vleků / s vleky) (min)	8/14		
Střední přepravní rychlost (bez vleků / s vleky) (km.h ⁻¹)	22/20		
Způsob vyprazdňování zásobníku zrna	při stání		
Součinitel využití průchodnosti sklízecí mlátičky	0,5; 0,6		
Změna součinitele využití průchodnosti s ohledem na druh plodiny	0,5	1	

Zadáním celkem 720 variant vstupních informací (tab. III) byly získány sestavy strojních linek a základní ekonomické a exploatační ukazatele, charakterizující každou sestavu. Výsledky jsou zpracovány do tab. IV a V a pro charakteristické průměrné údaje byly sestaveny grafy (obr. 1 a 2), pomocí nichž lze lépe posoudit vzájemné vazby mezi články linky. Výpočty jsme dělali pro skupiny dvou až pěti sklízecích mlátiček E-516 i pro individuální nasazení. Ve sklizňovém období v roce 1980 byly ověřovány pro skupinu dvou sklízecích mlátiček.

DISKUSE

Z tab. II vyplývá, že v roce 1979 bylo využití sklízecích mlátiček E-516 dobré. S ohledem na omezené dopravní kapacity byla v roce 1980 snaha optimalizovat i využití dopravních prostředků při zachování dobrého využití sklízecích mlátiček. K tomu právě vhodně posloužily výsledky výpočtu uvedené v tab. IV a V. V praxi byly údaje z tab. IV a V kladně ověřeny na OP St. st. Tachov skupinou dvou sklízecích mlátiček E-516 a nákladními automobily o nosnosti 9 až 10 t s vleky.

1. Průběh nákladů a počtu nákladních automobilů o nosnosti 5 t (bez vleků a s vleky) při sklizni obilovin (výnos 4 t.ha⁻¹) v závislosti na velikosti skupiny sklízecích mlátiček E-516 (výkonost 1,6 ha.h⁻¹) a pro různé dopravní vzdálenosti — The course of the costs and number of 5t trucks (without and with trailers) during cereal harvesting (yield 4 tons per ha), as depending on the sizes of the group of the E-516 harvester-threshers (performance 1.6 ha per h) and on different transport distances



IV. Výsledky výpočtu (řepka) — Results of calculation (rape)

Rozhodovací situace:

Plodina: řepka Výnos: 2 t.ha⁻¹

Typ sklízecí mlátičky: E-516

Výkonnost (ha.h ⁻¹)				1,5					1,8				
Velikost skupiny sklízecích mlátiček				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Požadovaný počet nákladních automobilů	bez vleků	dopravní vzdálenost (km)	6	2	3	3	4	5	2	3	4	5	5
			8	2	3	4	4	5	2	3	4	5	6
			10	2	3	4	5	6	3	4	5	6	7
			12	3	4	4	5	6	3	4	5	6	7
			14	3	4	5	6	7	3	4	6	7	8
			16	3	4	5	6	8	3	5	6	7	9
	s vleky	dopravní vzdálenost (km)	6	2	2	2	3	3	2	2	3	3	4
			8	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4
			10	2	2	3	3	4	2	3	3	4	4
			12	2	2	3	4	4	2	3	3	4	5
			14	2	3	3	4	4	2	3	3	4	6
			16	2	3	3	4	5	2	3	4	5	6
Požadovaný počet nákladních automobilů 9 t	bez vleků	dopravní vzdálenost (km)	6	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4
			8	2	2	3	3	4	2	3	3	4	4
			10	2	3	3	4	4	2	3	3	4	5
			12	2	3	3	4	4	2	3	4	4	5
			14	2	3	3	4	5	2	3	4	5	6
			16	2	3	4	4	5	2	3	4	5	6
	s vleky	dopravní vzdálenost (km)	6	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3
			8	2	2	2	3	3	2	2	2	3	3
			10	2	2	2	3	3	2	2	3	3	3
			12	2	2	2	3	3	2	2	3	3	4
			14	2	2	3	3	3	2	2	3	3	4
			16	2	2	3	3	4	2	2	3	3	4

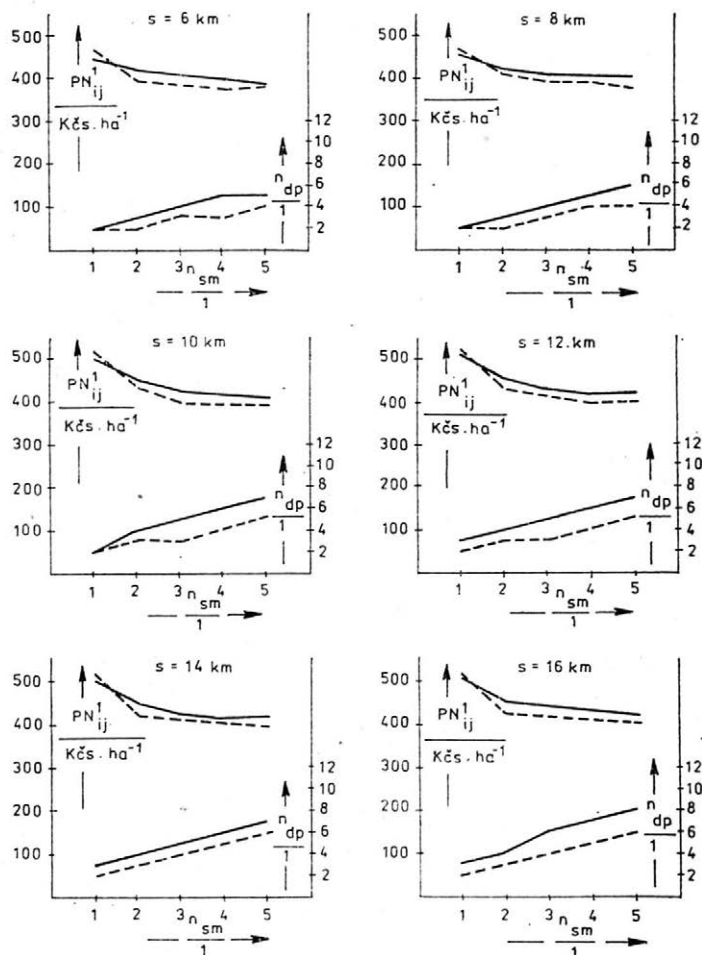
Současně byl ověřen matematický model pro sestavování strojních linek na sklizeň zrnin a lze jej doporučit k praktickému využití při řízení provozu linek na sklizeň zrnin v reálném čase.

V rámci procesu rozhodování mohou být využity i grafy na obr. 1 a 2, sestavené z výpočtů pro nejčastější variantu pracovních podmínek. Podle těchto grafů lze stanovit minimální velikost skupiny sklízecích mlátiček E-516 a vhodnost použití různých typů dopravních prostředků.

Z grafů na obr. 1 a 2 vyplývá, že minimální velikost skupiny sklízecích mlátiček E-516 jsou dva až tři stroje (maximální velikost lze určit pouze intuitivně s ohledem na přírodní, hospodářské a organizační podmínky). Dále lze konstatovat, že z hlediska orientačních přímých jednotkových nákladů nejsou významné rozdíly mezi nákladními automobily o nosnosti 5 a 9 t a že použití variant s vleky (pokud to umožňují přírodní a technické podmínky) je výhodné, zejména při větších vzdálenostech, vyšších výnosech a u základních automobilů o nosnosti 5 t (resp. o nižší nosnosti). Využití dopravních prostředků vyšších nosností a s vleky však vždy výrazně snižuje potřebu živé práce (tab. V).

2. Průběh nákladů a počtu nákladních automobilů o nosnosti 9 t (bez vleků a s vleky) při sklizni obilovin (výnos 4 t. ha⁻¹) v závislosti na velikosti skupiny sklízecích mlátiček E-516 (výkonnost 1,6 ha. h⁻¹) a pro různé dopravní vzdálenosti — The course of the costs and number of 9t trucks (without and with trailers) during cereal harvesting (yield 4 tons per ha), as depending on the sizes of the group of the E-516 harvester-threshers (performance 1.6 ha per h) and on different transport distances

Legenda k obr. 1 a 2
 ————— výsledky pro varianty dopravních prostředků bez vleků
 - - - - - výsledky pro varianty dopravních prostředků s vleky
 Křivky v horní části grafů vyjadřují průběh nákladů; křivky v dolní části grafů vyjadřují požadovaný počet dopravních prostředků v závislosti na velikosti skupiny sklízecích mlátiček.



V. Výsledky výpočtu (obiloviny) — Results of calculation (cereals)

Rozhodovací situace:

Plodina: obiloviny (pšenice, ječmen)

Výkonnost cca (ha.h ⁻¹)				1,8 — 1,5									
Výnos cca (t.ha ⁻¹)				3,5					4,0				
Velikost skupiny sklízecích mlátiček				1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Požadovaný počet nákladních automobilů 5 t	bez vleků	přepravní vzdálenost (km)	6	3	4	5	6	7	3	4	5	6	8
			8	3	4	6	7	8	3	4	6	7	9
			10	3	5	6	8	10	3	5	7	8	10
			12	3	5	7	9	11	3	5	7	9	11
			14	4	6	8	10	12	4	6	8	10	13
			16	4	6	8	11	13	4	6	9	11	14
	s vlekem	přepravní vzdálenost (km)	6	2	3	3	4	5	2	3	4	4	5
			8	2	3	4	5	5	2	3	4	5	6
			10	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
			12	2	3	5	6	7	2	4	5	6	7
			14	2	4	5	6	7	3	4	5	6	8
			16	3	4	5	7	8	3	4	6	7	8
Požadovaný počet nákladních automobilů 9 t	bez vleků	přepravní vzdálenost (km)	6	2	3	4	4	5	2	3	4	5	5
			8	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
			10	2	3	4	5	6	2	4	5	6	7
			12	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
			14	3	4	5	7	8	3	4	6	7	8
			16	3	4	6	7	9	3	4	6	7	9
	s vlekem	přepravní vzdálenost (km)	6	2	2	3	3	4	2	2	3	3	4
			8	2	2	3	3	4	2	2	3	4	4
			10	2	3	3	4	4	2	3	3	4	5
			12	2	3	3	4	5	2	3	3	4	5
			14	2	3	4	4	5	2	3	4	5	5
			16	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6

Typ sklízecí mlátičky: E-516

1,8 — 1,5					2,0 — 1,8														
4,5					3,5					4,0					4,5				
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	4	6	7	8	3	4	6	7	8	3	4	6	7	9	3	5	6	8	10
3	5	6	8	10	3	5	6	8	10	3	5	7	9	10	3	5	7	9	11
3	5	7	9	11	3	5	7	9	11	4	6	8	10	12	4	6	8	11	13
4	6	8	10	13	4	6	8	10	13	4	6	9	11	13	4	7	9	12	15
4	6	9	11	14	4	7	9	11	14	4	7	9	12	15	4	7	10	13	16
4	7	10	13	15	4	7	10	13	15	4	7	10	13	16	5	8	11	15	18
2	3	4	5	5	2	3	4	5	5	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	2	3	4	6	6	2	3	4	5	7	2	4	5	6	7
2	4	5	6	7	2	4	5	6	7	2	4	5	6	7	3	4	5	7	8
3	4	5	6	8	3	4	5	6	8	3	4	5	7	8	3	4	6	7	9
3	4	6	7	9	3	4	6	7	9	3	4	6	7	9	3	5	6	8	10
3	4	6	8	9	3	4	6	8	9	3	5	6	8	10	3	5	7	9	11
2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	5	6	7
2	3	5	6	7	2	3	5	6	7	2	4	5	6	7	3	4	5	6	8
3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	7	8	3	4	6	7	9
3	4	6	7	8	3	4	6	7	8	3	4	6	7	9	3	5	6	8	10
3	4	6	8	9	3	4	6	8	9	3	5	6	8	10	3	5	7	9	11
3	5	6	8	10	3	5	7	8	10	3	5	7	9	10	3	5	7	10	12
2	2	3	3	4	2	2	3	3	4	2	2	3	4	4	2	3	3	4	5
2	3	3	4	4	2	3	3	4	4	2	3	3	4	5	2	3	4	4	5
2	3	3	4	5	2	3	3	4	5	2	3	4	4	5	2	3	4	5	6
2	3	4	5	5	2	3	4	5	5	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	5	6	7
2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	6	7	2	4	5	6	7

VI. Porovnání změny potřeby živé práce při využití různých typů dopravních prostředků použitých pro skupinu dvou sklízecích mlátiček E-516 — Comparison of the change in live labour requirement with the use of different types of the means of transport employed with the group of two E-516 harvester-threshers

Výnos (t.ha ⁻¹)			4			
Výkonnost sklízecí mlátičky (ha.h ⁻¹) (W ₀₂ / W ₀₇)			1,57 / 1,14			
Typ dopravního prostředku			NA — 5 t		NA — 9 t	
			bez vleků	s vleky	bez vleků	s vleky
Požadovaný počet dopravních prostředků / potřeba živé práce pro různé dopravní vzdálenosti (km)	6	počet	4	3	3	2
		Lh.ha ⁻¹	6,26	4,39	4,39	3,51
	8	počet	4	3	3	2
		Lh.ha ⁻¹	5,26	4,39	4,39	3,51
	10	počet	5	3	4	3
		Lh.ha ⁻¹	6,14	4,39	5,26	4,39
	12	počet	5	4	4	3
		Lh.ha ⁻¹	6,14	5,26	5,26	4,39
	14	počet	6	4	4	3
		Lh.ha ⁻¹	7,02	5,26	5,26	4,39
	16	počet	6	4	4	3
		Lh.ha ⁻¹	7,02	5,26	5,26	4,39

Lh — potřeba živé práce v hodinách

ZÁVĚR

Využití výpočetní techniky při sestavování strojních linek lze považovat za jednu z cest ke zkvalitnění procesu řízení ve všech jeho fázích. Proto bylo přistoupeno k sestavení rozhodovacích tabulek pro stanovení potřebného počtu dopravních prostředků ke skupině sklízecích mlátiček E-516 při různých pracovních podmínkách. Základní vstupní údaje byly získány vyhodnocením žní v roce 1979 a výsledky pro rozšířené spektrum vstupních informací byly ověřeny v roce 1980. Sestavený matematický model a výsledky předkládané v článku lze doporučit k využití v širší zemědělské praxi.

Seznam znaků použitých v textu a na obrázcích

- i — počet sklízecích mlátiček ve skupině (1)
 j — počet dopravních prostředků v lince (1)
 L — množství zrna přepravovaného dopravním prostředkem (t)
 n — počet dávek (obsahů zásobníku zrna) přepravovaných dopravním prostředkem (1)
 n_{dp} — počet dopravních prostředků požadovaný ke skupině sklízecích mlátiček (1)
 n_{sm} — velikost skupiny sklízecích mlátiček (1)
 PN_{ij}^1 — orientační náklady na hodinu provozu sklízecí mlátičky (i) nebo dopravního prostředku (j) (Kčs. h⁻¹)
 s — dopravní vzdálenost (v jednom směru) (km)
 t_j — čas jízdy dopravního prostředku (h)
 t_{jp} — čas jízdy dopravního prostředku po poli od signalizace sklízecí mlátičky až do začátku vyprazdňování zásobníku zrna (h)
 t_p — čas plnění zásobníku zrna (h)
 t_{vz} — čas vyprazdňování zásobníku zrna (h)
 t_v — čas vyprazdňování dopravního prostředku (h)
 t_z — ztrátový čas během jednoho dopravního cyklu (h)
 T_{02} — operativní čas (h)
 T_{41} — čas na odstranění funkčních poruch (h)
 T_{42} — čas na odstranění drobných technických poruch (h)
 T_{44} — čas čekání na odstranění poruchy nezaviněné mechanizačním prostředkem (h)
 T_5 — čas prostojů zaviněných obsluhou (h)
 W_{di} — výkonnost jednoho dopravního prostředku při odvozu zrna od skupiny (i) sklízecích mlátiček (t. h⁻¹)
 W_{lij} — výkonnost strojní linky o počtu (i) sklízecích mlátiček ve skupině a počtu (j) dopravních prostředků v lince (ha. h⁻¹)
 W_{02} — výkonnost v čase operativním (ha. h⁻¹)
 W_{07} — výkonnost v celkovém čase nasazení (ha. h⁻¹)

Literatura

- KAVKA, M.: Sestavování strojních linek s využitím výpočetní techniky. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 2, s. 85-98.
MAÑAS, M.: Teorie her a optimální rozhodování. Matematický seminář, Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1974.
PILÍŠEK, V. aj.: Jak zvyšovat účinnost řízení a řídicí práce. Praha, Stát. zeměd. nakl. 1973.

Došlo dne 4. 11. 1980

УГЕР, В. — КАВКА, М. (Госхоз Тахов; Сельскохозяйственный институт, Прага): Использование вычислительной техники для управления работой зерноуборочных комбайнов. Земед. Techn., 27, 1981 (6) : 321-334.

Применение вычислительной техники при составлении машинных линий можно считать одним из путей повышения качества процесса управления во всех его фазах. Поэтому началось составление основных таблиц для определения количества транспортных средств, необходимых для группы зерноуборочных комбайнов Е-516 в разных рабочих условиях. Основная входящая информация была получена при оценке жатвы в 1979 г., а результаты для расширения спектра входящей информации проверялись в 1980 г. Составленная ма-

тематическая модель и результаты, опубликованные в статье, можно рекомендовать для использования в широкой сельскохозяйственной практике.

составление машинных линий; моделирование механизированных процессов; основные таблицы; использование зерноуборочных комбайнов.

UHER, V. — KAVKA, M. (State Farms Sectorial Enterprise, Tachov; University of Agriculture, Praha): *The Use of Computers in the Control of the Operation of Harvester-Threshers*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 321-334.

The use of computers in combining machines in technological lines can be regarded as one of the ways of improving the process of the control and management in all stages. Therefore efforts were started to work out decision tables for the determination of the number of trucks needed to transport the grain from the E-516 harvester-threshers under different conditions of work. The basic input information was obtained from the evaluation of the 1979 harvest season and the results for an extended spectrum of input information were tested in 1980. The mathematical model and the results presented in the report can be recommended for use in broad farming practice.

combination of machines in technological lines; modelling of mechanized processes; decision tables; use of harvester-threshers

UHER, V. — KAVKA, M. (Fachbetrieb VEG, Tachov; Landwirtschaftliche Hochschule, Praha): *Einsatz der Rechentechnik bei der Steuerung des Mähdrescherbetriebes*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 321-334.

Der Einsatz der Rechentechnik bei der Zusammenstellung der Maschinenketten kann als einer der Wege zur Qualitätssteigerung des Steuerungsprozesses in allen seinen Phasen betrachtet werden. Man tritt daher an die Zusammenstellung von Entscheidungstabellen für die Festlegung der zur Gruppe von Mähdreschern E-516 unter verschiedenen Arbeitsbedingungen erforderlichen Transportmittel heran. Grundlegende Eintrittsinformationen wurden durch Auswertung der Ernten im 1979 erhalten und Ergebnisse für das erweiterte Spektrum der Eintrittsinformationen wurden im 1980 überprüft. Das zusammengestellte mathematische Modell und die im Aufsatz dargelegten Ergebnisse können zur Ausnützung in der breiteren landwirtschaftlichen Praxis empfohlen werden.

Zusammenstellung von Maschinenketten; Modellierung von mechanisierten Prozessen; Entscheidungstabellen; Einsatz von Mähdreschern

Adresy autorů:

Ing. Václav Uher, CSc., OP Státní statek Tachov, Pivovarská 1371, 347 01 Tachov
Doc. ing. Miroslav Kavka, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbátka

OBEČNÝ MODEL PRVKŮ TECHNOLOGICKÉ LINKY PŘI STOCHASTICKÉ SIMULACI JEJÍ PRÁCE

B. Studeník

STUDENÍK, B. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka): *Obecný model prvků technologické linky při stochastické simulaci její práce*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 335-346.

V příspěvku věnujeme pozornost obecným modelům prvků technologických linek při stochastické simulaci jejich práce na číslicovém počítači metodou podrobného popisu. Jsou uvedeny výsledky polně-laboratorních zkoušek, chronometráží mobilních, dopravních a stacionárních prvků. Tolerance exploatačních ukazatelů jsou vyhodnoceny u strojů pro sklizeň píce a zrn a u rozmetadel mrvy a hnojiv.

stochastická simulace; technologická linka; poruchová funkce exploatačních ukazatelů

V zahraniční i naší vědecké odborné literatuře se věnuje stále větší pozornost využití číslicových počítačů při organizaci pracovních procesů v rostlinné výrobě. Využívají se metody lineárního programování, modely teorie grafů, simulační modely. Vzhledem k variabilitě vlivů působících na práci jednotlivých strojů i souprav se ukazuje jako potřebné využít modelů založených na stochastické simulaci. V příspěvku věnujeme pozornost obecným modelům prvků technologických linek při podrobném popisu jejich práce.

ZPŮSOBY STOCHASTICKÉ SIMULACE

Strojní linka bývá zpravidla tvořena mobilním, dopravním a stacionárním článkem. Z definice strojní linky vyplývá, že časová závislost v lince zařazených strojů je limitována jedním dnem (Špelina aj., 1970). Do strojní linky potom nemusí patřit v některých případech stroje, po jejichž práci musí proběhnout technologický proces. V mechanizované rostlinné výrobě se jednotlivé úseky výrobního procesu zabezpečují kontinuálními nebo přerušovanými pracovními postupy.

Pro potřeby stochastické simulace přerušovaných pracovních postupů si zavedeme pojem technologická linka. Technologická linka je soubor strojních linek, souprav, samohybných strojů s bezprostřední časovou návazností, která je limitována časem potřebným na proběhnutí technologického procesu. Základní podmínkou při stochastické simulaci práce technologických linek jsou přibližně stejné časy na provedení jednotlivých operací; rozptyl časů nesmí být ne-

úměrně velký. Tím se splňuje požadavek, aby technologický proces proběhl rovnoměrně na celé parcele po provedení jednotlivých operací.

Při popisu práce jednotlivých prvků technologických linek — dynamického systému — se mohou využít dvě metody (Boltjanskij, 1969):

- první metoda je spojená s popisem chování dynamického systému v prostoru stavů,

- druhá metoda je založená na charakteristikách „vstup — výstup“.

První metoda je vhodná při řešení úloh optimálního řízení, zatímco druhá je využívána v teorii automatizovaného řízení. Při simulaci práce technologických linek se proto využívají metody založené na charakteristikách „vstup — výstup“. Podstata metody spočívá v tom, že práci dynamického systému simulujeme v závislosti na variabilitě vstupních, event. až výstupních ukazatelů. Vektor vstupních podmínek tvoří soubor konstant a náhodných veličin. Zavedením náhodných veličin dostává celý proces charakter stochastického procesu. Variabilitu náhodných veličin popisují různá matematická rozdělení, která označíme jako poruchové funkce. Výstupem simulace jsou technické, technicko-ekonomické ukazatele.

Lurje (1970) rozděluje náhodné procesy v závislosti na začátku odečítání času na stacionární a nestacionární. Dále uvádí, že reálné procesy při práci souprav i samohybných strojů se jeví jako nestacionární, tzn. závislé na čase odečítání. Při dodržení určitých podmínek je můžeme považovat za procesy stacionární.

Přístupy autorů k popisu práce dynamického systému jsou rozdílné. V podstatě jde o zjednodušený nebo podrobný popis.

Zjednodušený popis vychází ze zatížení jen některých vstupních, event. až výstupních veličin poruchovými funkcemi (Prokop, 1977; Šrefl a Prokop, 1980). Podrobný popis vychází z variability rozhodujících vstupních veličin (Studeník, 1979). Pro podrobný popis dynamického systému je nutné stanovit obecné modely prvků technologických linek a typy poruchových funkcí, které popisují variabilitu jednotlivých veličin.

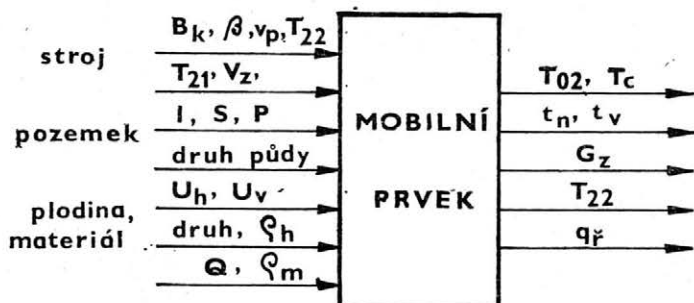
METODIKA

Na základě obecných schémat jednotlivých prvků technologických linek byly stanoveny konstantní a variabilní vstupní veličiny. Tolerance variabilních veličin jsme stanovili u prvků technologických linek pro sklizeň píce, zrnin a výživu rostlin polně-laboratorními měřeními a chronometráží. Naměřené hodnoty jsme vyhodnotili na číslicovém počítači, rozdělení hodnot do intervalů provedl číslicový počítač podle směrodatné odchylky. Empirické rozdělení četnosti jsme porovnali s rozdělením normálním, rozdělením γ , χ^2 , rektangulárním, exponenciálním, logaritmickeo-normálním, Bruns-Charlierovým, Rayleigovým a Erlangovým. Kritériem výběru poruchové funkce byla nejnižší hladina významnosti, stanovená na základě testu χ^2 a počtu stupňů volnosti. Test χ^2 vyjadřuje, jak dalece se empirické rozdělení přibližuje zvoleným matematickým rozdělením.

VLASTNÍ PRÁCE

Jednotlivé prvky technologických linek zabezpečují specifické činnosti, které je nutné pro obecný model technologické linky zevšeobec-

1. Obecné schéma mobilního prvku technologické linky — General scheme of the mobile element of the technological line



nit. Jako mobilní prvek označíme v technologické lince stroj, soupravu, která se v průběhu pracovního nasazení pohybuje po pozemku. Jeho obecné blokové schéma je na obr. 1. Vstupní veličiny charakterizují vlastní mechanizační prostředek a pracovní podmínky.

Výstupem stochastické simulace je:

- operativní čas provedení operace na pozemku,
- celkový čas provedení operace na pozemku,
- hmotnost řádku,
- hmotnost nákladů v zásobníku a čas přeložení do dopravního prostředku,
- čas naložení (vyložení) zásobníku.

Uvedené výstupy jsou vstupem pro další prvky v technologické lince — jsou to základní výstupní veličiny. Ostatní veličiny, jako např. spotřeba času, přímé náklady apod., je nutné považovat za odvozené. Operativní čas představuje čas bezporuchového provozu, zatímco celkový čas zahrnuje i časy prostojů v důsledku technických a organizačních poruch. Tyto časy jsou výstupem u všech mobilních prvků. Kombinací dalších výstupních veličin dostáváme základní typy mobilních prvků :

1. prostý mobilní prvek zabezpečuje jen plošné zpracování pozemku. Pro stanovení operativního času platí vztah:

$$T_{02} = \frac{P}{W_{02}} = \frac{P}{0,1 \cdot B_k(\bar{\beta} + \Delta\beta) \cdot (\bar{v}_p + \Delta v_p) \cdot (\bar{\varphi} + \Delta\varphi)} \quad (1)$$

2. řádkovací mobilní prvek se liší od prostého mobilního prvku jen tím, že ukládá hmotu na řádek z jednoho nebo více pracovních záběrů. Pro simulaci řádku platí vztah:

$$q_r = B_k(\bar{\beta} + \Delta\beta) \cdot (\bar{U} + \Delta U) \quad (2)$$

3. nakládací (vykládací) mobilní prvek — jeho hlavní činnost spočívá v nakládání, resp. vykládání materiálu. Je buď se zásobníkem, nebo bez zásobníku.

Čas naložení (vyložení) zásobníku se při plošném zpracování vypočítá:

$$t_n = \frac{\bar{G}_z + \Delta G_z}{W_{02}(\bar{U} + \Delta U)} \quad (3)$$

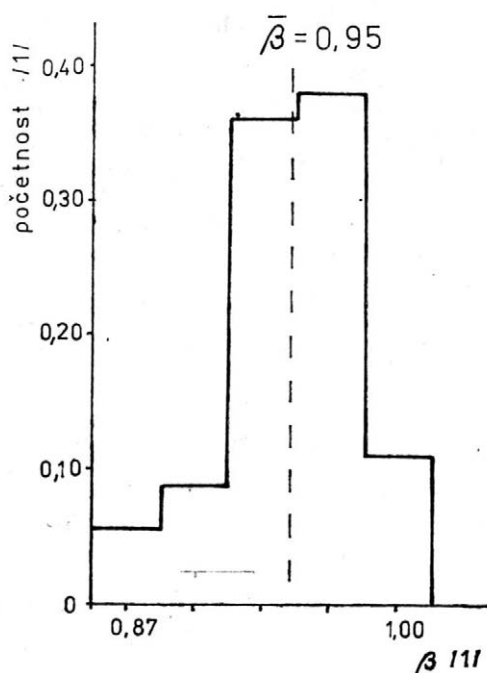
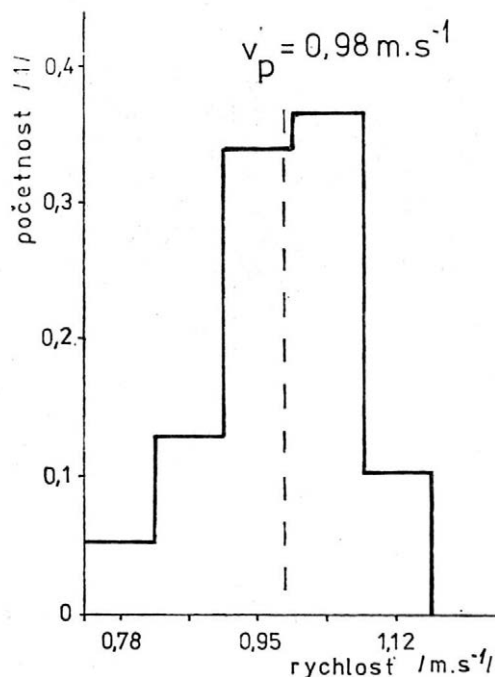
Při nakládání z řádku je nutné vycházet z hmotnosti řádku:

$$t_n = \frac{\bar{G}_z + \Delta G_z}{(\bar{v}_p + \Delta v_p) \cdot (\bar{q}_r + \Delta q_r) \cdot (\varphi + \Delta \varphi)} \quad (4)$$

Při vykládání materiálu je nutné nahradit výnos $[U]$ ve vztahu [3] dávkou $[Q]$. Práce nakladačů a vykladačů se zásobníkem je spojená s překládáním materiálu do dopravníku prvků. Tento čas považujeme přímo za náhodnou veličinu. Zvláštním případem je nakladač, který zabezpečuje nakládání jednoho produktu do zásobníku, resp. dopravního prostředku, a ukládání druhého produktu na řádek.

Vzhledem k tomu, že jak výnos, tak i dávka materiálu na hektar jsou náhodné veličiny, je potřebné sledovat operativní čas na provedení operace přes celkovou produkci, resp. dávku na hektar.

Uvedené vztahy popisují práci mobilních prvků při bezporuchovém popise zatížit poruchovými funkcemi. Konstantou je konstrukční záběr stroje a plocha pozemku. Rozhodující veličinou v modelu mobilního prvku je pracovní rychlost. Střední hodnota pracovní rychlosti je funkcí půdních podmínek, svahovitosti pozemku, sklizně hlavního a vedlejšího produktu, resp. hmotnosti řádku, makroreliefu, mikroreliefu apod. Analýza změny pracovních rychlostí ukázala, že variabilita nezávisí na druhu stroje a převodovky (plynulá, stupňovitá). Také směřovaná od-



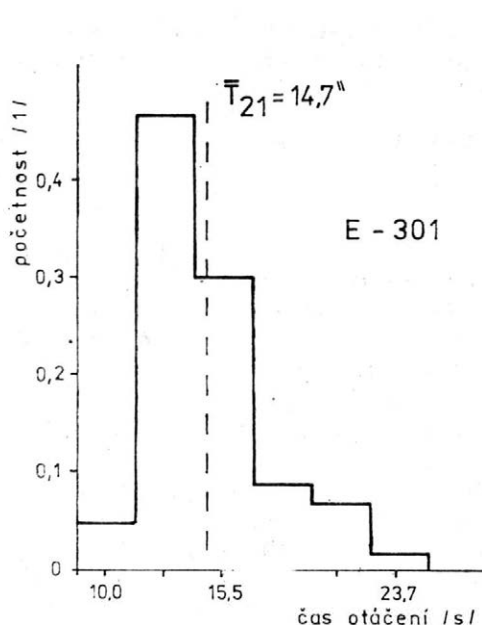
2. Histogram změny pracovní rychlosti sklízecí mlátičky E-516 ($P = 9,52 \cdot 10^{-7}$ pro Bruns-Charlierovo rozdělení) — Histogram of the change in the speed of operation in the E-516 harvester-thresher ($P = 9,52 \cdot 10^{-7}$ for the Bruns-Charlier distribution)

3. Histogram změny součinitele β žacího řádkovače E-301 ($P = 9,35 \cdot 10^{-6}$ pro Bruns-Charlierovo rozdělení) — Histogram of the change in the β coefficient of the E-301 windrower ($P = 9,35 \cdot 10^{-6}$ for the Bruns-Charlier distribution)

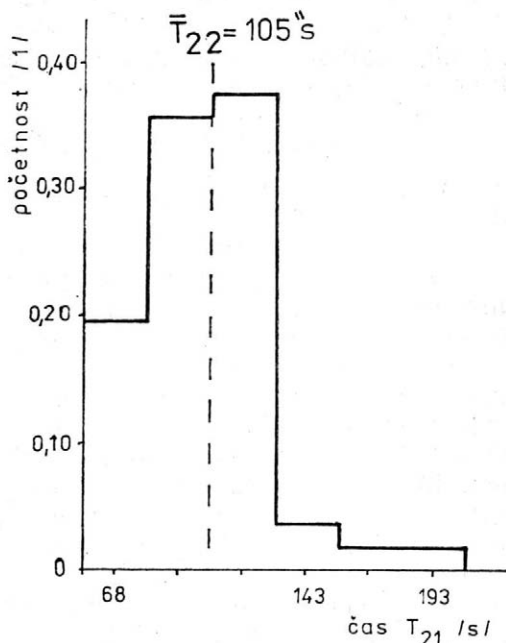
chylka vztažená k průměru byla přibližně stejná. Při většině vyhodnocovaných souborů charakterizovalo změnu pracovní rychlosti Bruns-Charlierovo a logaritmicko normální rozdělení, jimž se přibližovalo normální rozdělení. Změna pracovní rychlosti sklízecí mlátičky E-516 při sklizni pšenice na rovině a výnosu zrna $5,0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ je na obr. 2.

Střední hodnota součinitele využití konstrukčního záběru závisí na pracovní rychlosti, svahovitosti pozemku apod. Histogram změny součinitele β byl posunutý doprava. U širokozáběrových strojů se součinitel β měnil podle rozdělení Bruns-Charlierova a logaritmicko-normálního rozdělení. Změna součinitele β žacího řádkovače E-301 při práci na rovině je patrná z obr. 3. U strojů s pracovními sekcemi je $\beta = 1$. U mobilních prvků, které zabezpečují výživu půdy a ochranu plodin, se mění pracovní záběr na obě strany od předpokládaného konstrukčního záběru. Součinitel využití konstrukčního záběru se měnil podle normálního rozdělení v intervalu $0,75 \div 1,25$.

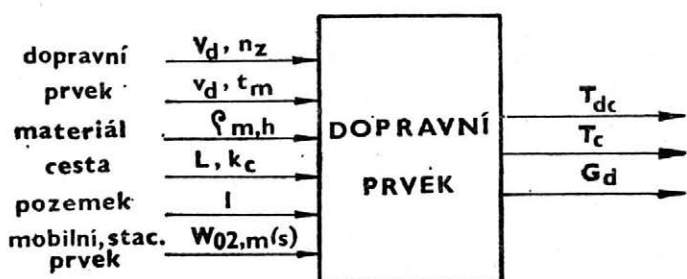
Výpočet součinitele otáčení φ volíme přes čas otáčení a hlavní čas, které jsou náhodnými veličinami. Čas otáčení na úvratích je funkcí způsobu pohybu po pozemku a rychlosti při otáčení. Při záhonovém způsobu pohybu se čas T_{21} měnil podle normálního rozdělení; při člunkovém pohybu vyjadřovalo jeho změnu na stejné hladině významnosti rozdělení logaritmicko-normální a normální. Změna času T_{21} při člunkovém pohybu žacího řádkovače E-301 je graficky naznačena na obr. 4. Součástí



4. Histogram změny času otáčení žacího řádkovače E-301 při člunkovém pohybu ($P = 1,72 \cdot 10^{-5}$ pro logaritmicko-normální rozdělení) — Histogram of the change in the revolution time of the E-301 windrower in a shuttle movement ($P = 1,72 \cdot 10^{-5}$ for the logarithmo-normal distribution)



5. Histogram změny času vykládání zásobníku do dopravního prostředku ($P = 2,55 \cdot 10^{-4}$ pro logaritmicko-normální rozdělení) — Histogram of the change in the time of the unloading of the storage container into the truck (trailer) ($P = 2,55 \cdot 10^{-4}$ for the logarithmo-normal distribution)



6. Obecné schéma dopravního prvku — General scheme of the transport element

vedlejšího času je čas překládání materiálu do dopravního prostředku. Variabilitu tohoto času popisovalo na nejnížší hladině významnosti rozdělení logaritmicko-normální. Změna času vykládání zásobníku sklízecí mlátičky E-512 je na obr. 5.

Dopravní prvek je spojovacím článkem v technologických linkách. Zabezpečuje přepravu materiálu z místa nakládky na místo vykládky a jeho obecné schéma je na obr. 6. Vstupní veličiny charakterizují dopravní prvek, dopravní podmínky a prvky linky, které jsou dopravou spojené. Výstupem stochastické simulace je:

- pracovní čas dopravního cyklu,
- celkový čas dopravního cyklu,
- hmotnost nákladů.

Pracovní čas reprezentuje u dopravního cyklu bezporuchový provoz, zatímco celkový čas obsahuje i prostoje na místě nakládky i vykládky. Pracovní čas dopravního cyklu se vypočítá podle rovnice:

$$T_{dc} = \bar{t}_n + \Delta t_n + \bar{t}_j + \Delta t_j + \bar{t}_v + \Delta t_v + \bar{t}_m + \Delta t_m \quad (5)$$

Podle způsobu nakládání, resp. vykládání rozeznáváme dva typy dopravních prvků.

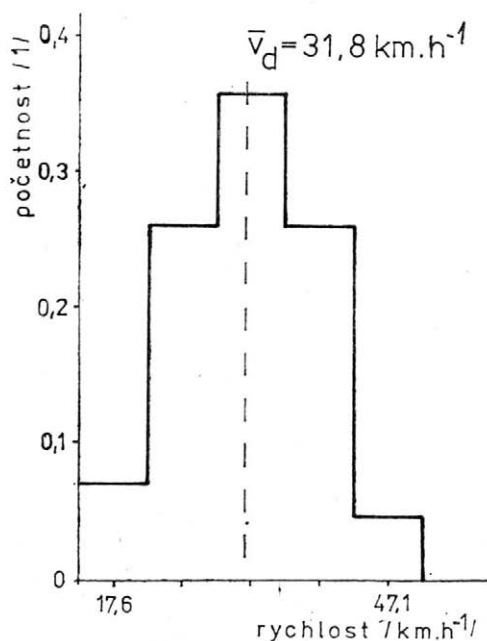
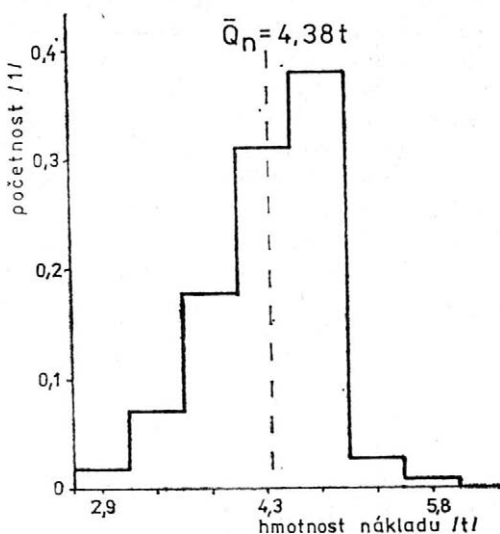
1. Prostý prvek zabezpečuje výhradně dopravu materiálu, event. vyložení materiálu samospádem, časy nakládání a vykládání jsou funkcí hmotnosti nákladu na dopravním prostředku a výkonnosti dalšího prvku linky. Hmotnost nákladu dopravního prostředku od nakladače bez zásobníku i hmotnost materiálu v zásobníku jsou náhodnými veličinami. Pro daný typ nakladače a dopravního prostředku je hmotnost funkcí změny měrné hmotnosti materiálu a součinitele využití objemu. Vzhledem k obtížnému stanovení variability těchto veličin bereme za náhodnou přímo hmotnost nákladu. Variabilitu hmotnosti nákladu vyjadřovalo přibližně na stejné hladině významnosti rozdělení logaritmicko-normální a normální. Změna hmotnosti nákladu siláže na přívěsu je na obr. 7.

2. Kombinovaný prvek zabezpečuje vedle dopravy materiálu i jeho nakládání a vykládání. Čas nakládání a vykládání je náhodná veličina. Změny těchto časů, stejně jako čas vykládání prostého dopravního prvku, charakterizovalo na nejnížší hladině významnosti normální rozdělení.

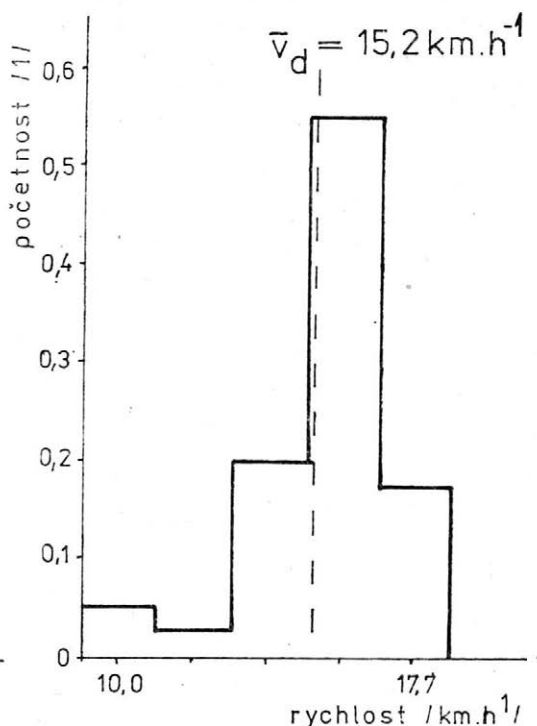
Čas jízdy dopravního prvku se obecně stanoví podle vztahu:

$$t_j = \frac{\bar{L} + \Delta L}{\bar{v}_d + \Delta v_d} \quad (6)$$

7. Histogram změny hmotnosti nákladu senáže na traktorovém přívěsu ($P = 5,82 \cdot 10^{-4}$ pro logaritmicko-normální rozdělení) — Histogram of the change in the weight of haylage load on the tractor trailer ($P = 5,82 \cdot 10^{-4}$ for the logarithmo-normal distribution)



8. Histogram změny dopravní rychlosti nákladních automobilů při dopravě zrna ($P = 3,51 \cdot 10^{-6}$ pro normální rozdělení) — Histogram of the change in the transport speed of trucks in grain transport ($P = 3,51 \cdot 10^{-6}$ for normal distribution)



9. Histogram změny dopravní rychlosti traktorů při jízdě bez nákladu ($P = 3,39 \cdot 10^{-6}$ pro Bruns-Charlierovo rozdělení) — Histogram of the change in the transport speed of tractors without load ($P = 3,39 \cdot 10^{-6}$ for the Bruns-Charlier distribution)

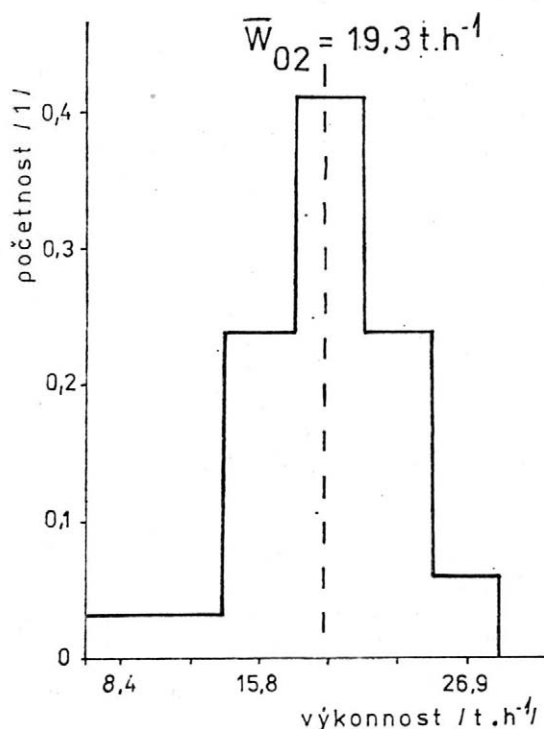
Čas jízdy se skládá z jízdy s nákladem a bez nákladu po cestách různé kategorie. Střední dopravní rychlost závisí na hmotnosti nákladu, počtu přívěsů, kategorii cesty, resp. dopravní vzdálenosti. Změnu dopravní rychlosti při jízdě s nákladem ve většině vyhodnocovaných souborů popisovalo normální rozdělení bez ohledu na typ dopravního prostředku, hmotnost nákladu a kategorii cesty. Variabilita dopravní rychlosti nákladních automobilů při dopravě zrna po cestě první kategorie je na obr. 8.

Při jízdě bez nákladu se nedosáhlo shody poruchové funkce. Dopravní rychlost se nejčastěji měnila podle normálního a Bruns-Charlie-rova rozdělení. Variabilita dopravní rychlosti traktorů při jízdě bez nákladu po cestě druhé kategorie je na obr. 9.

Manipulační časy jsou součtem dalších časů, které souvisejí s dopravním cyklem. Mohou být zadány konstantou nebo poruchovou funkcí. Při spojení manipulačních časů s časem vykládání na stacionárním pracovišti popisovalo změnu času normální rozdělení ve všech vyhodnocovaných souborech.

V technologických linkách mechanizované rostlinné výroby se využívají vedle mobilních a dopravních prostředků i sdružené mobilní prvky. Obecný model sdruženého mobilního prvku vznikne syntézou obecného modelu mobilního a dopravního prvku. V zásadě rozlišujeme dva typy sdružených mobilních prvků:

1. vykládací prvek — zabezpečuje vedle dopravy materiálu i plošné zpracování pozemku, event. nakládání materiálu na stacionárním pracovišti;

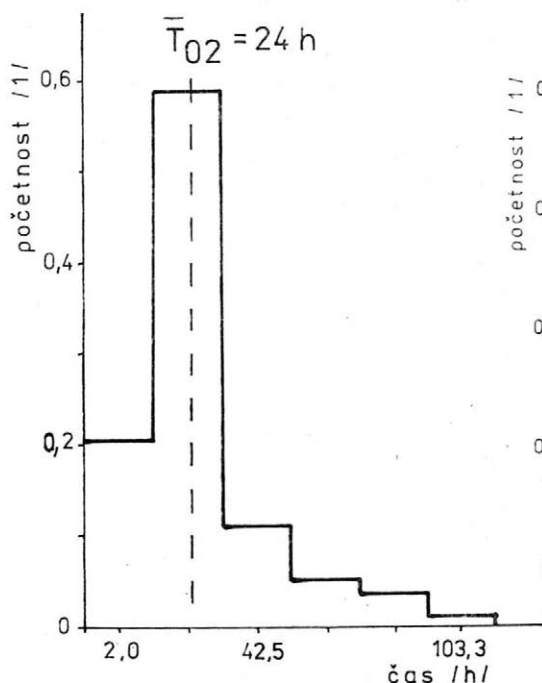


10. Histogram změny výkonnosti nakladače SNU 05 při ukládání sena do halového skladu ($P = 5,28 \cdot 10^{-5}$ pro normální rozdělení) — Histogram of the change in the performance of the SNU 05 loader placing hay in the hall-type store ($P = 5,28 \cdot 10^{-5}$ for normal distribution)

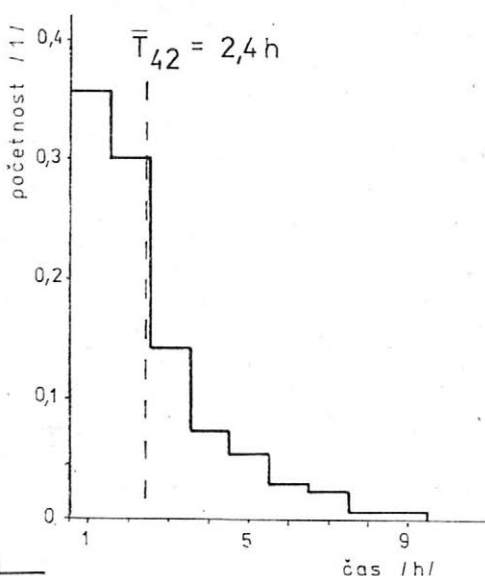
2. nakládací prvek — svou činností je opakem vykládacího prvku. Zabezpečuje nakládání na poli z řádku nebo z pracovního záběru.

Stacionární prvek zabezpečuje v technologické lince koncové zpracování materiálu, nebo u něho začíná práce celé linky. Vzhledem k variabilitě řešení stacionárních pracovišť je obtížné stanovit obecné schéma prvku. Při simulaci prvků na stacionárním pracovišti můžeme použít zjednodušený nebo podrobný popis. Volba způsobu popisu práce závisí na typu stacionárního pracoviště. U některých stacionárních linek je potřebné volit podrobný popis u klíčového prvku, u jednoduchých linek se může použít zjednodušený popis práce. Změnu výkonnosti stacionárního prvku vyjadřovalo nejčastěji normální rozdělení. Změna výkonnosti traktoru s nakladačem SNU 05 při ukládání sena o vlhkosti 30 % do halového skladu je graficky znázorněna na obr. 10.

Uvedené vztahy popisují práci jednotlivých prvků při bezporuchovém provozu. Prostoje prvků v lince vznikají v důsledku organizačních, technických a technologických poruch. Časy organizačních prostojů jsou výsledkem simulace práce celé technologické linky. Čas bezporuchového provozu a čas na odstranění poruch technického charakteru jsme analyzovali u mobilních i stacionárních prvků. Čas bezporuchového provozu stacionárních linek teplovzdušného sušení s klíčovým článkem



11. Histogram změny času bezporuchového provozu stacionární linky se sušárnou BS-6 ($P = 4,32 \cdot 10^{-6}$ pro Bruns-Charlierovo rozdělení) — Histogram of the change in the time of fail-safe operation of the stationary line with the BS-6 drier ($P = 4,32 \cdot 10^{-6}$ for the Bruns-Charlier distribution)



12. Histogram změny času na odstranění technických poruch obrabeče na shrnovači OSP-2 ($P = 1,01 \cdot 10^{-8}$ platila pro exponenciální rozdělení) — Histogram of the change in the time of the removal of technical faults in the turning mechanism on the OSP-2 rake ($P = 1,01 \cdot 10^{-8}$ applying to the exponential distribution)

— bubnovou sušárnou BS-6 a MGF OB — se stejně jako čas na odstranění technických poruch měnil podle Bruns-Charlierova rozdělení. Změnu času bezporuchového provozu sušárny BS-6 uvádí obr. 11.

U technicky složitých mobilních prvků (sklízecí mlátičky, řezačky) charakterizovalo na nejnižší hladině významnosti změnu obou časů Bruns-Charlierovo rozdělení. U mobilních i stacionárních prvků technicky jednodušších se měnil čas na odstranění technických poruch podle exponenciálního rozdělení. Čas bezporuchového provozu se měnil rovněž podle Bruns-Charlierova rozdělení. Změna času na odstranění technických poruch obraceče na shrnovači OSP-2 je znázorněna na obr. 12.

DISKUSE

Analýza tolerancí exploatačních ukazatelů jednotlivých prvků technologických linek ukázala, že normální rozdělení necharakterizovalo vždy dobře variabilitu ukazatelů. Empirická rozdělená byla ve většině vyhodnocovaných souborů podnormální, posunutí doprava i doleva záviselo na druhu exploatačního ukazatele. Variabilitu exploatačních ukazatelů charakterizovalo velmi často Bruns-Charlierovo rozdělení, které vyhovovalo jak při rozděleních posunutých od normálního doprava (obr. 2), tak i při rozděleních posunutých doleva (obr. 11). Bruns-Charlierovo rozdělení je tak univerzálním typem poruchové funkce, které se přibližovalo normálnímu a logaritmicko-normálnímu rozdělení. Exponenciální rozdělení popisovalo jen změnu času na odstranění technických poruch. Hladina významnosti u všech poruchových funkcí byla velmi nízká a u jednotlivých exploatačních ukazatelů se dosáhlo shody v typu poruchové funkce, což umožňuje zevšeobecnění práce technologické linky.

Na základě obecných modelů prvků technologických linek se mohou sestavit modely linek, které se v současnosti využívají v rostlinné výrobě. Podrobný popis práce umožňuje dělat i podrobné časové studie výrobních procesů, resp. je možné použít tohoto popisu při organizaci pracovních procesů v zemědělském podniku. Metoda podrobného popisu práce technologické linky je náročná na přípravu vstupních dat, vlastní výpočet je náročný na strojový čas, ale výsledky výpočtu jsou přesnější než při zjednodušeném popise. Zjednodušený popis je možné uplatnit při jednoduchých stacionárních prvcích.

ZÁVĚR

Uvedené matematické vztahy zevšeobecňují práci jednotlivých prvků technologických linek. Vzhledem k tomu, že poruchové funkce pro jednotlivé exploatační ukazatele jsou stejného typu, je možné zevšeobecnit i modely jednotlivých technologických linek.

Použité zkratky

B_k	— konstrukční záběr stroje (m)
β	— součinitel využití konstrukčního záběru (1)
$G_{z,d}$	— hmotnost nákladu zásobníku (dopravního prostředku) (t)
k_c	— koeficient druhu cesty (1)
L	— dopravní vzdálenost (km)
l	— střední délka pozemku (m)
n_z	— počet zásobníků na dopravním prostředku
P	— plocha pozemku (ha)
Q	— dávka materiálu (t.ha ⁻¹)
q_f	— hmotnost materiálu na řádku (kg.m ⁻¹)
$\rho_{m,h}$	— měrná hmotnost materiálu, hlavního produktu (t.m ⁻³)
S	— střední svahovitost pozemku (°)
T_{21}	— čas otáčení (s)
T_{22}	— čas překládání materiálu do dopravního prostředku (s)
T_{02}	— operativní čas (h)
T_{42}	— čas technických poruch (h)
T_{dc}	— čas dopravního cyklu (h)
T_c	— celkový čas dopravního cyklu (h)
$t_{n,v}$	— čas nakládání (vykládání) zásobníku (h)
t_j	— čas jízdy (h)
t_m	— manipulační časy (h)
$U_{h,v}$	— výnos hlavního (vedlejšího) produktu (t.ha ⁻¹)
$V_{z,d}$	— objem zásobníku (dopravního prostředku) (m ³)
W_{02}	— výkonnost za čas operativní (ha, t.h ⁻¹)
$v_{d,p}$	— rychlost dopravního prostředku (mobilního prvku) (km.h ⁻¹)
φ	— součinitel využití pracovních jízd (1)

Literatura

- BOLTJANSKIJ, V. G.: *Matematičeskie metody optimálnogo upravlenija*, Moskva 1969.
- LURJE 1970 — doplní autor —
- PROKOP, K.: *Zobecnění modelů transportních procesů*. *Zeměd. Techn.*, 23, 1977, č. 6, s. 359-365.
- ŠREFL, J. — PROKOP, K.: *Posouzení parametrů strojní linky na sklizeň obilí*. *Zeměd. Techn.*, 26, 1980, č. 5, s. 271-282.
- STUDENÍK, B.: *Organizácia pracovných procesov a prevádzky strojových liniek*. [Záverečná správa.] Rovinka, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky 1979.
- SPELINA, M. aj.: *Sestavování strojních linek v polní a vnitropodnikové výrobě zemědělského podniku*. Praha, ÚVTI 1970.

Došlo dne 10. 11. 1980

СТУДЕНИК, Б. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Ровинка): *Общая модель элементов технологической линии при стохастическом имитировании их работ*. *Земед. Techn.*, 27, 1981 (6): 335-346.

Приводятся результаты полевых и лабораторных испытаний, хронометража мобильных, транспортных и стационарных элементов. Толерантность эксплуатационных показателей оценивается у машин для уборки кормовых трав, зерна и у туковых сеялок и навозоразбрасывателей.

стохастическое моделирование; технологическая линия; функции повреждения эксплуатационных показателей

STUDENÍK, B. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *General Model of the Elements of a Technological Line at the Stochastic Simulation of its Work*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 335-346.

The general models of the elements of technological lines are studied at the stochastic simulation of their work by a digital computer by the method of detailed description. The results of field and laboratory tests are presented together with the results of the chronometric measurement of the mobile, transport and stationary elements. The tolerances of exploitation parameters are evaluated in the machines for forage and grain harvest and in dung and fertilizer distributors.

stochastic simulation; technological line; fault functions of exploitation parameters

STUDENÍK, B. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Rovinka): *Allgemeines Modell von Elementen der technologischen Kette bei der stochastischen Nachbildung ihrer Arbeit*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 335-346.

Im Aufsatz gilt die Aufmerksamkeit den allgemeinen Modellen der Elemente von technologischen Arbeitskettten bei der stochastischen Nachbildung ihrer Arbeit auf einem Digitalrechner mittels der Methode der ausführlichen Beschreibung. Es werden Ergebnisse der Feld-Laborprüfungen, chronometrischen Messungen von ortsbeweglichen, ortsfesten und Transportelementen aufgeführt. Die Toleranzen der Nutzungskoeffizienten werden bei den Maschinen für die Ernte von Grünfütterpflanzen und Körnerfrüchten sowie bei den Stallmist- und Handelsdüngerstreuern ausgewertet.

stochastische Nachbildung; technologische Arbeitskette; Störungsfunktionen der Nutzungskennziffern

Adresa autora:

Ing. Bohumil Studeník, Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, 900 42 Rovinka

K. Bláha

BLÁHA, K. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Separace kejdy prasat spádovými separačními síty*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 347-362.

Po zkušenostech s provozem dekantačních odstředivek byly výzkumné práce zaměřeny na výzkum spádového separačního síta pro kejdu prasat, a to na kovové síto domácí výroby. Metodicky výzkumná práce byla zaměřena na laboratorně-poloprovozní ověření čtyř funkčních modelů s odlišným konstrukčním řešením a zkušenosti z ní vedly ke zhotovení konečného modelu. S použitím jednotné metodiky byl tento model provozně ověřen na kejde prasat o celkové sušině $4,67 \pm 0,9\%$. Kejda byla skladována v jímkách po dobu jeden až tři týdny. Získané parametry byly dodatečně porovnány s parametry separačního zařízení Consolidator anglické firmy Vickers. Obě spádová síta měla stejnou mezerovitost 0,75 mm, čs. síto bylo šterbinové, ze smýčkových roštnic vyráběných v AZ Trnava. Anglické síto je zhotoveno z nerezových klínových pásků. Náš funkční model měl o 65 % lepší výkon než Consolidator, obsah organické sušiny v sedimentu byl o 17,8 % vyšší. Obsah organické sušiny ve fugátech byl naopak o 69 % nižší u separačního zařízení Consolidator. Síto použité u funkčního modelu lépe zachycuje makročástice organických látek, mikročástice pronikají do tekuté frakce. Dělicí poměr je proto o 53 % vyšší u Consolidatoru, který byl také 2,15X více zatížen. Funkční model síta je o 47 % provozně úspornější. Poskytuje sediment o celkové sušině 12 až 14 %. Počítá se, že k sítu bude přidáno lisovací zařízení. Je nutno ověřit, zda by se zvýšila kvalita práce námi vyřešeného modelu použitím síta o menší mezerovitosti, zpracováním čerstvé kejdy a použitím vhodných flokulačních prostředků.

sklon síta; mezerovitost; sediment

Technologie separace kejdy prasat se u nás rozvíjí po roce 1970, kdy Velkovýkrmny, o. p., Praha, dovezly pro vybrané závody zahraniční dekantační odstředivky. Činnost těchto odstředivek byla sledována v provozu a byly pro ně stanoveny provozní a kvalitativní ukazatele. Protože výsledky neodpovídaly požadavkům, byl dovoz těchto zařízení zastaven. V konkurenci odstředivek byly získány dobré provozní zkušenosti s čs. zařízením PO-420V [po ověřovací sérii se však nebude u nás sériově vyrábět]. S odstupem let byla v zahraničí vyráběna další — konstrukčně odlišná — zařízení, jež ovlivnila i náš domácí vývoj. Tak např. vibrační separátor OPV-10 byl reprezentantem separátorů s pohyblivými pracovními orgány. Na jeho vibračně ovládané půlkruhové síto se přiváděla kejda a dopravní šnek zvyšoval prostupnost materiálu síty o otvorech 0,8 mm. Pro materiálně-technické obtíže se ve výrobě tohoto separátu nepokračuje. Druhou skupinu separátorů s ne-

pohyblivými pracovními orgány, síty, představují spádová síta. Díky své jednoduchosti pronikla spádová síta do mnoha odvětví, ve kterých se požaduje zachycení organických látek z odpadních vod.

Podle požadavků provozu mají být síta investičně dostupná, nenáročná z hlediska údržby, obsluhy a spotřeby elektrické energie a nemají vyžadovat velké stavební investice.

Podle současné čistírenské technologie při zpracování kejdy je nutné kejdou separovat. Výsledky výzkumných ověření v oblasti skladování, homogenizace a aplikace kejdy (Bláha, 1977) ukázaly rovněž na nutnost zařadit separaci a fugátové vody využívat na polích, neboť je to jediné řešení, jak omezit či eliminovat provozní potíže působené používáním surové kejdy.

V NDR a MLR se sériově vyrábějí separační zařízení odlišného provedení. V NDR jsou to spádová síta, k jejichž výrobě se údajně používá syntetický materiál. Zařízení je kompletováno mechanickým lisem o výkonnosti $4-13 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ při zpracování kejdy o sušině vyšší než 4 %. V MLR se sériově vyrábí pásový filtrační separátor, rovněž s použitím syntetické tkaniny. Do mnoha socialistických států exportuje anglická firma Vickers, Ltd., Londýn, separační zařízení Consolidátor. Unikátní zařízení bylo provozně ověřeno v rámci výzkumného úkolu zaměřeného na otázky separace kejdy prasat.

METODIKA

Aby mohlo být navrženo vhodné separační síto, byla vypracována technologická kritéria, jejichž postupné řešení přibližovalo požadovaný cíl, a to dosažení optimální separační funkce. Soustředili jsme se na vyřešení těchto konstrukčních podkladů:

- a) volba vhodného separačního síta domácí produkce, odolného vůči chemickému působení použitého odpadu;
- b) volba optimální mezerovitosti síta zaručující dobrou oddělovací a samočisticí schopnost pro odpady s různými fyzikálně-biologickými vlastnostmi;
- c) volba optimálního sklonu síta zaručujícího dobrou odvoditelnost materiálu již v první třetině pracovní plochy síta a s dostatečnou dobou zdržení v dalších partiích separační plochy, která by vedla k dalšímu potřebnému odvodnění, a tím i ke gravitačnímu posunu po spádové ploše;
- d) řešení optimálního navedení nátoky na vlastní síto po celé pracovní ploše (aniž by se síto ucpalo) s možností regulovat objemné průtočné množství a zamezit tvorbu sedimentu v přepadové nádrži zařízení;
- e) sladění průtočného množství kejdy, které je nutno regulovat odvodem nadbytečného množství, s požadavkem zajistit turbulenci nátoky v přepadové nádrži a optimální odvedení fugátových vod ze zadních partií síta;
- f) přístupnost pracovních ploch a ostatních funkčních částí pro opravu, údržbu.

Řešení těchto problémů jsme rozdělili do mnoha testů a zkoušek, převážně laboratorně-poloprovodního charakteru. K jejich ověření bylo použito různých funkčních modelů, jež se konstrukčně odlišily. Postup řešení podstatně ztěžovala skutečnost, že konsistence kejdy je variabilní. Tuto fázi ukončily provozní zkoušky funkčního modelu spádového síta čs. provedení a separačního zařízení Consolidátor. Pro vyhodnocení kvality jsme použili výpočtu dělicího poměru (Bláha, 1977, 1979, 1980), který se rovněž užívá i v zahraničí — v NSR odpovídá normě DIN 4045 (Simons, 1977). Možnosti získat parametry fyzikálních hodnot jsou omezené vzhledem k nedostatku zkušebních pracovišť, a proto jsme použili hodnot, které stanovily různé instituce. V popisu budou pracoviště uvedena.

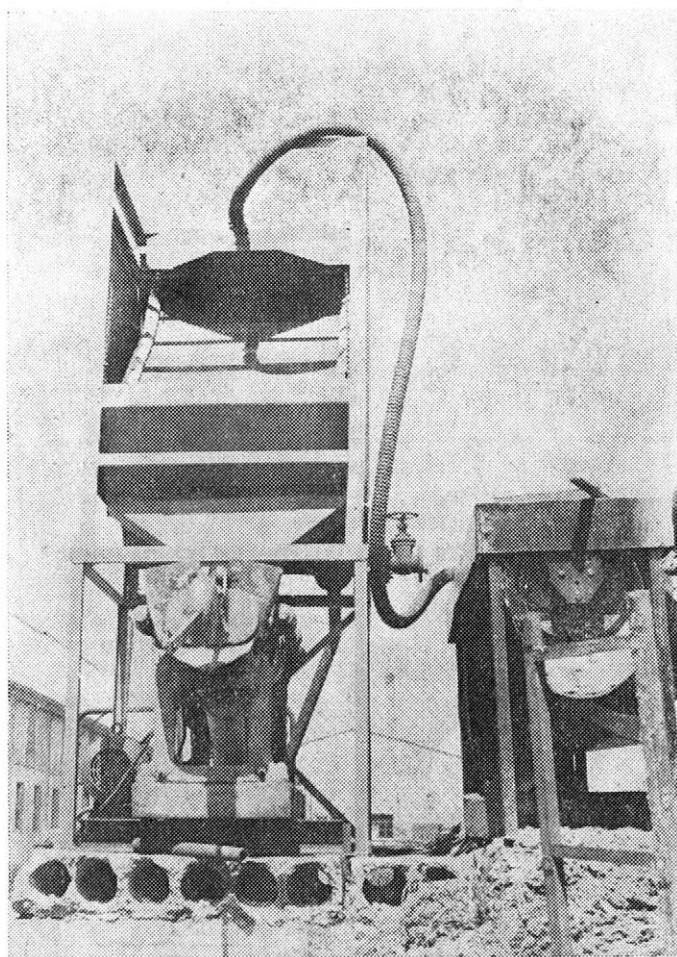
VLASTNÍ PRÁCE

LABORATORNÍ A POLOPROVOZNÍ OVĚŘENÍ FUNKČNÍCH MODELŮ SPÁDOVÝCH SÍT

a) Spádové odlučovací síto SS je sériově vyráběné zařízení, původně určené pro separaci řízkových vod. Bylo zapůjčeno n. p. Chepos Hradec Králové, ověřovací zkoušky se konaly v JZD Okřínek, okr. Nymburk, v objektu výkrmny prasat o kapacitě 2000 prasat. Kejda z této výkrmny měla mimořádně vysokou sušinu — kolem 7 %, ovlivněnou mechanickým odklizem kejdy. Síto situované na skladovací jímce bylo kompletováno rotačním čerpadlem NPF s omezenou regulací průtokového objemu. Rozdělení nátoky po celé ploše síta nebylo možno zajistit pro deformaci dřívějším použitím. Přes celou řadu negativních faktorů bylo však na některých částech spádové plochy patrné, že tato technika separace by byla schůdná za splnění určitých, zatím neznámých podmínek.

b) Funkční model spádového síta, vzor Rychnov nad Kněžnou, byl

1. Celkový pohled na sestavu funkčního modelu spádového síta vzor Rychnov, kompletovaného vinařským lisem — General view of the system of the functional model of inclined sieve (Rychnov design) combined with grape press



vyvinut příslušnou STS na základě formulovaných požadavků. Model tvoří rám, vlastní síto, přepadová nádrž, nádrž fugátů a jejich odvod. Použité šterbinové síto, které bylo získáno z cukrovarnického průmyslu, bylo opatřeno vodorovnými šterbinami. Roštnice je konkrétně zakřivená, tečna roštnice mění úhel s vodorovnou rovinou. Ve střední části odpovídá 58—50°, v horní části 68—60° a ve spodní části 62—54°. Jelikož byla roštnice v horní části výkyvně uchycena, bylo možné v určitém menším rozsahu měnit spádové úhly. Šířka roštnice byla 1000 mm, délka 1500 mm, celková filtrační plocha byla 1,5 m² (obr. 1). Na funkčním modelu bylo zpracováno asi 25 m³ kejdy, měření byla dokončena v JZD Jílové u Prahy, na hospodářství Lešany. Z pomocné nádrže byl materiál čerpán čerpadlem Feka do přepadové nádrže modelu, navedením na roštnici zepředu. Tím se tento způsob odlišuje od předcházejících principů. Fyzikální hodnoty kejdy byly měřeny ve VÚZT a výsledky tohoto měření jsou obsaženy v tab. I. Průměrný nátok kejdy byl kolem 11 m³ · h⁻¹, průměrné zatížení síta činilo 7,8 m³ · h⁻¹ · m⁻².

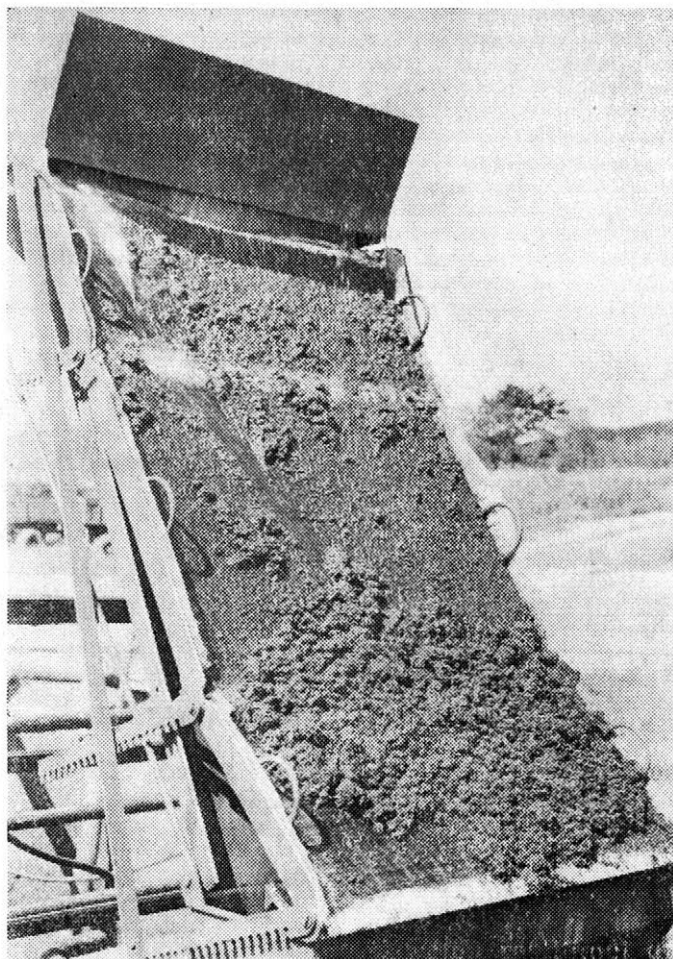
c) Funkční model spádového síta, vzor VÚZS, byl navržen a zhotoven na tomto pracovišti. Je menší než model předchozího provedení a je také jednodušší, poněvadž byl určen pro stanovení optimálního sklonu roštnice (obr. 2). Tvoří jej stojan, na jehož horní část je uchycena přepadová nádrž, vlastní svezovací roštnice a sběrná nádrž fugátů. Přepadová nádrž se jehlanovitě rozšiřuje, až jedna strana přechází plynule v přepadový jízek. Naproti tomu ostatní tři strany jízek převyšují, aby nedocházelo k přerону do nežádoucích bočních stran. Na vytvořený jízek navazuje usměrňovací hrana a vlastní svezovací roštnice. Roštnice je třídlínná, má libovolně nastavitelný sklon (smyčková roštnice z AZ Trnava). Šterbiny jsou rovnoběžné, s mezerovitostí 0,75 mm. Fugáty se odvádějí dozadu. Pracovní plocha je 1,4 m².

Při funkčních zkouškách v SZP Levín, okr. Beroun, bylo zpracováno asi 25 m³ kejdy. Jednotka byla kompletována čerpadlem NDUM,

I. Fyzikálně-kvalitativní parametry tří různých vzorů funkčních modelů spádových sít — The physico-qualitative parameters of three different designs of the functional models of inclined sieves

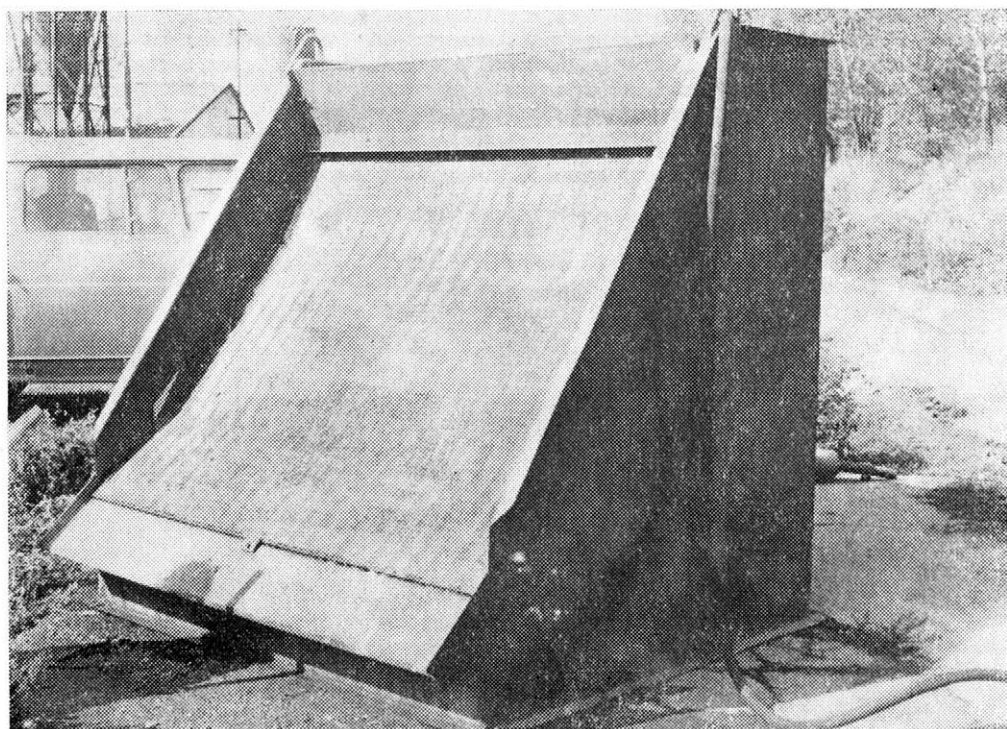
Provedení	Nátok v % celkové sušiny	Nátok v % organické sušiny	Fugát v % celkové sušiny	Fugát v % organické sušiny	Sediment v % celkové sušiny	Sediment v % organické sušiny	Dělicí poměr v sedi- mentu v % organické sušiny	Poznámka
Rychnov	0,85	0,53	0,69	0,43	50,90	49,00	19,09	dávkován 0,5% Al ₂ (SO ₄) ₃ sediment vylišován
	0,85	0,53	0,69	0,43	50,90	48,00	19,47	
Bělá	1,29	0,93	1,15	0,85	13,21	12,08	10,08	
	1,95	1,55	1,66	1,29	13,81	13,06	18,75	
VÚZS	1,37	0,96	1,24	0,88	14,56	13,61	9,00	
	1,92	1,44	1,71	1,26	13,36	12,69	14,22	
	1,32	0,94	1,21	0,82	12,18	11,00	13,85	

2. Detailní pohled na funkční model spádového síta, vzor VÚZS — Detailed view of the functional model of inclined sieve, VÚZS design



typ 11/4, o teoretické výkonnosti $1,2$ až $6,0 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Zatížení modelu bylo $0,4$ až $0,9 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, při nátoku pohybujícím se v rozmezí od $0,6$ do $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Fyzikální rozborů byly provedeny ve VÚZT, výsledky jsou obsaženy v tab. I. Během zkoušek se projevily funkční nedostatky, jež bylo nutné odstranit vhodnými úpravami: 1. Rozdělení roštnice na tři samostatné sekce zcela nevyhovovalo, byl narušován plynulý tok oddělené pevné frakce a odcezená voda zpětně vyvěrala na líci roštnice. Úprava spočívala v překlenutí přechodů mezi síťovými sekcemi pásem syntetické tkaniny 70 mm široké a jejím laminováním v šířce asi 40 mm na dolní části roštnice s tím, že zbylá část přesahovala volně na plochu následující roštnice. 2. Další úprava byla provedena na svodném naváděcím plechu kejdý na roštnici příslušným tvarováním. Tím byl zajištěn plynulejší nátok a odstraněn nevhodný rozstřík. Prodloužením svodu fugátů byla rovněž zvětšena možnost změny úhlů jednotlivých roštnic.

d) Papírenské síto, vzor Bělá, je v podstatě upravené síto Vickerys. Bylo vyrobeno pro potřeby papírny v Bělé pod Bezdězem. V podniku se užívá pro oddělení celulózy z odpadních vod (obr. 3). Přepadovou



3. Celkový pohled na papírenské síto, vzor Bělá — General view of paper-mill screen, Bělá design

nádrž má model umístěnu vzadu, přítok je odzadu, v dolní části nádrže. Užívá se přepadové hrany s jízdem, vytváří se souvislý film s rovnoměrným prouděním. Použitá roštnice má rozměr 1820 X 1550 mm, filtrační plocha tedy je 2,7 m². Jde o výrobek AZ Trnava. Šterbiny jsou prohnuty ve směru příčných nosných tyčí po směru toku, podobně jako u provedení Vickerys. Roštnice je prohnuta do tří částí svírajících se svislou rovinou postupně úhel 25, 35 a 45°. Sklon síta je však pevný. Separace kejdy na tomto síti byla funkčně ověřena na velkovýkrmně Mimoň, okr. Liberec. Model byl umístěn nad skladovací jímkou, měl cirkulační oběh zpracovaných hmot. Bylo použito stejné čerpadlo jako v předcházejícím případě, zpracováno bylo asi 40 m³ kejdy. Při průměrném nátoku okolo 1,5 m³ · h⁻¹ bylo průměrné zatížení síta 4,5 m³ · h⁻¹ · m⁻². Fyzikální rozbor byly provedeny ve VÚZT a výsledky jsou zachyceny v tab. I.

Ze zkoušek modelů separačních sít vyplynul tento dílčí závěr:

1. Turbulence obsahu přepadové nádrže se jeví jako optimální nátokem odspodu.

2. Jako optimální se jeví přepadová hrana s nejmenším poloměrem zakřivení. Jinak se organické látky zachytávají na jejím vrcholu.

3. Z ověření různých variant navedení kejdy na roštnici vyplývá jako optimální provedení, u kterého natékající kejda dopadá na roštnici pod úhlem 90°.

4. Zkoušky neobjasnily plně vhodnost roštnice ani volbu šěrbin vodovných či rovnoběžných. Mezerovitost by se měla pohybovat v rozmezí od 0,5 do 1,0 mm. Použitá kejda o celkové sušině 0,85 až 2,00 % nedávala možnost dokonale ověřit funkci separace v celém rozsahu.

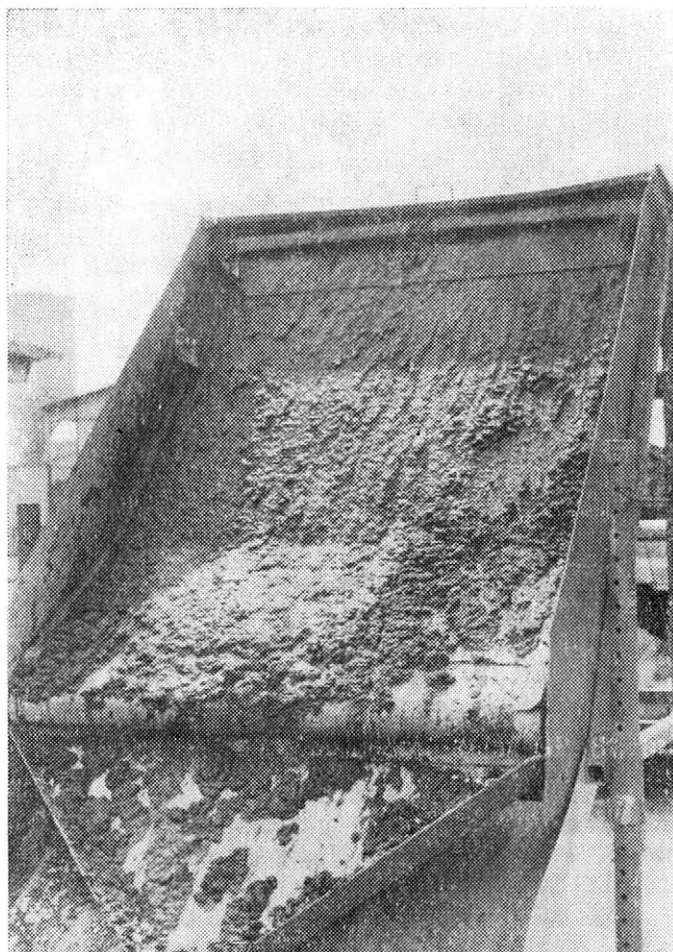
5. Při konstrukci by měla být respektována měnitelnost sklonu síta a možnost měnit roštnice s různou mezerovitostí. Základním požadavkem je rovněž použití stavitelných stojin podstavce separátoru.

6. Přeřhod roštnice na boční stěnu musí být takový, aby fugát zpětně nevyvěral na roštnici.

7. Z energetického hlediska by bylo vhodné instalovat časový spínač vynášecího dopravníku sedimentu. Předpokladem jeho činnosti je vestavění usměrňovací clony pro jeho soustředění do středu síta.

8. Odvod fugátů by měl být co nejkratší, přístupný všem zásahům, všechny pracovní části by měly být přístupné, demontovatelné. Primárním požadavkem je pak ochrana materiálu proti korozi.

9. Orientační zkouška s aplikací tekutého síranu hlinitého v dávce 0,5 až 1,0 % obj. prokázala, že fugátové vody po separaci byly průkazně vizuálně jasnější než vody neupravené. Délka zdržení s floku-



4. Detailní pohled na funkční model spádového síta, vzor VÚZT — Detailed view of the functional model of inclined sieve, VÚZT design

lantem byla 15 minut. Vzhledem k sekundárním vlivům této chemikálie na životní prostředí a k nedostupnosti jiných vhodných prostředků je tato cesta ke zvýšení kvality separace zatím neschůdná.

PROVOZNÍ ZKOUŠKY

Po laboratorních a poloprovozních zkouškách byly vypracovány agrotechnické požadavky jako podklad pro konstrukci závěrečného modelu spádového síta. Konstrukční návrh funkčního modelu byl vypracován ve VÚZT, výrobně byl zajištěn v Teroz Tachov, o. p.

TECHNICKÝ POPIS FUNKČNÍHO MODELU SPÁDOVÉHO SÍTA, VZOR VÚZT

Separační zařízení je vytvořeno z podstavce, nosného rámu, přepadové nádrže, vlastního síta, odtokové vany a ovládacích ventilů (obr. 4). Podstavec nese přepadovou nádrž s kónicky tvarovaným dnem přecházejícím v kruhovou výpusť a přírubu se šoupátkovým ventilem 2,5", jímž se reguluje odtok přebytečného nátoku. Zadní stěna nádrže přechází v hranu z ohrnutého plechu v celé pracovní délce síta. V přední stěně, v protisměru od přepadu, je ve spodní třetině umístěn ventil pro regulaci nátoku kejdy. Spádové síto je vytvořeno ze smyčkových roštnic s podélnou mezerovitostí 0,75 mm a jeho pracovní plocha je 2,14 m². Síto je rovněž výrobkem AZ Trnava. Je uloženo v nosném rámu, okraje kryje gumová manžeta. Pracovní plochu zahajuje plechová uklidňovací zóna, navazuje pásmo odvodňovací a ukončuje ji zóna zdržení. Separační plocha přechází v krátkou plechovou skluznou hranu ukončenou obloukem pod vlastní síto. Separační rám je zavěšen na podstavci kruhovou zasunovatelnou tyčí procházející vodícími oky. Způsob uchycení odtokové vany je též.

PROVOZNÍ OVĚŘENÍ FUNKČNÍHO MODELU SPÁDOVÉHO SÍTA, VZOR VÚZT

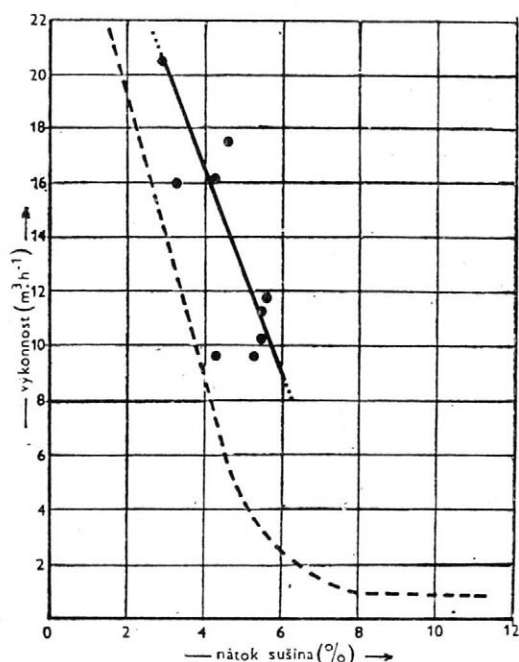
Model VÚZT byl ověřován v SZP Vysoká u Dobřan, okr. Plzeň-jih. Byl přistaven spádovou částí přímo k obvodové stěně zemní jímky o objemu 450 m³. Byl vytvořen cirkulační okruh, oddělené frakce byly gravitačně vráceny do jímky. Z opačného rohu jímky byla čerpána kejda ponorným čerpadlem Wallwin, typ HW2554/4, s elektromotorem o příkonu 4 kW. V jímce byl instalován funkční model homogenizátoru lopatového provedení, jenž umožňoval testovat kejdu o variabilní celkové sušině nátoku v rozmezí $4,67 \pm 0,9$ %. Bylo použito devíti odlišných vzorků kejdy anaerobně skladované po dobu jeden až tři týdny. Tmavohnědá barva kejdy a sedimentu prokazovala, že jde o materiál značně biologicky narušený. Meteorologické podmínky během zkoušek byly nepříznivé, teplota atmosféry se pohybovala kolem nuly, sněžilo. Teplotní faktor měl vliv i na kvalitu separace, na volném stanovišti modelu namrzla roštnice. Fyzikální hodnoty kejdy stanovila agrolaboratoř JZD Potěhy, okr. Kutná Hora. Jsou uvedeny v tab. II.

Z výsledků zkoušek vyplynuly tyto závěry:

1. Kejda o celkové sušině menší než 3 % umožňuje nátok okolo

II. Fyzikálně-kvalitativní parametry funkčního modelu spádového síta, vzor VÚZT — The physico-qualitative parameters of the functional model of inclined sieve, VÚZT system

Celková sušina v %				Organická sušina v %			Dělicí poměr v sedimentu v %	Výkonnost v m ³ · h ⁻¹	Poznámka
Zkouška č.	nátok	fugát	sediment	nátok	fugát	sediment			
1	3,47	3,36	9,03	2,58	2,46	7,48	6,93	15,93	nehomogenizováno
2	4,39	3,75	11,47	3,38	2,78	10,17	24,76	16,19	homogenizace - 10 minut
3	4,69	3,91	11,96	3,63	2,86	10,56	29,09	—	
4	2,94	2,69	11,31	2,13	1,91	9,85	12,85	20,45	nehomogenizováno
5	4,60	3,89	12,54	3,57	2,86	10,94	26,92	17,50	homogenizace - 10 minut
6	5,65	4,28	14,32	4,47	3,12	12,51	40,23	11,82	homogenizace - 60 minut
7	5,36	4,12	12,94	4,23	3,03	11,54	38,46	9,53	homogenizace - 115 minut
8	5,46	4,13	12,94	4,32	3,01	12,12	40,32	9,13	homogenizace - 180 minut
9	5,54	4,16	12,16	4,42	3,09	10,86	42,05	10,25	homogenizace - 210 minut
Průměr	4,67 ±0,90	3,81 ±0,47	12,15 ± 1,43	3,63 ±0,78	2,79 ±0,36	10,67 ± 1,39	29,06 ±11,95	13,85 ± 3,95	



5. Závislost výkonnosti spádového síta ČS a Consolidatoru na celkové sušině nátoků — Dependence of the output of the inclined sieve CS and the Consolidator system on the total dry matter content of the material to be separated

— síto ČS
 - - - Consolidator

15 až 20 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, u sušiny vyšší než 5 % je výkonost modelu menší než 10 $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Byla stanovena korelace mezi výkoností modelu a celkovou sušinou kejdy (grafické znázornění je patrné z obr. 5). Porovnání s údaji zahraničního výrobce zařízení Consolidator prokázalo, že výkonnostní křivky jsou podobné v porovnání oblasti sušiny kejdy. Průběh u modelu je posunut, neboť model je výkonnější.

2. Dělicí poměr — ukazatel kvality práce zařízení — je rovněž závislý na sušině kejdy. Testy s kejdou o celkové sušině kolem 3 % dosáhly hodnoty v průměru 10 %, materiály se sušinou nad 5 % kolem 40 % — vztaženo na organickou sušinu sedimentu. Výsledky zkoušek č. 6—9, uvedené v tab. II, je možné považovat za reprezentativní výsledky modelu, a proto byly použity pro srovnání se zařízením Consolidator. Dělicí poměr dosáhl u výběru průměrné hodnoty 40,26 %.

3. Celková sušina sedimentů v průběhu zkoušek dosáhla hodnoty $12,15 \pm 1,4$ %, ve výběru zkoušek (zk. č. 6—9) hodnoty $13,25 \pm 1,23$ %. Materiál je dobře odvodněn a další zvýšení sušiny nelze technicky zajistit bez dalšího samostatného zařízení.

4. Průměrné celkové sušiny fugátů se u celého souboru zkoušek pohybovaly ve výši $3,81 \pm 0,47$ %, v reprezentativním souboru $4,20 \pm 1,27$ %. Nedostatky funkčního charakteru byly odstraněny potřebnými úpravami, nebo čekají na konstrukční úpravy při dalších výrobních provedeních. Hlavní nedostatky: a) Fugát opětovně vyvěral v pruhu asi 50 mm od spodního okraje spádového síta. Příčina byla provizorně odstraněna tmelem, pruh byl zalepen. Perspektivní je konstrukční úprava spodku síta. b) Provedení přepadové hrany způsobovalo, že kejda stékala po okrajové manžetě bez odvodnění. Závada byla odstraněna nalepením gumových clon na této straně. c) Pro dokonalejší rozdělení kejdy po celé pracovní ploše síta byla dodatečně vyrobena a vzápětí

s kladným výsledkem vyzkoušena příruba se stranovým rozdělovačem. e) Použitý manipulační držák umístěný uprostřed pracovní plochy síta na dolním konci, určený pro montáž síta, byl nevhodný a bude nutné jej nahradit jiným řešením. Rovněž čistitelnost spodních vnitřních ploch nebyla vhodná a vyžaduje zlepšení vytvořením bočního otvoru.

POROVNÁNÍ FUNKCE A PROVOZNÍCH PARAMETRŮ FUNKČNÍHO MODELU SPÁDOVÉHO SÍTA A IMPORTOVANÉHO ZAŘÍZENÍ CONSOLIDATOR

Výzkumné ověření a stanovení vybraných parametrů v přibližně stejných provozních podmínkách umožnilo porovnat techniku separace kejdy prasat na funkčním modelu spádového síta vybaveném dostupným čs. sítím odlišných konstrukčních parametrů se separačním zařízením Consolidator. Porovnány byly pochopitelně pouze separace, bez lisovací sekce. Pro testování obou zařízení v odlišných provozních podmínkách a na odlišném zkušebním stanovišti bylo použito stejného plnicího čerpadla Wallwin. Provozní zkoušky zařízení Consolidator se uskutečnily v JZD Potěhy (ve výkrmně prasat o kapacitě cca 300 kusů na hospodářství Žleby). Na překladu zemní jímky bylo umístěno separační zařízení, pracovní prostor byl obestavěn montovanou dřevěnou nástavbou, opatřenou okny. Skladovací jímka obdélníkového tvaru o objemu cca 400 m³ byla přepažena betonovou přepážkou na dvě sekce. První, menší část o objemu cca 50 m³ byla bezprostředně napojena na splavovací kanál podroštového prostoru, opatřeného stavítkem. Větší část jímky sloužila ke skladování fugátových vod. Potřebný objem kejdy byl vpuštěn do menší části jímky, homogenizace objemu bylo dosaženo kejdou vyvedenou z přepadové nádrže separátoru.

TECHNICKÝ POPIS SEPARAČNÍHO ZAŘÍZENÍ CONSOLIDATOR

Toto zařízení tvoří tři sekce — spádové síto, hydraulický lis a pohonná jednotka. Vlastní spádové síto je vytvořeno z přepadové nádrže, výtokové hubice, vlastního separačního síta, ze žlabu pro odvod fugátů a z podstavce. Suspenze kejdy vstupuje od čerpadla do přepadové nádrže a na separační síto. Na přepadovou nádrž nasedá odzadu plechová nálevka, uchycená šrouby na stěně nádrže opatřené dvěma průchodnými otvory o průměru 100 mm. Vertikálně umístěná nálevka přechází v kruhovou objímku opatřenou gumovou hadicí pro odvod nadbytečné kejdy. Ve vlastní nálevce došlo kvůli regulaci nátoku k instalaci plechové stavitelné přepážky vedené v drážkách. Použité separační síto o ploše 0,41 m² je zhotoveno z velkého počtu nerezových pásek trojúhelníkového (klínového) průřezu. Jsou umístěny ve směru nátoku napříč a mezi nimi vznikají odvodňovací mezery. Síto je rozděleno do tří sekcí, odkloněných pod úhlem 25, 15° a 45°. Způsob odvedení vody v první sekci je označován jako efekt Coanda. Spočívá v tom, že kapalina přilne ke spodním plochám klínových pásek, odvede se mezerami a zanechá na povrchu síta podíl pevných organických částí. Další sekce síta snižují rychlost suspenze a nastává další odvodňování nátoku. Klínové pásy jsou tvarovány tak, že jsou uprostřed prohnuty směrem dolů, což má vliv na ucpávání síta, kapalina probíhá mezerami mezi klínovými pásy.

Zařízení	Organická sušina	
	nátoku v %	sedimentu v %
Consolidator	4,15 ± 1,86	10,01 ± 1,05
Funkční model VÚZT	4,36 ± 0,09	11,75 ± 0,62

Ty se směrem dolů rozšiřují a v tomto prostoru stéká kapalina do nejbližšího oblouku. Výrobce uvádí, že pevné částice a bakteriální zárodky s délkou nebo průměrem 0,6 mm × šířka drážek zůstanou na síti. Konstatuje se, že objemová průtočnost síta závisí na šířce šterbin, vizkozitě, teplotě a pohybuje se od 0,3 do 1,0 m³ · h⁻¹ · cm⁻¹ šířky. Oddělená organická hmota opouští spádové síto, gravitačně padá do komory hydraulického lisu. Tekutý podíl kejdy stéká po lici síta do spodní sběrné části žlabu a je vyveden gumovou hadicí do skladovací jímky.

Byly uskutečněny soubory zkoušek s kejdou o stejném způsobu skladování, technice ustájení prasat, krmení. Předpokládané rozdílné biologické vlastnosti kejdy nebylo možno ovlivnit. Byly vybrány soubory zkoušek se stejnými fyzikálními hodnotami a ty byly u obou zařízení porovnány i v oblasti kvalitativních ukazatelů. Výsledky jsou obsaženy v tab. III. Z výsledků zkoušek vyplývají tyto závěry:

a) Organická sušina sedimentů z nátoků o přibližně stejné vstupní sušině je u funkčního modelu vyšší o 17,8 % (zkouška č. 6–9), neboli šterbinové síto zachycuje lépe makročástice než síto zahraniční.

b) Organická sušina fugátů má zásadně rozdílný obsah. Zatímco hodnota pro Consolidator je 1,81 %, funkční model vykazuje obsah 3,06 %, což je o 69 % více. Síto čs. provedení neseperuje odváděnou vodní frakci takovým způsobem jako síto zahraniční, mikročástice přecházejí do fugátů.

c) Ke stejnému závěru docházíme při hodnocení dělicího poměru. Z tab. III je patrné, že dělicí poměr u funkčního modelu je podstatně nižší, ukazatel u Consolidatoru je o 53 % vyšší.

d) Parametr výkonnosti je stanoven z celého souboru zkoušek. Ukazuje se, že funkční model je o 65 % výkonnější než Consolidator.

e) Posledním ukazatelem je zatížení síta, dané použitou pracovní plochou síta a velikostí nátoků. V celém souboru měření byl Consolidator 2,15× více zatížen než funkční model. V podstatě se potvrzuje hypotéza o kvalitnějším provedení a funkci použitého separačního síta.

EKONOMICKÉ HODNOCENÍ, STANOVENÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Cílem tohoto zhodnocení bylo stanovit provozní náklady spojené se separací kejdy prasat a skladováním fugátových vod po dobu 90 dnů. Výpočet se opíral o tyto podklady:

a) Výkonnost zařízení Consolidator byla 8,36 m³ · h⁻¹ při spotřebě elektrické energie 3 kWh, zjištěné měřením u zahraničního provedení včetně lisovací jednotky.

Organická sušina	Dělicí poměr sedimentu v %	Výkonnost v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	Zatížení v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$
fugátu v %			
1,81 ± 0,79	61,81 ± 26,82	8,36 ± 2,15	20,39 ± 5,53
3,06 ± 0,04	40,26 ± 1,26	13,84 ± 3,94	6,46 ± 1,67

b) Pořizovací cena funkčního modelu s předpokládanou teoretickou kompletací o lisovací jednotku byla odhadnuta částkou 130 000 Kčs, Consolidator byl dovezen za částku 267 000 Kčs. Životnost funkčního modelu byla odhadnuta na 5 let, pro Consolidator se stanovuje obdobím 14 let podle účetní evidence podložené platnými předpisy.

c) Na fólii použitou ke skladování odseparovaných vod ve fóliových nádržích se předpokládá náklad 200 Kčs $\cdot \text{m}^{-2}$, její vlastní životnost se odhaduje na pět let.

Kalkulace prokázaly, že náklady na separaci funkčním modelem dosahují částky 3,02 Kčs $\cdot \text{m}^{-3}$, u Consolidatoru 5,76 Kčs $\cdot \text{m}^{-3}$. Náklady na separaci a vlastní skladování ve fóliových nádržích činí u funkčního modelu 11,88 Kčs $\cdot \text{m}^{-3}$, u Consolidatoru 13,36 Kčs $\cdot \text{m}^{-3}$. Funkční model je o 47 % úspornější než import a je o 65 % výkonnější. Při využití v jednosměnném provozu stačí funkční model zpracovat denní produkci kejdy od 12 075 prasat, kdežto Consolidator od 7315 prasat.

DISKUSE

Ověřovaný funkční model spádového síta se v provozních zkouškách ukázal jako funkčně vyhovující, výkonnější, provozně úspornější než srovnávaný zahraniční výrobek se stejným způsobem separace. Kvalitu práce má funkční model horší, což je dáno vlastním provedením šterbinového síta. Zlepšení tohoto ukazatele je patrně závislé na mezerovitosti síta. Mezery 0,6 mm by dávaly vyšší předpoklady k zachycení nepatrných částic organické hmoty. Dodatečné zkoušky zařízení Consolidator na jiném stanovišti s čerstvou kejdou ukazují na podstatně lepší průběh separace a dalšího lisování. Dosahuje se běžně výlsků o celkové sušině okolo 35 %, což ve zkouškách ve žlebech byl ojedinělý případ, provázený ucpáním materiálu v mačkáci komoře lisu. Denní separace kejdy je nutností v obou technologických koncepcích jak v zemědělském využití obou frakcí, tak v čistírenské technice. Pro první variantu je vyšší sušina fugátů nepodstatná, druhý směr ji vyžaduje. Proto se zcela oprávněně diskutuje o nutnosti domácího organického flokulantu, jenž by nahradil nedostupný import. Vlastní čs. spádové síto poskytuje sediment, který se po krátkodobém skladování (na odkanalizované ploše) dodatečně natolik odvodňuje, že je rypatelný a tudíž manipulovatelný. Tento poznatek vyplynul z četných opakovaných zkoušek. Pro perspektivní požadavky, zvláště pro recyklaci těchto materiálů, bude nutné kompletovat separační jednotku vhodným lisem.

Po laboratorních a poloprovozních zkouškách čtyř funkčních modelů spádových separačních sít s použitím čs. síta byl provozně ověřen závěrečný model. Získané provozní a kvalitativní parametry byly do datečně porovnány s importovaným zařízením Consolidator anglické firmy Vickerys. Z technických důvodů nebyla obě zařízení provozně ověřena na stejném stanovišti, kompletována byla stejným plnicím čerpadlem Wallwin. Zkušební materiálem byla v obou zkouškách anaerobně skladovaná kejda prasat s délkou skladování jeden až tři týdny. Celková sušina kejdy se pohybovala v hodnotě $4,67 \pm 0,90$ %. Byly vybrány soubory zkoušek se stejnými fyzikálními vlastnostmi a porovnány zjištěné provozní a kvalitativní parametry.

Funkční model spádového síta, vybavený šterbinovým sítem smyčkového provedení s mezerovitostí 0,75 mm z AZ Trnava, vyhověl funkčním a agrotechnickým požadavkům, přičemž je o 65 % výkonnější než Consolidator. Dosahuje také o 17,8 % vyššího obsahu organické sušiny v sedimentu, zachycuje lépe makročástice organické hmoty. Naproti tomu má o 69 % horší výsledky při hodnocení obsahu organické hmoty ve fugátech. Použité síto nezachycuje dokonale mikročástice organické hmoty. V hodnocení kvality práce zařízení je 53 % horší než Consolidator. Zatížení síta bylo u funkčního modelu $2,15 \times$ nižší než u importu. Kvalitativní ukazatel by se zlepšil použitím síta o menší mezerovitosti, změnou technologie zpracování kejdy prasat, přesunem na denní separaci, neboť biologicky narušená kejda je podstatně lépe zpracovatelná. Obecně zjištěný poznatek o výhodnosti aplikace flokulačních prostředků za účelem zvýšení dělicího poměru naráží na jejich nedostupnost a skutečnost, že ohrožují životní prostředí. V současné situaci, kdy je nutné separovat kejdu prasat při každém technologickém zaměření jejího zpracování, se jeví technika separace s použitím domácího síta jeho nejpřístupnější řešení. Provozní náklady funkčního modelu jsou o 47 % nižší než u importovaného zařízení.

Literatura

- BLÁHA, K.: Nové poznatky zpracování a aplikace kejdy prasat. [Dílčí zpráva Z-1380.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techn. 1977.
 BLÁHA, K.: Separace kejdy prasat zařízením Consolidator. [Dílčí zpráva Z-1569.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techn. 1979.
 BLÁHA, K.: Separace kejdy prasat spádovým sítem čs. provedení. [Dílčí zpráva Z-1638.] Praha, Výzk. ústav zeměd. techn. 1980.
 SIMONS, D.: Über die Planungsgrundlagen der aeroben Flüssigmistaubereitung. Grundl. Landtech., 27, 1977, č. 6, s. 198-204.

Došlo dne 7. 1. 1981

БЛАГА, К. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Отделение навозной жижи свиней при помощи перепадных сепарационных сит. Земед. Techn., 27, 1981 (6) : 347-362.

Na основе опыта по эксплуатации декантационных центрифуг научно-исследовательские работы были направлены на изучение перепадного сепарационного сита для навозной жижи свиней, а именно, металлического сита. Методически научно-исследовательские работы были

направлены на лабораторно-полупроизводственные испытания четырех действующих моделей различной конструкции на основе которой была изготовлена окончательная модель. При помощи единой методики эта модель была испытана в производстве на навозной жиже свиней с общим содержанием сухого вещества $4,67 \pm 0,9\%$. Навозная жижа хранилась анаэробно в ямах 1—3 недели. Полученные параметры дополнительно сравнились с параметрами сепаратора Консолидатор английской фирмы Виккерис. Оба перепадных сита имели одинаковое расстояние между отверстиями 0,75 мм, чехословацкое сито щелевое, изготовлено в АЗ Трнава из петлеобразных планок. Английское сито изготовлено из нержавеющей клиновидных лент. Наша действующая модель была на 65% производительнее, чем Консолидатор, содержание органического сухого вещества в седimente было на 17,8% выше. Содержание сухого органического вещества в фугатах, наоборот, было на 69% ниже у сепаратора Консолидатор. Сито, применяемое у действующей модели лучше захватывает макрочастицы органических веществ, микрочастицы проникают в жидкую фракцию. Соотношение на 53% ниже, чем у Консолидатора, который в 2,15 раза имеет большую нагрузку. Действующая модель сита на 47% экономнее. Седимент содержит 12—14% сухого вещества. Предполагается к ситу приделать пресс. Необходимо проверить, повысится ли качество работы у модели с меньшими промежутками между отверстиями, при обработке свежей навозной жижи с пригодными флокуляционными средствами.

уклон сита; промежуток между отверстиями; седимент

BLÁHA, K. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepý): *The Separation of Pig Slurry on Inclined Separating Sieves*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 347-362.

Using the experience with the operation of decanting separators, research efforts were concentrated to the study of inclined separating sieve for pig slurry (metallic sieve of Czechoslovak manufacture). From the methodical point of view, the research was aimed at a laboratory and pilot testing of four functional models of different designs; the experience from these tests was used for the construction of the final version of the model. Using unified methods, this model was tested on pig slurry with a total dry matter content of $4.67 \pm 0.9\%$. The slurry was stored anaerobically in pits for one to three weeks. The obtained parameters were compared with the parameters of the Consolidator separating device produced by the English firm Vickers. Both inclined sieves had the same mesh of 0.75 mm. The Czechoslovak sieve was of the slot type, made from loop-type grate bars produced by the AZ Trnava company. The English sieve is made from stainless V-shaped strips. The performance of our functional model was better by 65% than that of the Consolidator system; the content of organic dry matter in sediment was higher by 17.8%. On the other hand, the content of organic dry matter in the fugates was lower by 69% in the Consolidator separation system. The sieve used in the functional model is better in catching the particles of organic substances; the micro-particles penetrate into the liquid fraction. The separation ratio is therefore lower by 53% than in the Consolidator system, which also bore a 2.15 times higher load. The functional model of the sieve is more economical in operation (47% savings). It produces sediment with a total dry matter content of 12 to 14%. A pressing device is planned to be combined with the sieve. Further tests are needed to see whether the quality of the work of the model would be improved by the use of a smaller-mesh sieve, by processing fresh slurry, and by the use of suitable flocculants.

sieve inclination; mesh; sediment

BLÁHA, K. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha-Řepý): *Schweinegülle-trennung mit Schwerkrafttrennsieben*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 347-362.

Nach den Erfahrungen mit dem Betrieb der Absetzzentrifugen wurden Forschungsarbeiten an die Untersuchung eines Schwerkrafttrennsiebes für die Schweinegülle ausgerichtet, und zwar auf ein Metallsieb heimischer Produktion. Die methodische Forschungsarbeit wurde auf die laborhalbtechnische Überprüfung von vier Funktionsmustern mit unterschiedlicher Konstruktionslösung gerichtet und diesbezügliche Erfahrungen führten zur Herstellung eines Endmusters. Unter Anwendung

der Einheitsmethodik wurde dieses Modell betriebsmäßig an der Schweinegülle mit der Gesamttrockensubstanz von $4,67 \pm 0,9\%$ überprüft. Die Gülle wurde während einer bis drei Wochen in Gruben anaerob gelagert. Die erzielten Parameter wurden nachträglich mit den Parametern der Trenneinrichtung Consolidator der englischen Herstellfirma Vickerys verglichen. Beide Schwerkraftsiebe hatten die gleiche Hohlraumweite von 0,75 mm, das tschechoslowakische Sieb war schlitzenförmig aus den in AZ Trnava hergestellten Maschenroststäben. Das englische Sieb ist aus rostbeständigen Keilstreifen hergestellt. Unser Funktionsmuster wies eine um 65% höhere Leistung als Consolidator auf, der Gehalt an organischer Trockensubstanz im Sediment war im Gegenteil um $17,8\%$ höher. Der Gehalt an organischer Trockensubstanz in Fugaten war um 69% niedriger bei der Trenneinrichtung Consolidator. Das bei dem Funktionsmuster verwendete Sieb fängt besser Teilchen von organischen Stoffen auf, die Mikroteilchen dringen in die flüssige Fraktion ein. Das Trennverhältnis ist daher um 53% niedriger als bei dem Consolidator, der auch 2,15mal höher belastet wurde. Das Funktionsmuster des Siebes ist um 47% betriebswirtschaftlicher. Es liefert ein Sediment mit der Gesamttrockensubstanz von $12-14\%$. Es wird vorgesehen, daß das Sieb mit einer Zusatzpreßvorrichtung ausgestattet wird. Es ist zu überprüfen, ob die Arbeitsgüte des von uns gelösten Modells durch die Verwendung eines Siebes mit geringerer Hohlraumweite, durch Verarbeitung einer frischen Gülle und Benützung von geeigneten Flockungsmitteln erhöht werden könnte.

Siebneigung; Hohlraumweite; Sediment

Adresa autora:

Ing. Karel Bláha, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

PROGRESÍVNA ZÁVLAHOVÁ TECHNIKA V SADOCH A VINOHRADOCH A JEJ VPLYV NA PREVÁDZKU ZÁVLAH

M. Novotný

NOVOTNÝ, M. (Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Bratislava): *Progresívna závlahová technika v sadoch a vinohradoch a jej vplyv na prevádzku závlah*. Zeměd. Techn., 27, 1981 (6) : 363-381.

Podrobne sme vo výskume a v prevádzkových podmienkach sledovali sedem závlahových systémov. Hodnotili sme hľadiská technické, prevádzkové, investičné i nákladové. Z hľadiska ekonomicko-prevádzkového považujeme za najúplnejší hodnotiaci ukazovateľ prevádzkovú rentabilitu. Ako doplnujúce ukazovatele sme vzali do úvahy čistý dôchodok, produktivitu živej práce, kvalitu závlahy a ďalšie ovplyvňujúce faktory. Ich syntéza ukázala, že najvhodnejšími systémami pre realizáciu závlah v sadoch a vinohradoch sú stabilné podzemné linky pre závlahu postrekom, ďalej systémy podpovrchovej závlahy, systém Vejár, pásové zavlažovače a zavesené linky s postrekovačmi.

závlahové systémy; stabilné podzemné linky pre závlahu postrekom; podpovrchová závlaha; systém Vejár; pásové zavlažovače; zavesené linky s postrekovačmi

Exploatacia závlahových zariadení v ovocných sadoch a vinohradoch preukázala aj vo veľkoprevádzkových podmienkach vysokú ekonomickú efektívnosť. Ukázalo sa, že nielen spomínaná ekonomická efektívnosť, ale aj využívanie investícií vložených do závlahových zariadení je v značnej miere ovplyvnená použitou závlahovou technikou a jej úrovňou. Vystupujú tu aj ďalšie faktory, ako napr. organizácia práce, jej namáhavosť, nároky na pracovné sily a ich kvalifikáciu, poruchovosť zariadení, údržba atď. Technické riešenie sme postavili zámerne na prvé miesto, pretože určuje dôležitosť ostatných uvedených faktorov. Dokonalejšie technické riešenie je investične nákladnejšie, dáva však väčšie predpoklady pre lepšie využívanie závlahy. Výsledkom toho môže byť nielen zvýšenie ekonomickej efektívnosti závlah, ale cez zväčšenie kvantity úrodu aj zracionalizovanie výživy nášho obyvateľstva.

Pri určovaní vhodnosti technického riešenia a jeho jednotlivých prvkov by malo byť poradie: výskum—vývoj—projekcia—realizácia—prevádzka. Existujú tu však aj spätné väzby. Realizácia môže na základe svojich možností a na základe technológie výroby určovať kritériá pre výskum a vývoj. Podobne aj skúsenosti z prevádzky a praxe by mali byť impulzom pre optimalizáciu nových riešení. Uprostred stojí projekcia, ktorá si pre úspešnú prácu musí ujasniť, ktoré prvky a riešenia sú výrobné dostupné a prevádzkovo vhodné.

Vychádzajúc z týchto intencií zamerali sme výskum a vývoj na

riešenie progresívnych závlahových systémov, sledovali sme prevádzku závlahy v sadoch a vinohradoch predovšetkým z pohľadu vhodnosti závlahovej techniky, jej vplyvu na využívanie a na smer ďalšieho vývoja.

METODIKA

Cieľom výskumu bolo riešenie jednotlivých systémov a prvkov závlahy ovocných sádov a vinohradov v špecifických podmienkach týchto kultúr. Metodika predpokladala riešenie tejto problematiky so zreteľom na terénne a pôdne podmienky s možnosťou alternatívneho viacúčelového využitia v ovocinárstve, prípadne chmeliarstve a zeleninárstve. Ďalej to bolo stanovenie hlavných hydrotechnických a hydraulických parametrov jednotlivých prvkov a určenie rámcových ukazovateľov súhrnného riešenia závlahového detailu v nadväznosti na závlahovú kostru.

Vecne bol výskum rozdelený na päť etáp:

1. Technické prvky stabilných systémov postreku v sadoch.
2. Závlahové systémy vo vinohradoch s využitím opornej konštrukcie.
3. Podpovrchové závlahy sádov a vinohradov.
4. Brázdový podmok v sadoch a vinohradoch.
5. Výskum závlahovej prevádzky špeciálnych kultúr.

Pri výskume závlahovej techniky stanovila metodika sledovať tieto faktory:

- vplyv jednotlivých alternatív riešenia na prevádzku (agrotechnika, hnojenie, ochrana, rez);
- funkciu jednotlivých technických prvkov a ich poruchovosť;
- vplyv jednotlivých alternatív riešenia na produktivitu práce obsluhy a zníženie podielu živej práce;
- možnosť uplatnenia jednotlivých technických prvkov pri rozličnom systéme pestovania viniča a ovocných stromov (spony, vedenie, tvar);
- kvalitu závlahy pri jednotlivých spôsoboch a systémoch;
- vplyv jednotlivých alternatív riešenia na výšku merných prítokov a na celkovú potrebu vody.

Parametre prevádzky sme sledovali pri experimentálnej závlahe viníc v Mysleniciach, experimentálnej závlahe ovocného sadu JRD Vajnory, experimentálnej závlahe špeciálnych kultúr JZD Mír Práče, závlahe jabloní ŠM Dunajský Klatov, závlahe sádov a viníc JZD Strážnice a ďalších.

Pri prevádzke sme u jednotlivých závlahových systémov sledovali tieto parametre:

- tlak v rozvodnom potrubí závlahového detailu,
- tlak na dýzach postrekovačov,
- veľkosť prítokov do jednotlivých liniek alebo brázd,
- dĺžku dostreku a jeho prekryvanie.

VLASTNÁ PRÁCA

Pri určovaní smeru ďalšieho výskumu a vývoja závlahovej techniky v sadoch a vinohradoch sme prihliadali na celosvetový trend, na naše doterajšie poznatky a na výrobné-ekonomické podmienky ČSSR.

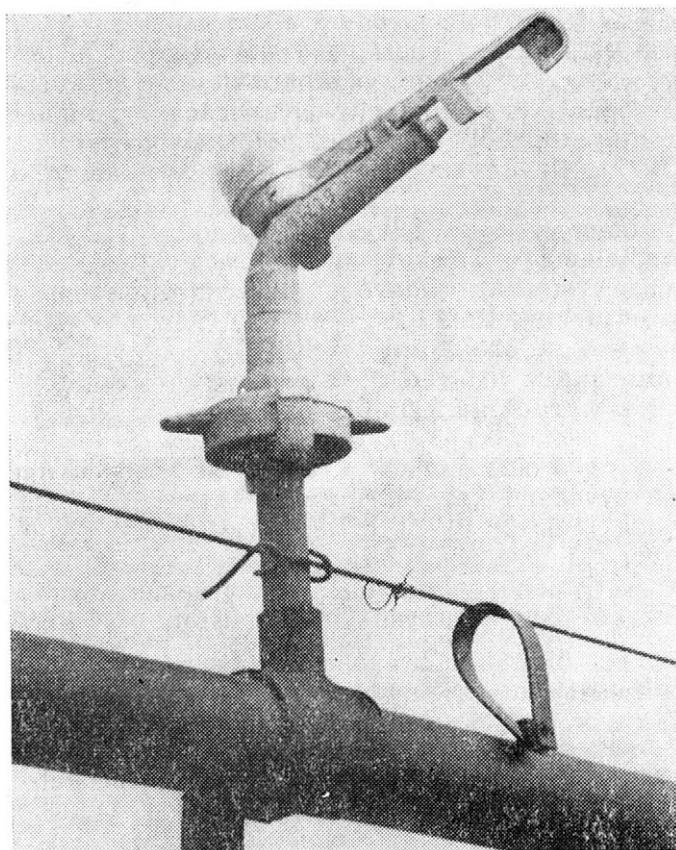
Vychádzajúc z týchto aspektov považujeme za hlavný smer realizáciu stabilných závlahových zariadení (Novotný, 1974a), samozrejme nevyklúčujeme ani použitie mobilných zariadení tam, kde je to ekonomicky a prevádzkovo výhodnejšie. Pri navrhovaní stabilných systémov je snaha v maximálnej miere využívať prvky z plastických látok, hlavne rúrového materiálu. V tomto smere máme už pozitívne výsledky s použitím rozvetveného polyetylénu (rPE), lineárneho polyetylénu (lPE) a polypropylénu (PP).

V rámci závlahových spôsobov boli vyriešené jednotlivé systémy závlah, ktoré musia zohľadňovať špecifitu zavlažovaných plodín [Novotný, 1974b]. Jedná sa o kultúry trvalé, vysoké, vysádzované väčšinou na svahoch, v horších pôdach a pod.

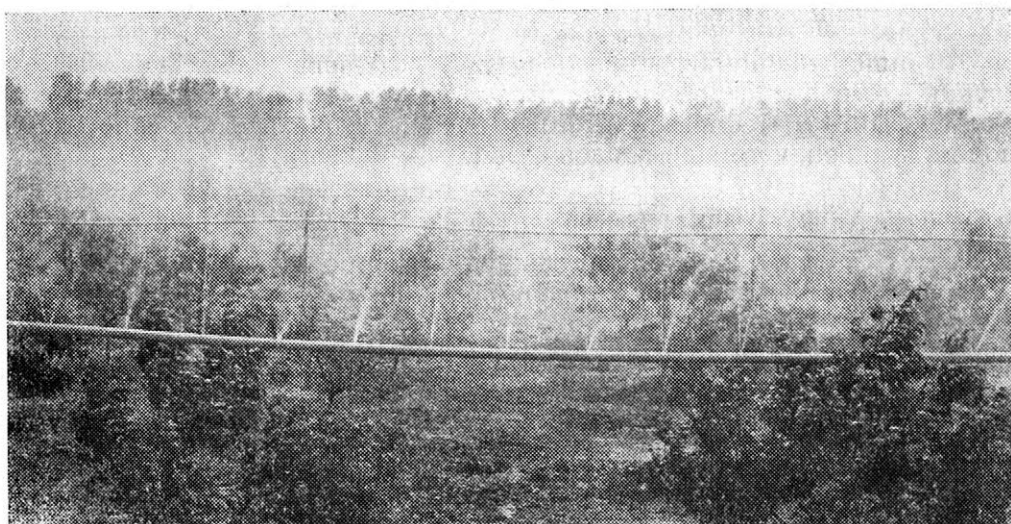
1. Stabilné systémy závlahy postrekom

a) Závesné linky predstavujú skupinu systémov, pri ktorej je zavlažovacie potrubie inštalované na konštrukcii v radoch stromov alebo viniča.

Výška zavesenia je rôzna, väčšinou 200 až 240 cm nad zemou. Linky zavlažovacieho potrubia sú z rozvetveného polyetylénu o priemere 63/4 mm, lineárneho polyetylénu 75/6,8 mm, alebo hliníka 76/2,5 mm. Spôsob upevnenia je závislý od použitého materiálu, druhu konštrukcie a ďalších podmienok. Na zavlažovacom potrubí si umiestnené malé alebo stredné postrekovače. Parametre dostreku postrekovačov určujú ich spon a rozchod zavlažovacích liniek. Voda do zavlažovacích liniek sa dostáva z podzemného potrubia vertikálnymi prívodmi, ktorých počet je daný odberom vody z potrubia, teda prietokovými parametrami postrekovačov. Z postrekovačov čs. výroby prichádzajú do úvahy P-Z (obr. 1), PUK-1, PUK-2, PV-2.



1. Postrekovač P-Z na zavesenej linke z PE potrubia — The P-Z sprayer on an overhead PE line



2. Systém Vejár v ovocnom sade — The Vejár (Fan) system in an orchard

b) Vejár je systém závlahy postrekom bez otočných postrekovačov, zavlažujúci v pásach. Je tvorený závesnými linkami, umiestnenými vo vrchole stromov alebo viniča, a voda z nich vystrekuje cez navŕtané otvory (obr. 2). Tento systém bol overený nielen vo výskume (Peter, 1971), ale po zdokonalení sa osvedčil aj v praxi (Novotný, 1975a, b). Pre projekciu a realizáciu sú dané všetky hydraulické charakteristiky a technologické návody (Novotný a Klopček, 1977). Hlavné technické parametre systému Vejár:

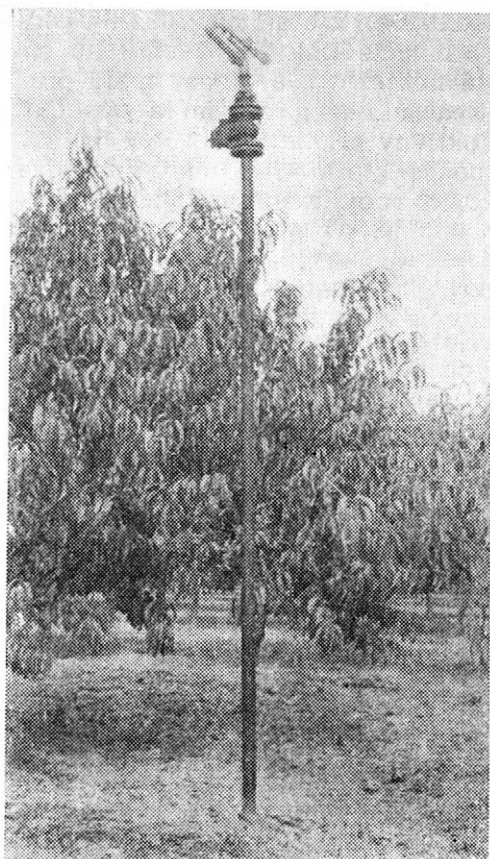
priemer výstrekových otvorov	1,5 mm
vzdialenosť výstrekových otvorov	50—66,6 cm
uhly výstrelu striedavo na obe strany smerom hore	30°, 50°, 70°
prevádzkový tlak	0,20—0,30 MPa
dostrek na obe strany (záber)	19—21 m
intenzita	8—13 mm · h ⁻¹
merný prítok na 100 m Vejára	5—6,25 l · s ⁻¹

c) Podzemné linky sú zabudované v zemi. Nad terénom sú vyvedené kovové rúrky, na ktorých sú nasadené stredné postrekovače [PUK-2; PV-2] v takej výške, aby striekali nad koruny stromov (obr. 3). Pre podzemný rozvod sa využíva potrubie z lineárneho alebo rozvetveného polyetylénu. Jeho priemer závisí od počtu napojených postrekovačov. V prevádzke sa spúšťajú celé linky s postrekovačmi naraz.

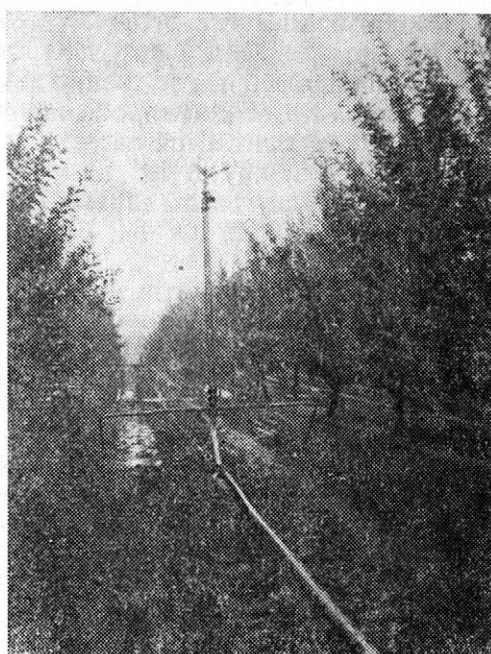
2. Polostabilné systémy závlahy postrekom

Prenášanie závlahových rúr v sadoch, vinohradoch a chmelniciach sa dnes používa už len v núdzových prípadoch, pretože znamená vysokú spotrebu živej práce.

Progresívnym systémom je použitie upravených pásových zavlažo-



3. Postrekovač PUK-2 na vývode z podzemnej linky — The PUK-2 sprayer on a branch-pipe of a subsurface line



4. Upravený podstavec pásového zavlažovača v ovocnom sade — Adjusted stand of a strip-irrigation device in a fruit orchard

vačov (obr. 4). Úprava pozostáva z montáže predlžovacieho potrubia pod vlastný postrekovač a z výmeny dýz postrekovača PV-2. Jeden traktorista-závlahár môže pri špeciálnych plodinách obslúžiť desať zavlažovačov PP-67. Ich použitie je limitované sklonom terénu do 6 až 8°.

3. Podpovrchové závlahy

boli riešené vo VÚZH a vyvinuté v dvoch systémoch.

a) Bodová závlaha je vytvorená zo systému navlažovacích liniek uložených v radoch stromov, viniča alebo chmeľu. Navlažovacie linky sú z polyetylénového alebo novodurového potrubia s priemerom okolo 30 mm. Na potrubí sú navŕtané výtokové navlažovacie otvory s priemerom 3 mm. Navlažovacie linky sú uložené 35 až 40 cm pod terénom a pri každom strome alebo viničnom kme je jeden navlažovací otvor. Prevádzkový tlak v navlažovacích linkách je 5 až 20 kPa a doba závlahy 4 až 6 hodín. Maximálna dĺžka navlažovacej linky je 140 m (Peter, 1971).

b) Pomalá podpovrchová závlaha je založená na podobnom princípe ako bodová závlaha, má však kvalitatívne lepšie na-

vlažovacie účinky a je investične, prevádzkove i z hľadiska využitia vody úspornejšia [Novotný, 1977]. Navlažovacie linky sú z vlnitého polypropylénu o priemere 23 mm a kryté navlažovacie otvory majú priemer 2 mm. Na základe podrobných hydraulických meraní a výpočtov sme zistili, že tento druh závlahy je efektívny pri tlakoch 2,5 až 5,0 kPa a pri dobe závlahy 6 až 10 hodín, počas ktorej a po nej dochádza k rovnomernému rozdeleniu a rozloženiu vody v aktívnej zóne koreňového systému.

4. Brázdový podmok

je vo svetovom meradle na ústupe, ale ako systém závlahy trvalých širokoriadkových plodín má vo vhodných podmienkach určité prednosti. U nás sa používa vo veľmi malom rozsahu. Po technickej stránke je zmodernizovaný. Prívod vody ide pod zemou k hydrantom, na ktoré sú napojené zvinovateľné tenkostenné hadice, ktoré transportujú vodu po povrchu pozemku k brázdam a cez výtokové otvory ju do nich dávajú. Merný prítok do jednej brázdy je závislý od sklonu terénu a od dĺžky brázdy a pohybuje sa v rozmedzí 1,5 až 3,0 l.s⁻¹. Maximálna dĺžka brázdy v našich podmienkach je pri vhodnom sklone (okolo 0,5 %) 150 až 200 m.

TECHNICKO-PREVÁDZKOVÉ HODNOTENIE SYSTÉMOV

Hodnotenie jednotlivých systémov z technicko-prevádzkového hľadiska posudzuje ich technickú spôsobilosť a vhodnosť, technické parametre dosahované v prevádzke a prevádzkyschopnosť. Do úvahy však treba brať aj poruchovosť technických zariadení, nároky na kvalitu a objem obsluhy a na údržbu. Nesmieme zabudnúť na kvalitu závlahy, hlavne na rovnomernosť rozloženia vody po ploche, vplyv závlahovej vody na pôdu (erózia, porušovanie štruktúry) a na zavlažované plodiny.

I. Technicko-prevádzkové parametre zavesených liniek — The technical and operational parameters of overhead lines

Parameter	Rozmer		Namerané pri tlaku		Projektované*
			0,25 MPa	0,30 MPa	
Dostrek	m		12,20	13,00	17,50
Intenzita	mm . h ⁻¹		3,45	4,35	3,33
Tlakové straty	MPa . 100 m ⁻¹		0,063	0,059	0,050
Tlak na dýze	MPa	začiatok	0,18	0,25	0,30
		stred	0,15	0,19	0,30
		koniec	0,17	0,23	0,30

*) V projekte uvažovaný tlak 0,4 MPa nebolo možné v prevádzke dosiahnuť

a) Zavesené linky sme sledovali s použitím postrekovačov P-Z a PUK-1. V tab. I sú uvedené spriemerované technicko-prevádzkové parametre, namerané pri postrekovačoch P-Z, a ich porovnanie s projektovanými údajmi. Táto tabuľka jasne dokazuje, že predpokladané (projektované) parametre sme v prevádzke nedosiahli. Bolo to zapríčinené zväčšením tlakových strát, a to až o 26 %. Tým sa znížil tlak v potrubí i postrekovačoch a skrátil sa dostrek. Intenzita sa síce zvýšila v priemere o 17 %, avšak plocha zavlažená jedným postrekovačom bola o 51,8 % menšia ako predpokladal projekt.

Hlavnými príčinami zvýšených tlakových strát sú priehyby zaveseného potrubia, zmeny profilu vplyvom klimatických činiteľov, hlavne však spoje na potrubí. Potrubie vystavené vonkajším vplyvom a zaťažené hmotnosťou vody pomerne často praská. Spájaním poškodeného potrubia sa zväčšuje počet hydraulicky ťažšie prechodných miest a tým sa zvyšujú tlakové straty po dĺžke potrubia.

Z uvedeného vyplývajú aj zvýšené nároky na opravy a údržbu závlahových zariadení počas prevádzky i mimo nej.

Ďalším nepriaznivým dôsledkom je nižšia kvalita závlahy. Pri nižšom tlaku sa zväčšuje rozmer kvapiek vody, ktorých kinetická energia má pri dopade na rastliny a pôdu nežiadúce účinky. Pri skrátenom dostreku sa neprekrývajú plochy zavlažované jednotlivými postrekovačmi a zostávajú nezavlažené miesta.

b) Systém Vejár má jednoduché technické riešenie a pritom vykazuje dobré prevádzkové a technické parametre. Tieto sú uvedené v tab. II a plne potvrdzujú, že výsledky dosiahnuté vo výskume je možné plne aplikovať vo veľkoprevádzkových podmienkach.

II. Technicko-prevádzkové parametre systému Vejár — The technical and operational parameters of the Vejár system

Parameter	Rozmer	Namerané pri tlaku		Projektované
		0,25 MPa	0,30 MPa	
Dostrek	m	9,90	10,40	9,00
Intenzita	mm.h ⁻¹	10,00	12,80	10,00
Tlakové straty	MPa na 100 m	0,058	0,067	0,071

Odber vody po dĺžke potrubia Vejára je rovnomerný, čím vzniká jej ustálený pohyb s plynule premenným prietokom po dĺžke. V dôsledku toho sú tlakové pomery po dĺžke charakterizované parabolickým priebehom, pričom tvar paraboly je veľmi plochý a rozdiely v tlakoch priaznivé (tab. III a IV).

Kvalita závlahy je veľmi dobrá, rozloženie intenzity takmer ideálne a drobné kvapky, prechádzajúce pri vyššom tlaku do vodnej disperzie, sú z pestovateľského hľadiska veľmi priaznivé.

c) Podzemné linky (úplný podpovrchový rozvod) sme overovali s postrekovačmi PUK-2 a PV-2. Po prevádzkovo-technickej stránke sa tento systém priblížil k projektovaným parametrom, t. j. dostrek, intenzita i rozloženie sú v súlade s predpokladanými údajmi (tab. V).

III. Rozloženie tlakov po dĺžke Vejára pri jednostrannom napojení — The distribution of pressures along the Vejár system in one-sided connection

Manometer č.	1	2	3	4	5
Tlak (MPa)	0,25	0,227	0,19	0,184	0,166
	0,30	0,265	0,22	0,215	0,200

IV. Rozloženie tlakov po dĺžke Vejára pri dvojstrannom napojení — The distribution of pressures along the Vejár system in the case of bilateral connection

Manometer č.	1	2	3	4	5	6
Tlak (MPa)	0,25	0,249	0,237	0,247	0,243	0,25
	0,30	0,297	0,285	0,295	0,290	0,30

V. Podzemné linky s postrekovačmi PUK-2, dýzy 14/7 mm — The subsurface lines with PUK-2 sprayers, nozzles 14/7 mm

Parameter	Rozmer	Tlak na začiatku linky			Projektované
		0,30 MPa	0,40 MPa	0,50 MPa	
Dostrek	m	27,00	29,50	32,00	30,50
Intenzita	mm.h ⁻¹	9,50	8,70	8,60	8,90
Tlakové straty	MPa na 100 m	11,25	11,70	12,60	11,40
Tlak na dýze	MPa	začiatok	0,285	0,39	0,48
		koniec	0,22	0,31	0,405

Pre kvalitnú závlahu je však veľmi dôležité umiestniť postrekovač do správnej výšky, aby vodný lúč nenarážal do vetiev stromov. Z hľadiska bezporuchovej prevádzky treba zabezpečiť vývody pre postrekovače proti výkyvom, najlepšie upevnením k betónovým stĺpikom.

Z prevádzkového hľadiska je možné hodnotiť systém podzemných liniek ako najvhodnejší zo všetkých sledovaných systémov, čo potvrdzujú aj názory užívateľov (Čepička, 1978; Novotný, 1975b). Je spoľahlivý, nenáročný na obsluhu a údržbu a zabezpečuje dobrú kvalitu závlahy, čím spĺňa požiadavky na veľkovýrobnú ovocinársku a vinohradnícku technológiu.

d) Polostabilný detail sme overili v prevádzke s upravenými pásovými zavlažovačmi PP-67 (Sigma Olomouc) a POVPb 280/50 (STS Hustopeče). Výhodou tohto systému sú nižšie investičné náklady na závlahový detail. Na druhej strane vyžaduje viac živej práce a energie, traktor a dobrú organizáciu prevádzky.

Vzhľadom na sťažené podmienky pri premiestňovaní pásových zavlažovačov a pri rozťahovaní zvinovateľného potrubia medzi radmi

VI. Prevádzkovo-technické parametre pásového zavlažovača s postrekovačom PV-2, dýza 13/8,5 mm, vstupný tlak 0,6 MPa — The operational and technical parameters of the strip irrigation system with the PV-2 sprayer, nozzle 13/8.5 mm, input pressure 0.6 MPa

Rozchod pásových zavlažovačov	Veľkosť závlahovej dávky M_d	Účinne zavlažená plocha P_d	Rýchlosť posunu postrekovača	Doba závlahy celého pásu
m	mm	m ²	m · h ⁻¹	h
36	30	9 540	14,1	16,7
	40	9 540	10,5	22,3
	50	9 540	8,4	28,1
42	30	11 120	11,8	19,8
	40	11 120	9,0	26,1
	50	11 120	7,2	32,7
48	30	12 720	10,5	22,3
	40	12 720	7,9	29,8
	50	12 720	6,3	37,5

kultúr môže jeden traktorista-závlahár obslúžiť maximálne osem až desať zavlažovačov, čo má vplyv na ekonomickú stránku prevádzky. Prevádzkovo-technické parametre pásového zavlažovača sú v podstate podobné ako pri zavlažovaní poľných plodín (tab. VI). Ich použitie je však limitované sklonom terénu, a to do maximálneho pozdĺžneho i priečného sklonu 6 %.

e) Bodovú závlahu sme overovali na pokusných linkách rôznych dĺžok a pri rozličných sklonoch (od 0 do 2,2 %). Merali sme celkový prítok do zavlažovacích liniek, výtok z otvorov a jeho rovnomernosť pri rôznych sponoch a priemere navŕtaných otvorov. Výsledky ukázali, že na hlavnú charakteristiku, t. j. rovnomernosť výtoku vody z otvorov po dĺžke potrubia, má podstatný vplyv sklon a profil zavlažovacej linky a nástupný tlak (Peter, 1971). V tab. VII sú uvedené namerané hodnoty pre polyetylénové potrubie 32/2 mm s výtokovými otvormi o priemere 3,0 mm a ich vzdialenosti 3,0 m (obr. 5).

Okrem uvedených parametrov sme sledovali aj životnosť podzemných zavlažovacích liniek. Ukázalo sa, že ani po 12 rokoch nedošlo k poškodeniu potrubia alebo upchaniu výtokových otvorov. Zníženie prítoku do zavlažovacích liniek, a teda aj výtoku z otvorov, bolo spôsobené konsolidáciou pôdy v ryhe nad zavlažovacími linkami (tab. VIII).

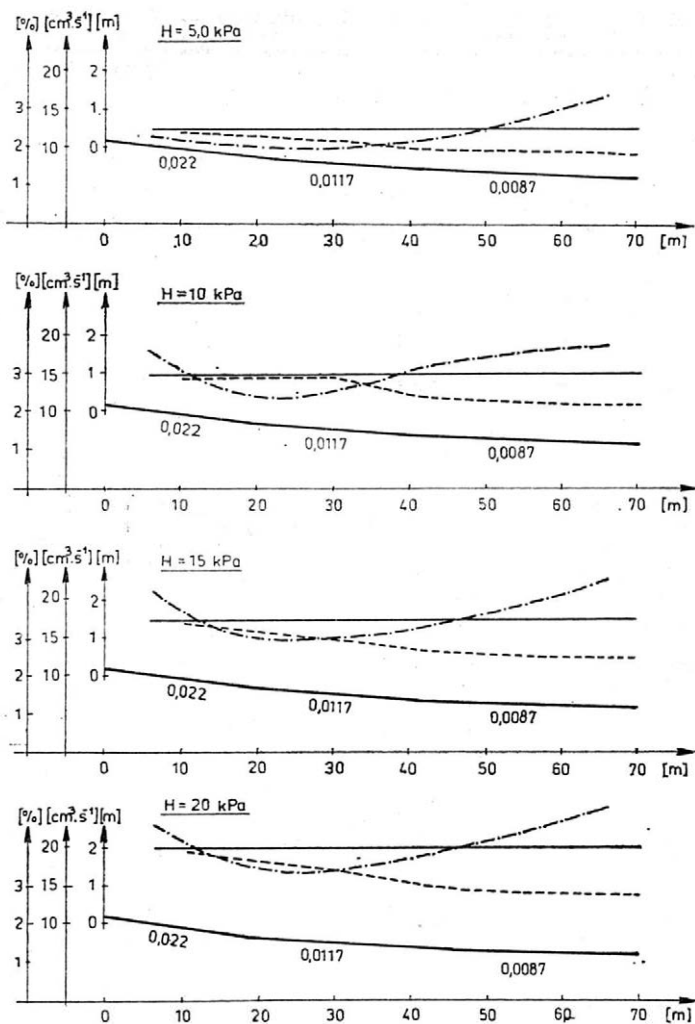
f) Pomalá podpovrchová závlaha vykázala veľmi dobré navlažovacie účinky a rovnomerné rozdelenie vody po dĺžke zavlažovacieho potrubia pri veľmi nízkych nápusťných tlakoch. Najprv bol meraný voľný výtok z otvorov (tab. IX, obr. 6), potom výtok do pôdy na linke dlhej až 370 m (obr. 7). Experimentálne merania po-

VII. Tlaky a výtoky při bodové závlahy — Pressures and discharge rates in the point-irrigation system

Sklon	Staničení od začátku m	Nápuštný tlak											
		5 kPa			10 kPa			15 kPa			20 kPa		
		hydro- statická výška	meraná výška	voľný výtok	hydro- statická výška	meraná výška	voľný výtok	hydro- statická výška	meraná výška	voľný výtok	hydro- statická výška	meraná výška	voľný výtok
	m	m	m	cm ³ .s ⁻¹	m	m	cm ³ .s ⁻¹	m	m	cm ³ .s ⁻¹	m	m	cm ³ .s ⁻¹
0,0087 (0,87 %)	50,0	1,026	0,60		1,526	0,94		2,026	1,25		2,526	1,54	
	60,0	1,113	0,63		1,613	0,96		2,113	1,26		2,613	1,53	
	66,0	1,165		16,6	1,665		18,8	2,165		22,6	2,665		24,8
	70,0	1,200	0,68		1,700	1,03		2,200	1,30		2,700	1,58	
0,0117 (1,17 %)	20,0	0,700	0,57		1,200	1,30		1,700	1,47		2,200	1,95	
	30,0	0,816	0,62		1,316	1,50		1,816	1,46		2,316	1,90	
	40,0	0,933	0,56		1,433	0,91		1,933	1,27		2,433	1,63	
	42,0	0,956		11,6	1,456		16,0	1,956		16,6	2,456		18,9
0,022 (2,2 %)	6,0	0,412		13,3	0,912		17,9	1,412		21,6	1,912		23,6
	10,0	0,500	0,50		1,000	1,00		1,500	1,50		2,000	2,00	
	18,0	0,676		10,6	1,176		12,5	1,676		15,5	2,176		17,6

5. Priebeh tlakov a výtokov na zavlažovacom potrubí bodovej závlahy — The pressures and flow rates in the pipeline of a point-irrigation system

- - - - - výtok ($\text{cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
 - - - - - nameraný tlak
 ————— hydrostatický tlak
 ————— terén (sklon)



VIII. Prítok liniek bodovej podpovrchovej závlahy — Inflow rates in the lines of the point-irrigation system

Rok	Prítok na začiatku	Nápuštný tlak kPa					
		3,5	5,0	7,5	10,0	16,0	20,0
1965	$1 \cdot \text{s}^{-1}$	5,2	5,5	5,8	5,0	6,7	7,1
1969	$1 \cdot \text{s}^{-1}$	4,5	4,8	5,4	5,9	6,1	7,0
1976	$1 \cdot \text{s}^{-1}$	4,3	4,4	4,9	5,6	6,0	6,8

IX. Výtok vody z navlažovacích otvorov — Water discharge from irrigation outlets

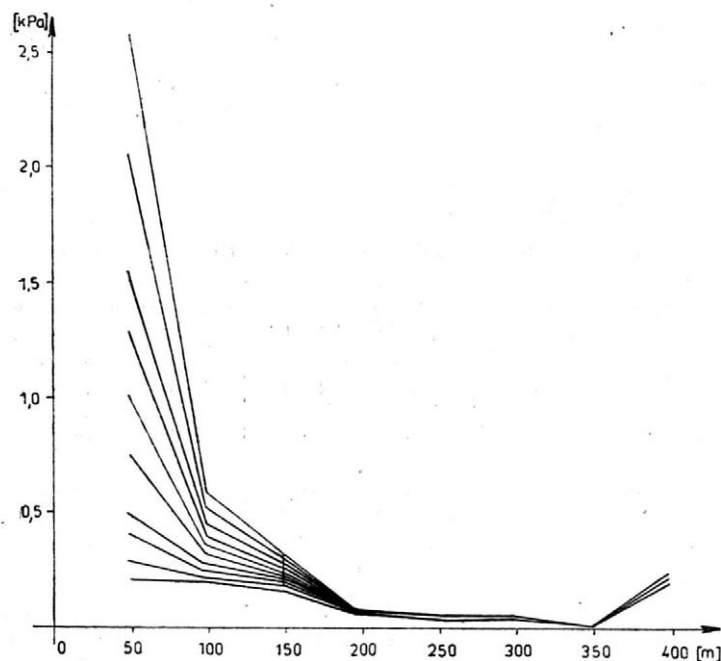
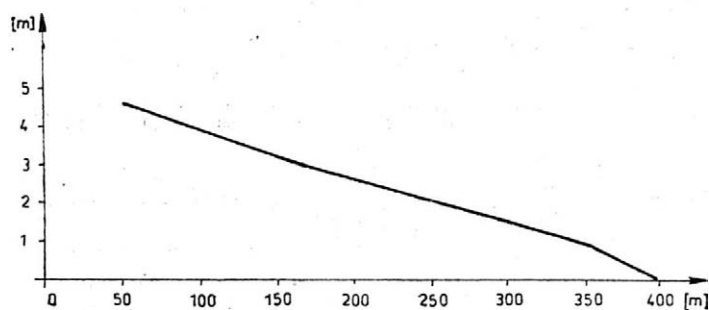
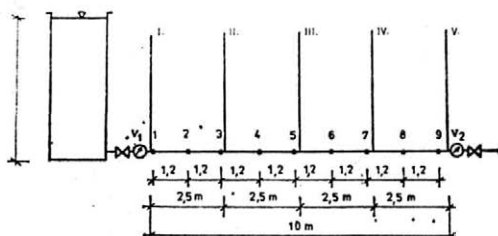
Nápuštný tlak kPa	Prítok Q_z $l.s^{-1}$	Výška vody v piezometroch (cm)				
		I	II	III	IV	V
2,0	0,0235	19	21	13,9	18,0	16,9
5,0	0,0406	51	52	39,9	48,9	47,3
10,0	0,6060	100	101	98,0	97,0	99,0
15,0	0,0775	151	149	143,0	148,0	143,0
20,0	0,0906	200	200	196,0	196,0	195,0

6. Schéma merania voľného výtoku —
Diagram of the measurement of free
discharge

I, II, III, IV, V — piezometre

1—9 — výtokové otvory

V₁, V₂ — vodomery



7. Priebeh tlakov pri po-
malej podpovrchovej zá-
vlahe — The course of
pressures in the slow
subsurface irrigation
system

— sklon terénu
— nameraný tlak

Výtok vody z jednotlivých otvorov (cm ³ . s ⁻¹)								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,00	2,72	1,98	2,27	2,70	2,35	2,25	2,15	2,18
5,13	4,66	3,56	4,13	5,10	4,30	4,06	4,00	4,36
7,16	6,30	5,73	5,83	7,16	5,93	5,80	6,40	5,96
8,66	8,60	7,16	7,30	8,50	8,00	7,06	7,73	7,53
10,30	10,30	8,50	8,70	9,70	9,23	8,20	9,13	9,63

tvrdili, že priebeh tlakovej čiary po dĺžke potrubia s výtokovými otvormi korešponduje s rovnicou (K l o p č e k, 1975) — (obr. 8):

$$\frac{p_x}{\rho g} = \frac{p_z}{\rho g} - \frac{\lambda Q_z^2}{2gS^2D} \left(x \cdot \frac{x^2}{L} + \frac{x^3}{3L^2} \right) + \frac{\alpha Q_z^2}{gS^2} \left(2 - \frac{x}{L} \right) \frac{x}{L} \pm i_o x \quad (1)$$

a pre výtok z ľubovoľného otvoru platí vzťah:

$$q_o = \mu \cdot \eta \cdot S_o \sqrt{2g \frac{p_x}{\rho g}} \quad (2)$$

kde: μ — súčiniteľ výtoku, v ktorom je zahrnutý aj odpor vyvolaný ochranným krytom otvoru

S_o — plocha výtokového otvoru

p_x — tlak vo vzdialenosti x od začiatku potrubia

ρ — merná hmotnosť vody (1000 kg . m⁻³)

g — 9,81 m . s⁻²

p_z — tlak na začiatku potrubia

λ — súčiniteľ straty trením

Q_z — prietok na začiatku potrubia

D — vnútorný priemer potrubia

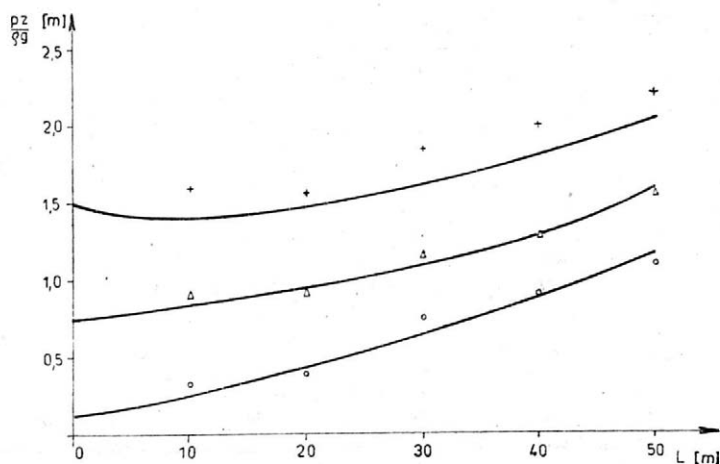
S — prietoková plocha potrubia

L — celková dĺžka potrubia

α — súčiniteľ kinetickej energie

i_o — sklon uloženia potrubia

η — koeficient odporu zeminy



8. Porovnanie teoretickej tlakovej čiary a nameraných hodnôt pri pomalej podpovrchovej závlaha — Comparison of the theoretical pressure line and the measured values in the slow subsurface irrigation system

+ $\triangle$ $\circ$ — namerané hodnoty
 — — — — — vypočítané hodnoty

g) Brázdivý podmok bol realizovaný v prevádzkových podmienkach vinohradu. Ukázalo sa, že pri súčasnom technickom vybavení vyžaduje veľa živej práce, a aj keď je investične najlacnejší zo všetkých overovaných systémov, sú malé predpoklady pre jeho širšie uplatnenie v praxi.

EKONOMICKO-PREVÁDZKOVÉ UKAZOVATELE

Pri ekonomickej analýze vzniká celý rad ukazovateľov, ktoré musíme hodnotiť vo vzájomnej súvislosti. Sú to investičné a prevádzkové náklady, produktivita práce, zvýšenie hrubej produkcie, čistý dôchodok atď. V našom prípade vystupuje ako hlavný problém ekonomicke porovnanie jednotlivých hodnotených systémov. Preto je výhodné použiť vzťah určujúci relatívnu hodnotu prevádzkovej rentability (Bobaľa, 1970)

$$PR = \frac{B_1 - (A_4 + A_5)}{(A_4 + A_5)} \quad (3)$$

kde: PR — prevádzková rentabilita

B₁ — prírastok hrubej rastlinnej produkcie závlahou

A₄ — prírastok materiálových nákladov závlah

A₅ — prírastok pracovných nákladov závlah

Tento ukazovateľ umožňuje porovnávať investičné varianty s vysokou investičnou náročnosťou a nízkymi prevádzkovými nákladmi s variantmi investične menej náročnými, ale s vysokými prevádzkovými nákladmi. Je to pomerne komplexný ukazovateľ, pretože berie do úvahy

X. Investičné náklady a prevádzková rentabilita jednotlivých systémov — Capital investments and the profitability of operation in different irrigation systems

Systém	Investičné náklady na 1 ha	Životnosť	B_1	A_4	A_5			PR	Poradie
			$HPRV$	odpisy	energia	materiálové nákl.	mzdové nákl.	Prevádzková rentabilita	
	Kčs	roky	Kčs	Kčs	Kčs	Kčs	Kčs		
Zavesené linky	30 000	18	12 000	1660	350	160	290	3,87	6—7
Vejár	28 000	18	12 000	1550	350	120	255	4,27	5
Podzemné linky	30 000	25	12 000	1200	350	100	250	5,31	3
Pásové zavlažovače	8 000	10	12 000	800	650	250	760	3,87	6—7
Bodová závlaha	24 500	25	12 000	980	240	80	220	6,89	2
Pomalá závlaha podpovrchová	19 600	20	12 000	980	210	100	220	6,94	1
Brázdivý podmok	6 000	20	12 000	300	350	560	950	4,55	4

investičné náklady a životnosť investície (vo forme odpisov), náklady na energiu, ostatné materiálové náklady na prevádzku a mzdové náklady. Základným východiskovým údajom je prírastok hrubej produkcie rastlinnej výroby ($\Delta HPRV$). V našom prípade sme urobili určité zjednodušenie v tom zmysle, že sme počítali pri všetkých systémoch s rovnakým zvýšením úrody. To by sme dosiahli za predpokladu, že krytie vlahového deficitu by bolo pri jednotlivých systémoch rovnaké a v rovnakých obdobiach.

Výpočet prevádzkovej rentability pre jednotlivé systémy (tab. X) ukazuje, že aj pri systémoch s rovnakými investičnými nákladmi môže byť značne rozdielna (napr. zavesené linky a podzemné linky). Samozrejme najpriaznivejšia prevádzková rentabilita je tam, kde sú nízke prevádzkové náklady (A_3). Pomerne priaznivé hodnoty sme zistili napr. pre brázdový podmok, ale konštatovali sme, že je pre veľkoprevádzkové podmienky málo vhodný. Musíme preto hľadať aj ďalšie kritériá hodnotenia systémov, aby sme dosiahli čo najobjektívnejšiu odpoveď. Melioračné investície sme hodnotili pomocou zvýšenej produkcie, zvýšeného čistého dôchodku, návratnosti melioračných investícií a pod. Podkladom pre ich výpočet sú však podobné vzťahy a údaje, ako je tomu pri výpočte prevádzkovej rentability, čo nám dáva podobné výsledky aj pri hodnotení systémov.

Pri stále narastajúcom nedostatku pracovných síl v poľnohospodárstve je dôležitým ukazovateľom produktivita živej práce. Jej hodnotu určíme zo vzťahu

$$PŽP = \frac{B_1}{A_3}$$

kde: $PŽP$ — produktivita živej práce
 B_1 — prírastok hrubej rastlinnej produkcie
 A_3 — prírastok (potreba) živej práce

XI. Produktivita živej práce (Kčs. ha⁻¹ za rok) — Live labour productivity (crowns per ha per year)

Systém	Potreba živej práce	Produktivita živej práce	Poradie
	A_3	$PŽP$	
Zavesené linky	11,88	1010,10	5
Vejár	10,97	1093,90	4
Podzemné linky	8,80	1363,63	1
Pásové zavlažovače	15,30	784,31	6
Bodová podpovrchová závlaha	10,05	1194,03	2
Pomalá podpovrchová závlaha	10,50	1142,86	3
Brázdový podmok	21,30	563,38	7

Systém	Prevádzková rentabilita		Čistý dôchodok	
	PR	poradie	ČD	poradie
Zavesené linky	3,87	6—7	9 540	6—7
Vejár	4,27	5	9 725	5
Podzemné linky	5,31	3	10 100	3
Pásové zavlažovače	3,87	6—7	9 540	6—7
Bodová podpovrchová závlaha	6,89	2	10 480	2
Pomalá podpovrchová závlaha	6,94	1	10 490	1
Brázdový podmok	4,55	4	9 840	4

Podľa tohto ukazovateľa, ktorý je vyčíslený v tab. XI, sa jednoznačne dostávajú do popredia systémy investične nákladnejšie, avšak s menšími nárokmi na živú prácu. Ďalším dôležitým kritériom je dodatočný čistý dôchodok (ČD), ktorý v absolútnej hodnote vyjadruje ekonomický prínos závlahovej investície ako dodatočného vkladu do pôdy. Podľa B o b a ľ u (1970) ho vypočítame zo vzťahu:

$$\text{ČD} = B_1 - (A_4 + A_5)$$

Pri konkretizácii tohto ukazovateľa (tab. XII) sú výhodnejšie systémy, ktoré vyžadujú nižšie prevádzkové náklady, čo je v našom prípade hlavne podpovrchová závlaha a stabilné linky pre závlahu postrekom. Pri podpovrchovej závlahe je to ovplyvnené hlavne nízkym prevádzkovým tlakom a tým aj nižšími nákladmi na čerpanie vody.

Významným ukazovateľom, ktorý má značný ekonomický dosah, je kvalita závlahy. Máme tu na mysli predovšetkým rozloženie závlahovej vody po ploche, jej dostupnosť pre zavlažované plodiny, a tým aj koeficient využitia dodanej závlahovej vody. Kvalita závlahy je okrem subjektívnych faktorov daná technickým riešením závlahového systému a jeho prevádzkovými vlastnosťami. Pri tomto ukazovateli neberieme preto do úvahy nedostatky vyplývajúce zo zlej kvality výroby alebo prevádzky, ale uvažujeme s optimálnym stavom. Výsledok získaný dlhoročnými skúsenosťami a sledovaním vo výskume aj v prevádzke je uvedený v tab. XII.

Pri výslednom hodnotení a stanovení celkového poradia vhodnosti jednotlivých systémov (tab. XII) sme brali do úvahy nielen vyčíslené ekonomicko-prevádzkové ukazovatele, ale aj ďalšie faktory, ktoré majú vplyv na prípravu, realizáciu a využitie závlahových systémov pre špeciálne plodiny v našich podmienkach. Sú to hlavne tieto faktory:

- možnosti aplikácie systému v rôznorodých podmienkach;
- možnosti využitia systému pre viacúčelovú závlahu;
- dodávateľské a materiálové podmienky pre realizáciu;
- možnosť zavedenia automatizácie;

Produktivita živej práce		Kvalita závlahy	Celkové poradie
PŽP	poradie	poradie	
1010,10	5	3—4	6
1093,90	4	2	4
1363,63	1	3—4	1
783,31	6	1	5
1194,03	2	5	2
1142,86	3	6	3
563,38	7	7	7

- operatívnosť prevádzky a možnosť nočnej závlahy;
- vplyv prevádzky závlah na ostatné pracovné úkony v sade a vinohrade;
- celková potreba vody a merný prítok na jednotku plochy.

Z celkového poradia vidíme, že v popredí sú systémy vybudované ako stabilné. Okrem dokázaných ekonomických výhod majú jednoduchú prevádzku, malú poruchovosť (pri kvalitnej dodávke), možnosť viacúčelového využitia a predpoklad trvalého využitia zariadení (Novotný, 1978).

Na prvom mieste je stabilný systém závlahy postrekom s úplným podzemným rozvodom potrubia. Toto umiestnenie je aj v súlade so svetovým trendom, kde sa táto koncepcia neustále dostáva do popredia. Systémy podpovrchovej závlahy majú výhodu v nízkych prevádzkových nákladoch a v nižšej spotrebe vody. Polostabilný detail (pásovú zavlažovače), ktorý má nízke investičné náklady, je nepriaznivo ovplyvnený vysokou potrebou živej práce.

Nakoniec je potrebné zdôrazniť, že popísané a uvedené systémy nie sú úplným výpočtom vyvinutých, realizovaných, alebo vhodných systémov pre závlahu ovocných sádov a vinohradov. V priebehu nášho výskumu našli uplatnenie aj ďalšie systémy, z ktorých treba spomenúť stabilné linky pre závlahu postrekom položené na teréne, bodovú povrchovú závlahu, kvapkovú závlahu, automatizované systémy a iné. Po ich overení a získaní potrebných skúseností ich bude možné posúdiť a hodnotiť podľa nášho, alebo podobného metodického prístupu.

Literatúra

- BOBALA, J.: Výskum ekonomickej efektívnosti v závlahách. [Záverečná správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1970.
 ČEPIČKA, J.: Vyhodocení experimentální závlahy sadů a vinic v JZD Mír Práche za léta 1975—1977. [Výzkumná zpráva.] Znojmo 1978.

KLOPČEK, A.: Priestorové premenný pohyb vody v melioračných kanáloch a objektoch. [Záverečná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1975.

NOVOTNÝ, M.: Výskum techniky zavlažovania sádov a vinohradov. [Čiastková správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1974a.

NOVOTNÝ, M.: Zavlažování ovocných sadů a vinic. Metodiky ÚVTI, č. 22. Praha 1974b.

NOVOTNÝ, M.: Výskum techniky zavlažovania sádov a vinohradov. [Záverečná správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1975a.

NOVOTNÝ, M.: Výskum závlahovej prevádzky zvláštnych kultúr. [Záverečná správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1975b.

NOVOTNÝ, M.: Výskum podpovrchovej závlahy pre špeciálne kultúry. [Čiastková správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1977.

NOVOTNÝ, M.: Aplikácia stabilných závlahových systémov v sadoch a vinohradoch. In: Zborník referátov z odbornej konferencie Zavlažovanie špeciálnych kultúr, Senec 1978.

NOVOTNÝ, M. — KLOPČEK, A.: Závlahový systém Vejár pre špeciálne plodiny. Metodiky ÚVTIZ, č. V-1. Nitra 1977.

PETER, M.: Závlaha vinohradov. [Záverečná správa.] Bratislava, Výskumný ústav závlahového hospodárstva 1971.

Došlo dňa 20. 11. 1980

НОВОТНЫЙ, М. (Научно-исследовательский институт орошаемого земледелия, Bratislava): Прогрессивная дождевальная техника в садах и виноградниках, влияние на применение орошения. Земед. Техн., 27, 1981 (6) : 363-381.

В условиях научного исследования и в производственных условиях мы подробно изучали семь дождевальных систем, которые оценивались с точки зрения технической, производственной, инвестиций и затрат. С экономическо-производственных аспектов исчерпывающим мы считаем показатель эксплуатационной рентабельности. В качестве дополнительного аспекта мы брали чистый доход, производительность живого труда, качество дождевания и другие факторы. После их синтеза было установлено, что самыми пригодными для реализации дождевания системами в садах и виноградниках являются стабильные подземные линии для дождевания, далее, система подземного орошения, система Веяр, ленточные дождеватели и подвесные линии с опрыскивателями.

дождевальные системы; стабильные подземные линии для дождевания; подземное орошение, система Веяр; ленточные дождеватели; подвесные линии с опрыскивателями

NOVOTNÝ, M. (Research Institute of Irrigation Farming, Bratislava): *Progressive Irrigation Systems in Orchards and Vineyards and their Effect on the Operational Parameters of Irrigation*. Zeméd. Techn., 27, 1981 (6) : 363-381.

Seven irrigation systems were studied in detail within a research scheme and under operational conditions. The technical, operational, capital and cost criteria were involved. From the point of view of the economy of operation, the profitability of operation is regarded as the criterion with the broadest coverage. Net income, live labour productivity, quality of irrigation and other intervening factors were taken into account as additional criteria of evaluation. Having synthesized all the criteria, it was found that stationary subsurface lines for spray-irrigation, subsurface irrigation systems, the Vejár (Fan) system, strip-type irrigating systems and overhead lines with sprayers were the best variants of irrigation in orchards and vineyards.

irrigation systems; stationary subsurface lines for spraying; subsurface irrigation; Vejár system; strip-type irrigation systems; overhead lines with sprayers

NOVOTNÝ, M. (Forschungsinstitut für die Bewässerungswirtschaft, Bratislava): *Progressive Bewässerungstechnik in Obstanlagen und Weinbergen und deren Einfluß auf den Bewässerungsbetrieb*. Zeméd. Techn., 27, 1981 (6) : 363-381.

Unter Forschungs- sowie Betriebsbedingungen hat man ausführlich sieben Bewässe-

run gssysteme verfolgt. Bewertet wurden technische, betriebswirtschaftliche, investitions- und kostenmäßige Gesichtspunkte. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht betrachten wir als die vollständigste Kennziffer die Betriebsrentabilität. Als Ergänzungskennziffern wurden das Reineinkommen, Produktivität der lebendigen Arbeit, Bewässerungsgüte und weitere Einflußfaktoren betrachtet. Nach ihrer Synthese wurde ermittelt, daß die geeignetsten Systeme für die Realisierung der Bewässerungen in Obstanlagen und Weinbergen ortsfeste Leitungen für die Beregnung, ferner Systeme der Untergrundbewässerung, System Vejár, Bandbewässerungsanlagen und Hängeleitungen mit Spritzanlagen darstellen.

Bewässerungssysteme; ortsfeste Leitungen für die Beregnung; Untergrundbewässerung; System Vejár; Bandbewässerungsanlagen; Hängeleitungen mit Spritzanlagen

Adresa autora:

Ing. Miloslav Novotný, CSc., Výskumný ústav závlahového hospodárstva, Vrakunská cesta, 834 21 Bratislava

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

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

SCHMID, H. — WEHRSCHEIDT, L. — RUEHLE, G. E 38.142/253

Auswahl und Einsatz von behältern in der Landwirtschaft.

Markkleeberg, Landwirtschaftsausstellung d. DDR 1979. 39 s., obr., tab. Empfehlungen für die Praxis. (Doprava — kontejnery — zemědělství — použití)

OTT, A. — STADLER, E.

C 19.978/169

Transporter Schnelltest. 1980.

Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik 1980. 8 s., 3 tab. Blätter für Landtechnik 169. (Vozy dopravní — rychlost — zkoušení — Švýcarsko — zprávy)

WILKINS, D. E. — CONLEY, W. J. — ADRIAN, P. A.

C 25.070/4

Soil bin for studying planting equipment and systems.

Washington, USDA 1979. 14 s., 10 obr. (Zemědělské stroje — příprava — půda — substráty — výzkum — USA)

D 69.307/67

Stegsted 3 m radsamaskine modell SLN.

Bygholm, SJF 1979. 5 s., tab. Meddelelse 67. (Secí stroje — zkoušení — Dánsko — zprávy)

D 51.898/1012

Kylvölannoittimien ryhmäkoetus group test of combined drills.

Helsinki, Vakola 1979. 18 s., obr. Koetusselostus test report 1012. (Secí stroje — kombinované — zkoušení — Finsko — zprávy)

SIMULAČNÍ PROGRAMOVACÍ JAZYKY

E. Kindler

Praha, Stát. nakl. techn. lit. 1980.

280 stran, 3 tabulky, 5 obrázků, cena 36,— Kčs

Kniha má pět kapitol, závěr a dva dodatky. V první kapitole jsou zavedeny základní pojmy týkající se systémů, modelování a simulace. Tyto pojmy jsou založeny na matematické teorii simulace, kterou autor knihy v posledních letech vytvořil a která je nyní v ČSSR rozvíjena a získala již uznávané postavení u mezinárodní odborné veřejnosti. Ve druhé kapitole jsou charakterizovány simulační jazyky. Je ukázáno, proč vznikly a jak se odlišují od ostatních programovacích jazyků. Jsou zde popsány i společné rysy simulačních jazyků a je zavedena jejich klasifikace. Třetí kapitola je zaměřena na jazyky pro simulaci systémů s pevnou strukturou. Podstatnou část z ní zaujímá popis jazyků pro simulaci spojitých soustav. Další kapitola je zaměřena na jazyky pro simulaci systémů, které mohou během své existence svoji strukturu měnit. Tyto systémy splývají v obecném povědomí s tzv. systémy hromadné obsluhy. V páté kapitole se popisují různé technické prostředky simulačních jazyků, jako je plánování událostí, práce s volnou zónou (generování transakcí, modelování vstupu prvků do systému), manipulace se simulačními pokusy (opakování, řetězení, rozbíhání, ukončování), s datovými strukturami a se seznamy (frontami), a interaktivní (konverzační) prostředky. Poslední kapitola je zaměřena na význam simulačních jazyků v dnešní době a na jejich aktuální problematiku; jsou v ní mimo jiné popsány hlavní rysy prostředků pro tzv. kombinovanou simulaci, která slouží k výzkumu systémů integrujících spojitě a diskrétní jevy, a vztah mezi simulací a tzv. moderními univerzálními programovacími jazyky. Je zde také ukázáno, jak nejdokonalejší z těchto jazyků — SIMULA 67 — završuje vývoj všech simulačních jazyků i všech ostatních jazyků a jak svými prostředky směřuje do příštích generací. V závěru je ukázáno, jak složitý historicko-spoolečenský a systémově-fyzikální kontext simulace, a tedy i simulačních jazyků, vede k nesprávnému hodnocení jejich vlastností; zásady tohoto hodnocení jsou uvedeny na správnou míru a je vysvětleno, jak význam simulačních jazyků přerůstá z jejich aplikační oblasti do obecné metodologie vědy.

Teorie a praxe zemědělské výroby vede k formulaci požadavků na studium systémů s jistými vlastnostmi, jako je složitost, stochastičnost aj. V důsledku těchto vlastností nelze příslušné systémy efektivně studovat jinak, než simulací; přitom však bez použití vyspělých simulačních jazyků (popř. moderních univerzálních jazyků obsahujících simulační jazyk jako svoji část) by bylo nutné se omezit na zkoumání jen relativně jednoduchých systémů.

Je třeba vyzdvihnout fakt, že kniha je i přes svoji nesporně vysokou teoretickou úroveň psána se zřetelem na řešení vyslovené praktických problémů, mimo jiné i zemědělských. Autor knihy je ostatně mezi československými kybernetiky znám i tím, že aktivně spolupracoval na několika simulačních projektech z různých odvětví zemědělské techniky. Konkrétní případy v knize uvedeny nejsou, což však není na závadu pro čtenáře, kteří chtějí aplikovat moderní metody matematiky a výpočetní techniky v zemědělství; obecné systémové a jazykové kategorie, v knize popsané, mohou takové čtenáře vést k novým netradičním aplikacím počítačové simulace v nejrůznějších oborech zemědělství a v příbuzných oborech.

V závěru knihy je vysloveno několik zásadních myšlenek, které naznačují možnosti, jak obnovit úzký vztah mezi matematikou a řešením problémů reálného světa.

Formulace posledního odstavce oddílu 6.2.1 není právě šťastná, i když obsahově jsou vyslovené závěry nesporně správné. Podle našeho názoru je i pro sestavení definic nových prostředků třeba značné zkušenosti a vysoké kvalifikace. V tomto odstavci měla být myšlenka tvorby tzv. typových prvků více rozvedena.

Je velkou zásluhou Státního nakladatelství technické literatury, že vydalo tuto potřebnou publikaci. Vzhledem k náročnosti textu na sazbu je třeba ocenit, že tiskových chyb je poměrně málo. Přesto však právě v méně náročných partiích se několik chyb vyskytuje skoro zbytečně.

Naši čtenáři tedy dostávají do rukou první knihu pojednávající souhrnně o simulačních jazycích. Je to patrně i první kniha na světě, která popisuje vlastnosti všech simulačních jazyků (ostatní se totiž zaměřují jen na některé jejich skupiny). Hodnotu knihy zvyšují i údaje o téměř dvou stech jednotlivých simulačních jazycích a o třiceti simulačních prostředcích, které nejsou simulačními jazyky (tyto údaje jsou uvedeny hlavně v dodatcích), a rejstřík přibližně s pěti sty hesly. Kniha připravuje naši odbornou veřejnost na intenzivní používání počítačové simulace, která si jistě vynutí, aby v blízké budoucnosti vyšly i publikace zaměřené na konkrétní aplikace v různých oborech zemědělství.

Dr. Karel Prokop, CSc., dr. Štefan Chochol
Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha

OBSAH

Uher V., Kavka M.: Využití výpočetní techniky při řízení provozu sklízecích mlátiček	321
Studeník B.: Obecný model prvků technologické linky při stochastické simulaci její práce	335
Bláha K.: Separace kejdy spádovými separačními sítí	347
Novotný M.: Progresivní závlahová technika v sadoch a vinohradech a její vliv na prevádzku závlah	363

RECENZE

Prokop K., Chochol Š.: Kindler E. — Simulační programovací jazyky	382
---	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Угер В., Кавка М.: Использование вычислительной техники для управления работой зерноуборочных комбайнов	333
Студеник Б.: Общая модель элементов технологической линии при стохастическом имитировании их работ	345
Блага К.: Отделение навозной жижи свиней при помощи перепадных сепарационных сит	360
Новотны М.: Прогрессивная ладьевальная техника в садах и виноградниках, влияние на применение орошения	380

CONTENTS

Uher V., Kavka M.: The Use of Computers in the Control of the Operation of Harvester-Threshers	334
Studeník B.: General Model of the Elements of a Technological Line at the Stochastic Simulation of its Work	346
Bláha K.: The Separation of Pig Slurry on Inclined Separating Sieves	361
Novotný M.: Progressive Irrigation Systems in Orchards and Vineyards and their Effect on the Operational Parameters of Irrigation	380

INHALT

Uher V., Kavka M.: Einsatz der Rechentechnik bei der Steuerung des Mähdrescherbetriebes	334
Studeník B.: Allgemeines Modell von Elementen der technologischen Kette bei der stochastischen Nachbildung ihrer Arbeit	346
Bláha K.: Schweinegülletrennung mit Schwerkrafttrennsieben	361
Novotný M.: Progressive Bewässerungstechnik in Obstanlagen und Weinbergen und deren Einfluß auf den Bewässerungsbetrieb	380

Rukopisy odevzdány k tisku 5. 3. 1981 — Podepsáno k tisku 17. 6. 1981

Omlouváme se čtenářům za opožděné vydání tohoto čísla, způsobené přestavbou tiskárny.

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.