

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 28 (LV)
PRAHA
ČERVEN 1982
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada

ing. Jiří Fiala, DrSc. (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc.,
ing. Vladimír Dufek, prof. 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 Piša, doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing.
Zdeněk Šteffl, CSc., Josef Višinský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1982

■

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. Издаёт Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезка 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.

NEROVNOMĚRNOST RYCHLOSTI SESTUPU ZRNA V ŠACHTĚ OBILNÍ SUŠÁRNY

R. Pawlica

PAWLICA, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Nerovnoměrnost rychlosti sestupu zrna v šachtě obilní sušárny*. Zeměd. Techn., 28 1982 (6): 321–332.

Nerovnoměrnost rychlosti sesypu je hlavním nedostatkem šachtových sušáren. Výzkum byl prováděn na moderní čs. sušárně typu SSZ-2 na pšenici a ječmenu při vysoké a nízké průchodnosti. Metodou zapaštěného tělíska bylo prověřeno v každém ze šesti profilů šachty 30 bodů (celkem 720 bodů). Zrno se v šachtě sesypává v nestabilních svislých vrstvách, které mění směr v příčném i podélném směru. Rychlost sesypu je značně asymetrická; nejkritičtější z hlediska nulové rychlosti jsou vrstvy u stěny přilehlé k plnicímu mechanismu, dále jsou to vrstvy u vnější a protilehlé stěny a u stěny přilehlé k přívodu sušicího prostředí. Nerovnoměrnost sesypu dobře vystihuje variační koeficient V , který se s výškou šachty H rychle zvyšuje podle funkce $V = a \cdot H^b$, přičemž koeficienty mohou nabývat hodnot od $a = 30$; $b = 0,4$ (pro dobře sesypný materiál) až po $a = 52$; $b = 0,5$ (pro špatně sesypný materiál). Nerovnoměrnost rychlosti je tím větší, čím je materiál méně sesypný. Rozhodující vliv na sesypnost má především vlhkost. Vliv hmotnostního průtoku je nepatrný. Při výšce šachty 10 m dosahuje nerovnoměrnost, vyjádřená variačním koeficientem, v horním profilu až 150 % na vlhkém materiálu a asi 100 % na suchém materiálu.

šachtová sušárna; sesyp zrna; statistická analýza; regrese mocninou funkcí; pšenice; ječmen; hmotnostní průtok

Šachta sesypné sušárny je vybavena vzduchotechnickou vestavbou, kterou tvoří kanály pro přívod a odvod sušicího média do šachty a za ni; přívodní kanály jsou otevřeny ze strany přívodu sušicího prostředí, odvodní kanály jsou v této části zaslepeny a jsou otevřeny na opačné straně šachty do vnějšího prostředí. Prostor mezi vzduchotechnickou vestavbou je zaplněn zrnem, které se v důsledku činnosti vyprazdňovacího zařízení sesypává kolem vestavby. Rychlost sesypu však není ve všech místech průřezu šachty stejná.

Nerovnoměrnost rychlosti sesypu negativně působí na technologické i technické parametry procesu sušení. Zrno pohybující se menší rychlostí se zahřívá na vyšší teplotu a je touto teplotou exponováno delší dobu. V běžných případech indikace průměrného náhřevu zrna v sušárně to vede k překračování přípustné hodnoty u těchto „pomalých“ zrn a v důsledku toho k nevratným změnám v nich. Výsledkem je ztráta klíčivosti, popř. zhoršení fyzikálně-mechanických vlastností lepku a snížení výživné hodnoty.

Z technického hlediska zhoršuje nerovnoměrnost rychlosti sesypu podmínky pro výměnu tepla a hmoty během procesu, a tedy snižuje výkonnost a zvyšuje spotřebu energie. Praktickým důsledkem nerovnoměrnosti sesypu je velký podíl přesušených i nedosušených zrn. Nerovnoměrnost rychlosti sesypu zrna je hlavním nedostatkem šachtových sušáren. Význam tohoto problému je o to větší, že princip šachtových sušáren je pro svou nízkou měrnou spotřebu energie nejrozšířenějším principem obilních sušáren.

Dřívější práce (Okun aj., 1974; Platonov aj., 1962) se tohoto problému dotýkaly okrajově. Pro potřebu praxe, pro vývoj dokonalejších konstrukčních řešení vznikla potřeba odhalit příčiny a vyšetřit vliv jednotlivých faktorů ovlivňujících proces sesypu.

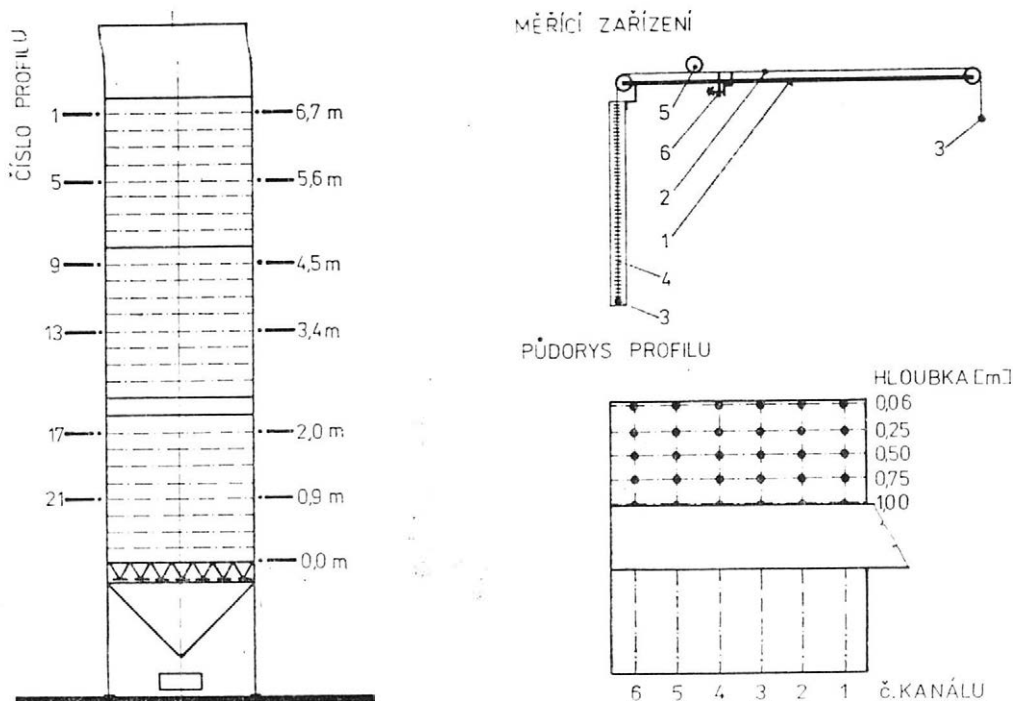
METODA

Výzkum byl prováděn na moderní šachtové sušárně čs. výroby typu SSZ-2, která se stává rozhodující sušárnou v zemědělské prvovýrobě. Měřili jsme dva základní druhy materiálu — pšenici a ječmen, a to vždy při vysokém a nízkém hmotnostním průtoku.

U pšenice odrůdy 'Mironovská' kolísala podíl vlhkosti v rozmezí 20 až 24 ‰ a obsah nečistot v rozmezí 13 až 15 ‰. U ječmene odrůdy 'Diamant' se podíl vlhkosti pohyboval v rozmezí 12 až 14 ‰ a podíl nečistot byl v rozmezí 10 až 12 ‰.

Velikost hmotnostního průtoku byla dána základními regulačními polohami vyprazdňovacího ústrojí, a to stupněm 1 — pomalý běh roštu (tj. poloviční otáčky) a stupněm 2 — rychlý běh roštu (plné otáčky) při základním seřízení výstředníkového mechanismu — zářez č. 13.

Byla zvolena metoda měření pomocí tělíska zapuštěného do pohybující se vrstvy obilí. Tělísko bylo zavěšeno na silonovém lanku o průměru 0,1 mm; lanko bylo vedeno přes dvojici kladiček s kuličkovými ložisky do plastické trubice s měřítkem, v níž bylo druhé tělísko se shodnou hmotností. Měřič sesypu je schematicky znázorněn na obr. 1. Měřič byl vybaven také brzdou pro mžikovou fixaci lanka příslušným držákem.



1. Schéma měření rychlosti sesypu zrna, označení profilů, měřících míst a schéma měřícího zařízení — Diagram of measuring the speed of grain descent, designation of profiles, sites of measuring, and diagram of measuring device

1 — nosník
2 — vlasec

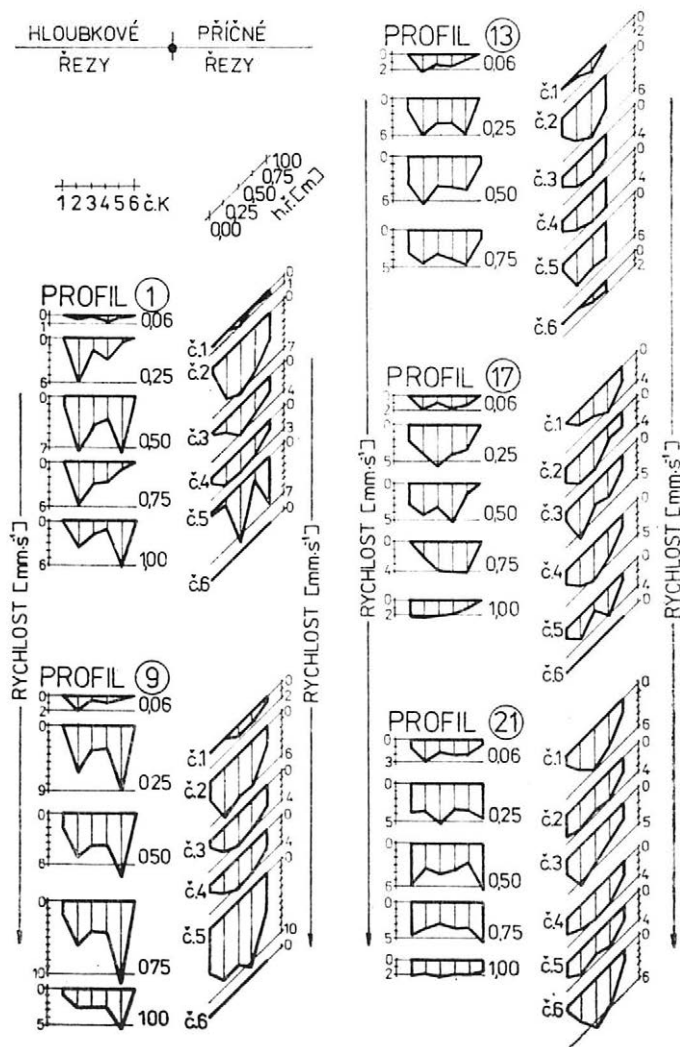
3 — tělísko
4 — stupnice

5 — brzda
6 — držák

Rychlost sesypu jsme měřili z vnějšku šachty zasunutím měřičů do výstupních kanálů. Jelikož vestavba sušárny SSZ-2 má čtyři varianty rozmístění kanálů, bylo zvoleno rozmístění symetrické, tj. se shodnou vzdáleností od obou okrajů šachty, která je v 1., 5., 9., 13., 17. a 21. řadě kanálů. V těchto profilech pak byla vyšetřována rychlost sesypu v , a to v každém profilu ve 30 bodech (obr. 1). K měření bylo použito šesti měřičů vždy současně v jednom hloubkovém řezu. Okrajová hloubka 0,06 m byla dána konstrukcí měřiče.

Postup měření: nejdříve byla tělíska všech měřičů zavedena asi 5 cm pod povrch hladiny zrna (až se projevil tah) a v této poloze byla zafixována. V pětisekundových intervalech pak byly měřiče postupně spuštěny — doba měření podle nejvyšší rychlosti se pohybovala od jedné do šesti minut; maximální dráha tělísk byla 80 cm. Z podílu dráhy a času byla určena rychlost.

2. Grafické znázornění rychlosti sesypu v jednotlivých měřených bodech v_i , a to v hloubkových a příčných řezech příslušných profilů (soubor: pšenice, hmotnostní průtok 17 t. $\cdot$ h $^{-1}$) — Graphical representation of grain descent speed at different points of measuring v_i , i. e. depth sections and cross-sections of profiles (set: wheat, mass flow 17 t per h) č. K — číslo kanálu (—) h. ř. — hloubka řezu (m)



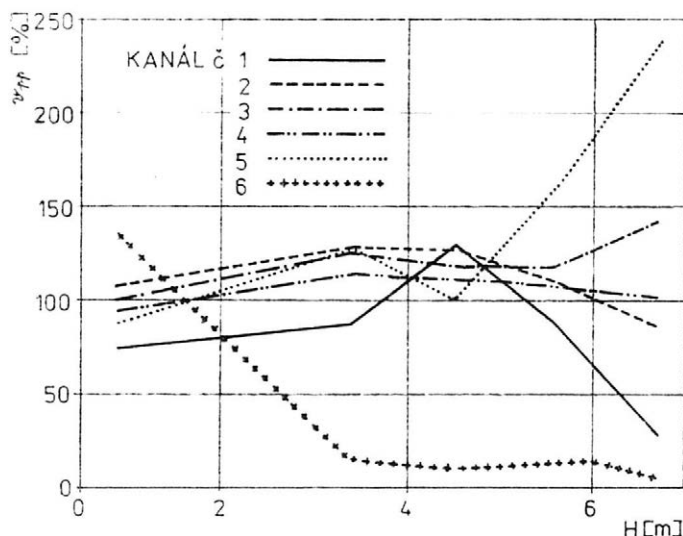
VLASTNÍ PRÁCE

Výsledek měření na velmi vlhké znečištěné pšenici při velké průchodnosti ukazuje obr. 2. Jedná se tedy o případ s mimořádně nepříznivými podmínkami, takže výsledky měření tohoto souboru lze pokládat za mezní z hlediska dosažené nerovnoměrnosti. Na obr. 2 jsou pro každý měřený profil zachyceny hloubkové řezy v pohledu ve vzdálenostech 0,06 — 0,25 — 0,50 — 0,75 a 1,00 m od vnější stěny šachty a v axonometrii pak řezy příčné, které ukazují změny rychlosti sesypu po délce příslušného kanálu.

Toto grafické vyhodnocení bylo provedeno i u ostatních tří souborů. Soubor „pšenice při nízké průchodnosti“ byl měřen na shodném materiálu v bezprostřední návaznosti. Také oba soubory ječmene byly měřeny ve vzájemné návaznosti.

Z přímého grafického znázornění lze vyvozovat tyto poznatky:

- nerovnoměrnost rychlosti sesypu je podstatně větší v profilech v horní části šachty než v profilech ve spodní části;
- na rozdíl od sesypu vrstev volně loženého materiálu v sílech se v šachtě sušárny



3. Poměrná rychlost sesypu v jednotlivých kanálech v_{pp} v závislosti na výšce šachty H (soubor: pšenice, hmotnostní průtok 17 t.h⁻¹) — Relative speed of grain descent in different channels v_{pp} in dependence on the shaft height H (set: wheat, mass flow 17 t per h)

neprojevuje známý efekt nejvyšší rychlosti ve středu šachty — je to způsobeno vzduchotechnickou vestavbou;

— obdobně ani v jednotlivých příčných i podélných řezech v profilu není nejvyšší rychlost uprostřed. Svědčí to o existenci svislých vrstev o různé rychlosti sesypu, přičemž tyto vrstvy mění při sesypu směr v příčném i podélném směru;

— při sesypu se projevuje výrazná asymetrie zejména v horní a střední části šachty:

a) hloubkový řez — vrstvy uvnitř sušárny podél stěny přírodního kanálu sušícího média mají rychlost podstatně vyšší než vrstvy na opačné straně — u vnější stěny sušárny,

b) příčný řez — vrstvy v okrajových kanálech č. 1 a č. 6 mají výrazně menší rychlost než vrstvy ve zbývajících kanálcích, přičemž zejména v kanálku č. 6 je často rychlost nulová.

ANALÝZA V ROVINÁCH ŘEZŮ

Pro analýzu asymetrie a nerovnoměrnosti rychlosti sesypu v jednotlivých řezech a profilech byly zpracovány grafy, které zachycují poměry při sesypu vlhké pšenice (obr. 3 a 4) a suchého ječmene při velké průchodnosti.

Vyšetření se dělalo s pomocí poměrné rychlosti sesypu, která pro příčné řezy (kanály) je definována:

$$v_{pp} = \frac{v_{ip}}{\bar{v}} \cdot 100; \quad v_{ip} = \frac{\sum_{i=1}^5 v_i}{5}; \quad \bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$$

a pro hloubkové řezy:

$$v_{ph} = \frac{v_{ih}}{\bar{v}} \cdot 100; \quad v_{ih} = \frac{\sum_{i=1}^6 v_i}{6}$$

kde: v_{pp} — poměrná rychlost sesypu v příčném řezu (%)

v_{ph} — poměrná rychlost sesypu v hloubkovém řezu (%)

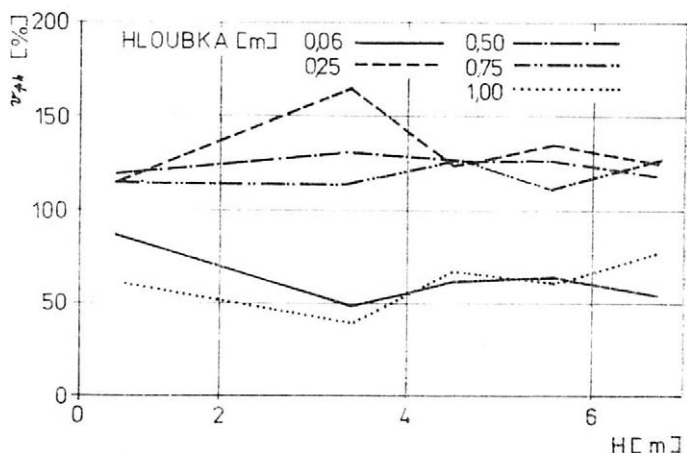
v_{ip} — průměrná rychlost sesypu v příčném řezu (mm.s⁻¹)

v_{ih} — průměrná rychlost sesypu v hloubkovém řezu (mm.s⁻¹)

$\bar{v}$ — průměrná rychlost sesypu v daném profilu (mm.s⁻¹)

v_i — rychlost sesypu zrna v i -tém místě profilu (mm.s⁻¹)

4. Poměrná rychlost sesypu v jednotlivých hloubkových řezech v_{ph} v závislosti na výšce šachty H (soubor: pšenice, hmotnosti průtok 17 t.h⁻¹) — Relative speed of grain descent in different depth sections v_{ph} in dependence on the shaft height H (set: wheat, mass flow 17 t per h)



Z grafického rozboru je možné vyvodit tyto poznatky:

— Nejhorší podmínky pro sesyp zrna jsou v kanále č. 6; u vlhké pšenice byla až do výšky 2,0 m nad vyprazdňovacím zařízením rychlost nulová, u suchého ječmene byla až do výšky 3,4 m rychlost blízká nule. Je to způsobeno nadměrným podílem nečistot u přední stěny sušárny v důsledku hmotnostní separace částic po výpadu z korečkového elevátoru sušárny. (V prostoru sušárny u kanálu č. 6 se zdržují plevy, lehké částice slámy, lehká zrna separovaná z toku obilí odporem vzduchu při letu a částice separované při sesypávání navršeného kužele v plnicím zásobníku sušárny.) Na opačné straně — u kanálu č. 1 — se vyskytují také lehké částice, ale pouze v důsledku separace z navršeného kužele, takže i rychlost sesypu v prostoru kanálu č. 1 je lepší než u kanálu č. 6.

— Střední kanály č. 2, 3, 4 a 5 lze charakterizovat „nálevkovým“ efektem — často protichůdná vysoká nerovnoměrnost v horní části šachty se s klesající výškou snižuje.

— U hloubkových řezů lze konstatovat menší vzájemné rozdíly.

— Okrajové řezy v hloubce 0,06 m a 1,00 m mají u suchého ječmene obdobný, víceméně lineární trend na úrovni 50 až 75 % průměrné hodnoty. U vlhké pšenice jsou podstatně horší podmínky toku v řezu 0,06 m než v řezu 1,00 m.

— Střední řezy v hloubce 0,25 až 0,50 a 0,75 m u pšenice i u ječmene překračují 100 %, přičemž u pšenice je rozptyl větší než u ječmene. Neplatí analogie mezi pšenicí a ječmenem.

Obecně lze konstatovat, že soubor „ječmen 15 t.h⁻¹“ vykazuje lepší rovnoměrnost a menší asymetrii než soubor „pšenice 17 t.h⁻¹“, což je zdánlivý paradox, jelikož ječmen má horší sesypné vlastnosti než pšenice. Protože ve znečištění nebyly velké rozdíly, docházíme k závěru, že největší vliv na rovnoměrnost rychlosti sesypu má vlhkost zrna (nepřímo úměrně) a teprve v dalším pořadí se uplatní vliv čistoty, druhu obilí, průchodnosti atd.

DYNAMICKÁ ANALÝZA SESYPU

Nezastupitelným parametrem vyšetřovaných souborů je směrodatná odchylka. Její změny v různých podmínkách charakterizují dynamiku jevu.

Jelikož jde o soubory hodnot získané měřením v praxi, neodpovídají průměry v jednotlivých profilech přesně zákonu kontinuity, zejména proto, že se vyskytovala místa s „nulovou“ rychlostí (v těchto místech zřejmě nebyla rychlost nulová, ale velmi nepatrná, nepostihnutelná při zvolené metodě). Proto je také rozdíl vůči průměrné rychlosti vespod šachty tím větší, čím je v daném profilu větší počet míst s nulovou rychlostí. Tento negativní vliv nesterjých průměrů lze vyloučit použitím relativní hodnoty směrodatné odchylky vztažené na příslušný základ. Vyjádřením této relativní hodnoty v pro-

Soubor	Profil					
	1	5	9	13	17	21
Pšenice 17 t.h ⁻¹	117,4	—	98,4	64,5	70,2	44,2
Pšenice 9 t.h ⁻¹	118,3	—	105,2	73,7	75,6	47,4
Ječmen 15 t.h ⁻¹	98,4	59,0	55,4	74,7	—	32,3
Ječmen 8 t.h ⁻¹	95,5	67,5	64,8	71,8	—	28,1

centech se vlastně získá standardizovaný parametr — variační koeficient. Hodnoty variačního koeficientu pro všechny vyšetřované soubory obsahuje tab. I.

Při analýze závislosti variačního koeficientu (V) na výšce šachty (H) byla pozorována podobnost s parabolou. Závislost byla metodou nejmenších čtverců podrobena regresi parabolického typu; test těsnosti a korelačního indexu však nebyl příznivý. Mnohem lepší ukazatele skýtala obecná mocninná funkce (obr. 5) typu:

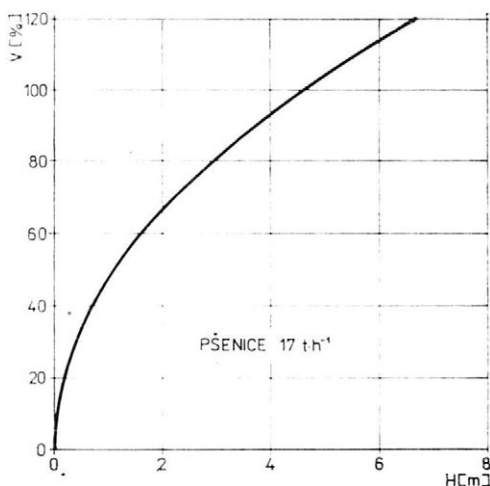
$$y = a \cdot x^b$$

Rozhodující soubor — pšenice 17 t.h⁻¹ — vykazoval při této regresi hodnoty koeficientu těsnosti $k_t = 0,95$ a hodnotu korelačního indexu $I_{1,2} = 0,99715$, což jsou hodnoty tak vysoké, že po formální stránce potvrzují platnost funkce $V = a \cdot H^b$ jakožto hledanou závislost $V = f(H)$.

Platnost funkce $V = a \cdot H^b$ po stránce věcné posoudíme z extrémních hodnot. V místě $H = 0$ musí být i $V = 0$, protože konstrukce vyprazdňovacího zařízení zajišťuje rovnoměrnou rychlost v celém profilu 24, kde $H = 0$. Při stoupajícím H do vyšších hodnot bude hodnota V stoupat také, i když jen mírně. Hodnota V není z věcného hlediska limitována a teoreticky při $H = \infty$ bude i $V = \infty$. Konstatujeme platnost funkce i z věcného hlediska.

Tato funkce byla tedy aplikována i na zbývající soubory — koeficienty do rovnic funkcí a testovací koeficienty uvádí tab. II a III.

Testovací kritéria zahrnují korelační index $I_{1,2}$, koeficient těsnosti k_t , aritmetický



5. Variační koeficient rychlosti sesypu V v závislosti na výšce šachty H . Regrese závislosti metodou nejmenších čtverců na funkci typu $y = a \cdot x^b$ (soubor: pšenice, hmotnostní průtok 17 t.h⁻¹) — Variation coefficient of the speed of grain descent V in dependence on the shaft height H . Regression of the dependence by the least squares method to the function of the type $y = a \cdot x^b$ (set: wheat, mass flow 17 t per h)

II. Koeficienty a mocnitéle funkce $V = a \cdot H^b$ — Coefficients and exponents of the function $V = a \cdot H^b$

Soubor	a	b
Pšenice 7 t.h ⁻¹	47,87705	0,48076
Pšenice 9 t.h ⁻¹	51,83195	0,45597
Ječmen 15 t.h ⁻¹	34,51724	0,44217
Ječmen 8 t.h ⁻¹	30,68711	0,54951

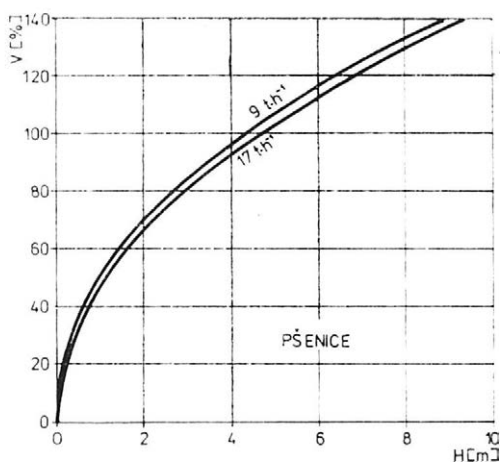
III. Vyhodnocení regrese $V = f(H)$ na typ $V = a \cdot H^b$ — Evaluation of regression $V = f(H)$ to the type $V = a \cdot H^b$

Soubor	$I_{1,2}$	k_t	$\bar{f}_0$	s_0	g_1	g_2
Pšenice 17 t.h ⁻¹	0,99715	0,95	-0,066	2,095	+0,84	-0,91
Pšenice 9 t.h ⁻¹	0,99080	0,93	-0,073	3,720	-0,12	-1,55
Ječmen 15 t.h ⁻¹	0,80641	0,56	+1,291	13,62	+0,10	-1,70
Ječmen 8 t.h ⁻¹	0,91823	0,87	+0,426	8,562	-8,11	-1,45

průměr souboru odchylek při regresi $\bar{y}_0$, směrodatnou odchylku souboru odchylek při regresi s_0 , koeficient asymetrie g_1 a koeficient špičatosti g_2 .

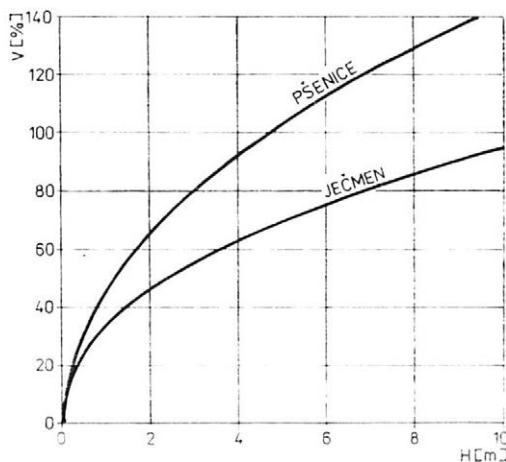
Vliv průchodnosti na nerovnoměrnost sesypu je analyzován na obr. 6. Lze konstatovat nepatrně větší nerovnoměrnost při menší průchodnosti, prakticky je však tento vliv nevýznamný.

Vliv materiálu je analyzován na obr. 7. Vliv je výrazný a závisí především na vlhkosti



6. Porovnání nerovnoměrnosti rychlosti sesypu zrna při rozdílném hmotnostním průtoku (pšenice) — Comparison of the uneven speed of grain descent at different mass flow (wheat)

V — variační koeficient
 H — výška šachty



7. Porovnání nerovnoměrnosti rychlosti sesypu zrna u pšenice a ječmene. Hmotnostní průtok přibližně shodný — Comparison of the uneven speed of grain descent in wheat and barley. Mass flows were approximately the same

H — výška šachty
 V — variační koeficient

materiálu, a to přímo úměrně. Rozdíl v nerovnoměrnosti mezi vlhkým a suchým materiálem se zvětšuje s rostoucí výškou šachty.

ANALÝZA SESYPU V PROFILECH

Pro komplexní zhodnocení byla provedena statistická analýza izolovaně v jednotlivých profilech a byl sledován vliv měnicích se podmínek, tj. druh materiálu a velikost hmotnostního průtoku.

Vedle základních statistických ukazatelů — aritmetického průměru, rozptylu a směrodatné odchylky — se ukázaly pro analýzu jako nejvhodnější ukazatele rozdělení náhodné veličiny, převzaté z literatury (Snedecor a Cochran, 1974) — koeficient asymetrie a koeficient špičatosti. Statistické veličiny použité v rozboru jsou definovány takto:

- aritmetický průměr rychlosti sesypu v měřeném profilu $\bar{v}$ ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$);
- variace odchylek od průměru VR ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$);
- směrodatná odchylka jakožto odhadovaný parametr S' ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$);
- momenty odchylek náhodné veličiny od odhadované střední hodnoty; druhý moment m_2 ($\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$); třetí moment m_3 ($\text{mm}^3 \cdot \text{s}^{-3}$); čtvrtý moment $m^4 \cdot \text{s}^{-4}$);
- koeficient asymetrie (někdy také předkládaný jako koeficient šikmosti g_1 (—)). Vyjadřuje míru vystředění rozdělení náhodné sledované veličiny od aritmetického průměru této veličiny. Není-li porušena symetrie, tj. v grafickém vyjádření prochází osa aritmetického průměru vrcholem frekvenční křivky rozdělení sledované veličiny, je koeficient roven nule. Je-li koeficient větší než nula (kladný), je vrchol rozdělení vychýlen od průměru vlevo (tj. směrem k záporným odchylkám) a funkce je příslušně asymetricky deformována. Je-li koeficient menší než nula (záporný), je vrchol vychýlen vpravo (směrem ke kladným odchylkám od průměru). Čím více se koeficient liší od nuly, tím je vyosení vrcholu a současně i deformace křivky rozdělení větší;

— koeficient špičatosti g_2 (—) vyjadřuje určitou „těsnost“ rozdělení sledované veličiny — v grafickém vyjádření pak strmost křivky rozdělení, zejména špičatost vrcholu této křivky. Je-li koeficient špičatosti roven nule, odpovídá strmost křivky rozdělení sledované veličiny strmosti frekvenční funkce normálního (nebo normálního normovaného) rozdělení. Je-li koeficient menší než nula (záporný), je křivka rozdělení sledované veličiny méně strmá (tupější) než funkce normálního rozdělení. Při hodnotě koeficientu -2 přechází křivka rozdělení v přímku rovnoběžnou s osou náhodné veličiny (x). Je-li koeficient větší než nula (kladný), má křivka rozdělení sledované veličiny strmější — špičatější — průběh než funkce normálního rozdělení.

Výsledky rozboru rozdělení veličiny v (rychlost sesypu zrna) v jednotlivých profilech při různé průchodnosti a různém druhu a vlhkosti zrna obsahují tab. IV až VII.

IV. Charakteristika rozdělení veličiny v v jednotlivých profilech — pšenice při průchodnosti $17 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ — Characteristics of the distribution of the quantity v in different profiles — wheat with the throughfall 17 t per ha

Číslo profilu	$\bar{v}$	S'	VR	g_1	g_2
	$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$	$\text{mm}^2 \cdot \text{s}^{-2}$	—	—
1	2,134	2,499	6,037	+1,039	-0,179
9	3,084	3,034	8,896	+0,937	+0,123
13	2,933	1,892	3,431	-0,066	-0,438
17	2,417	1,703	2,803	+0,143	-0,998
21	3,312	1,462	2,065	+0,436	-0,203

V. Charakteristika rozdělení veličiny v v jednotlivých profilech — ječmen 15 t.ha⁻¹
 — Characteristics of the distribution of the quantity v in different profiles — barley
 15 t per h

Číslo profilu	$\bar{v}$	S'	VR	g_1	g_2
	mm.s ⁻¹	mm.s ⁻¹	mm ² .s ⁻²	—	—
1	2,439	2,395	5,544	+1,153	+1,023
5	2,367	1,395	1,882	+0,237	-0,507
9	2,514	1,389	1,865	-0,375	-1,067
13	2,649	1,981	3,794	+0,630	-0,362
21	3,188	1,030	1,025	+0,332	+0,255

VI. Charakteristika rozdělení veličiny v v jednotlivých profilech — pšenice 9 t.h⁻¹
 — Characteristics of the distribution of the quantity v in different profiles — wheat
 9 t per h

Číslo profilu	$\bar{v}$	S'	VR	g_1	g_2
	mm.s ⁻¹	mm.s ⁻¹	mm ² .s ⁻²	—	—
1	1,311	1,554	2,334	+1,000	-0,101
9	1,526	1,616	2,523	+1,237	+1,079
13	1,368	1,811	0,980	-0,058	-1,580
17	1,272	0,964	0,899	+0,020	-1,485
21	1,727	0,820	0,650	-0,162	-0,949

VII. Charakteristika rozdělení veličiny v v jednotlivých profilech — ječmen 8 t.h⁻¹
 — Characteristics of the distribution of the quantity v in different profiles — barley
 8 t per h

Číslo profilu	$\bar{v}$	S'	VR	g_1	g_2
	mm.s ⁻¹	mm.s ⁻¹	mm ² .s ⁻²	—	—
1	1,120	1,072	1,111	+1,468	+2,776
5	1,139	0,771	0,574	+0,230	-0,681
9	1,108	0,716	0,495	-0,164	-1,217
13	1,174	0,840	0,683	+0,402	-0,806
21	1,461	0,653	0,412	-0,009	-0,472

DISKUSE

Koeficienty g_1 a g_2 poskytují přehlednou a stručnou informaci o rozdělení v v jednotlivých profilech — umožňují tedy posoudit hledanou míru nerovnoměrnosti, výskyt extrémních hodnot i šířku pásma výskytu jednotlivých rychlostí. Koeficienty umožňují vytvořit i grafické schéma rozdělení.

Profil 1: u všech čtyř souborů je v tomto profilu největší asymetrie, přičemž soubory pšenice mají normální špičatost, soubory ječmene mají špičatost vysokou. Svědčí to o vysokém podílu nulových rychlostí nebo rychlostí blízkých nule, což vyvolává ze zákona kontinuity i existenci menšího počtu extrémně vysokých rychlostí. U souborů pšenice je spektrum extrémních rychlostí širší než u ječmenů.

Profil 5: jen dva soubory ječmene, asymetrie mírná levá, křivky plošší. Svědčí o postupném zapojování „hluchých“ míst průřezu do toku a poklesu hodnot extrémních rychlostí.

Profil 9: u souborů pšenice trvá vysoká levá asymetrie (soubor 9 t.h⁻¹ dokonce rekordní $g_1 = 1,2$), u souboru ječmenů je mírná pravá asymetrie. Špičatost je u pšenice velká, u ječmenů je naopak velká plochost. U pšenice tedy i v tomto profilu ještě existuje vysoký počet bodů s nulovou rychlostí a extrémně vysoké rychlosti s úzkým spektrem. U ječmenů je tok v tomto profilu charakterizován velmi širokým spektrem rychlostí s vyšším podílem rychlostí mimo oblast průměrné rychlosti.

Profil 13: pšenice nelze hodnotit, protože soubor není kompletní (hloubka 1 m nemohla být z technických příčin proměřena). Ječmeny mají levou asymetrii a velkou plochost (ale menší než v profilu 9). Svědčí to o dalším „uklidnění“ toku, o lepší rovnoměrnosti.

Profil 17: jen pšenice, dobrá asymetrie, ale vysoká plochost (u souboru 9 t.h⁻¹ $g_2 = -1,5$ rekordní). Ještě i v tomto profilu je nutné očekávat výskyt nulových rychlostí. Tok probíhá v širokém spektru, kladné extrémy se zmenšily, ale zůstává vyšší podíl okrajových hodnot. Stav je obdobný jako u ječmenů v profilu 9.

Profil 21: s výjimkou souboru pšenice 17 t.h⁻¹ je symetrie dobrá, špičatost normální až mírně plochá. Nejnížší profil — 2 m nad vyprazdňovacím zařízením — se blíží normálnímu rozdělení, přičemž soubory s nízkou průchodností vykazují větší plochost, což spolu s malými S' svědčí o lepší rovnoměrnosti.

VLIV PRŮCHODNOSTI

Asymetrie není průchodností ovlivňována, u stejného druhu materiálu je při vysoké i nízké průchodnosti vždy obdobná. Špičatost je u vyšších průchodností zpočátku (od profilu 1) menší než u malých průchodností, ale od profilu 13 u pšenice a od profilu 5 u ječmene je tomu naopak — až po profil 21. Při vyšších průchodnostech je tedy zpočátku relativně lepší rovnoměrnost, ale v průběhu sesypu se změní na relativně horší. Celkově však změna průchodnosti neovlivňuje podstatně poměry sesypu zrna.

VLIV MATERIÁLU

Lze konstatovat, že u ječmene se projevuje tendence k rovnoměrnějšímu toku podstatně dříve než u pšenice. Už v profilu 5 končí výrazná asymetrie a začíná postupný úbytek extrémních hodnot s postupnou tendencí k zužování spektra a k centralizaci. Paradoxní analogie nás opravňuje k transformaci druhů materiálu na vlhkost; to, co bylo řečeno o souborech ječmene, platí pro materiály o nízké vlhkosti; soubory pšenice představují materiály o vysoké vlhkosti.

ZÁVĚR

Nové poznatky o sesypu zrna lze formulovat takto:

— Sesyp zrna v šachtě se děje v nestabilních svislých vrstvách, které mění směr

причине i подélně, přičemž rychlost sesypu v daném průřezu šachty je značně nerovnoměrná. Největší vliv na nerovnoměrnost mají fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálu.

— Rychlost sesypu je značně asymetrická; z hlediska nulové rychlosti jsou nejkritičtější vrstvy u stěny přilehlé k plnicímu mechanismu, následují vrstvy u vnější stěny, vrstvy u stěny proti plnicímu mechanismu a na posledním místě jsou vrstvy u stěny přilehlé k privodnímu kanálu sušícího prostředí. Je to způsobeno separací částic při plnění sušárny.

— Nerovnoměrnost sesypné rychlosti dobře vystihuje variační koeficient, který už těsně nad vyprazdňovacím zařízením rychle roste. S rostoucí výškou šachty se nerovnoměrnost dále zvětšuje podle funkce $V = a \cdot H^b$, přičemž koeficienty mohou nabývat hodnot od $a = 30$; $b = 0,4$ (pro dobře sesypný materiál) až po $a = 52$; $b = 0,5$ (pro špatně sesypný materiál).

— Nerovnoměrnost je tím větší, čím je materiál méně sypný. Vliv průchodnosti je nepatrný. Při výšce šachty 10 m dosahuje nerovnoměrnost, vyjádřená variačním koeficientem, v horním profilu až 150 % na vlhkém materiálu a cca 100 % na suchém materiálu.

— Vzhledem k významnému vlivu nerovnoměrného sesypu zrna na sušící proces sesypné sušárny se navrhuje řešit nový konstrukční detail vestavby šachty tak, aby nerovnoměrnost byla vyloučena nebo značně omezena.

Literatura

OKUŇ, G. S. a kol.: Sozdanije šachtnoj zernosušilki. Moskva, VIM 1974.

PAWLICA, R.: Procesy sušení zrna ve velkovýrobních podmínkách. [Kandidátská disertace.] Praha 1980. — Výzkumný ústav zemědělské techniky.

PLATONOV, J. G. a kol.: Avtomatizacija šachtnych zernosušilok. Moskva, Kolos 1962.

SNEDECOR, G. W. — COCHRAN, W. G.: Statistical methods. The Iowa State University 1974.

Došlo dne 14. 1. 1982

ПАВЛИЦА, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Неравномерность скорости ссыпания зерна в шахте зерносушилки. Земѣд. Techn., 28, 1982 (6) : 321-332.

Неравномерность скорости ссыпания — это главный недостаток шахтных сушилок. Изучалась современная чехословацкая сушилка типа СС 3—2, где сушились пшеница и ячмень при высокой и низкой пропускной способности. По методу утопленного тела в каждом из профилей шахты проверялось 30 точек (всего 720 точек). Зерно в шахте ссыпается неустойчивыми вертикальными слоями, которые меняют поперечное и продольное направление. Скорость ссыпания зерна сильно ассиметрична; самыми критическими с точки зрения нулевой скорости являются слои у стѣны, прилегающей к загрузочному механизму, далее, это слои у внешней и противоположной стѣны и у стѣны, прилегающей к приводу сушильного механизма. Неравномерность ссыпания хорошо демонстрирует вариационный коэффициент V , который с высотой шахты H быстро повышается $V = a \cdot H^b$, причем, величины коэффициентов могут повышаться от $a = 30$; $b = 0,4$ (при отличном сыпком материале) вплоть до $a = 52$; $b = 0,5$ (при плохом сыпком материале). Неравномерность скорости повышается с понижением сыпкости материала. Решающее влияние на сыпкость оказывает, прежде всего, влажность. Влияние потока массы незначительное. При высоте шахты 10 м неравномерность, выраженная вариационным коэффициентом достигает в верхнем профиле 150 % у влажного материала и примерно 100 % у сухого материала.

шахтная сушилка; ссыпание зерна; статический анализ; регрессия степенной функции; пшеница; ячмень; поток массы

PAWLICA, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepy): *Uneven Speed of Grain Descent through the Shaft of Grain Drier*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 321-332.

Uneven speed of grain descent is the main shortcoming of shaft driers. Research was conducted in a modern Czechoslovak drier of SSZ-2 type, using wheat and barley at a high or low throughfall. By the method of inserted body thirty points were checked in each of the six profiles of the shaft (720 points on the whole). Grain is poured through the shaft at unstable vertical layers, the direction of which varies transversely and longitudinally. The speed of grain descent fluctuates; in view of the zero speed, the most critical are layers near the wall adjacent to the delivery mechanism, layers near the exterior and opposite wall and near the wall adjacent to the air delivery. Uneven descent of grain may be expressed by variation coefficient V , which rapidly increases with the shaft height H according to the function $V = a \cdot H^b$, the coefficients can assume values from $a = 30$; $b = 0.4$ (for material descending easily through the shaft) to $a = 52$; $b = 0.5$ (for material descending uneasily through the shaft). The less loose is the material, the more uneven is the speed. Grain looseness is influenced in a decisive manner by moisture content. The influence of mass flow is negligible. With the shaft height 10 m the unevenness, expressed by variation coefficient, reaches 150 % in the upper profile in moist material and about 100 % in dry material.

shaft drier; grain descent; statistical analysis; regression by power function; wheat; barley; mass flow

PAWLICA, R. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha - Řepy): *Die Ungleichmäßigkeit der Umrieselgeschwindigkeit des Getreidekornes in der Schacht der Getreidetrocknungsanlage*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 321-332.

Die Ungleichmäßigkeit der Umrieselgeschwindigkeit stellt den Hauptnachteil der Schachttrocknungsanlagen dar. Es wurde eine moderne tschechoslowakische Trocknungsanlage Typ SSZ-2 mit Verwendung von Weizen und Gerste bei einer hohen und niedrigen Durchgangsleistung untersucht. Anhand der Methode des Senkkörperchens prüfte man in jedem von sechs Schachtprofilen insgesamt 30 Punkte (insgesamt 720 Punkte) nach. Das Korn rieselt in der Schacht in unstabilen senkrechten Schichten, die ihre Richtung quer und längs verändern. Die Umrieselgeschwindigkeit ist ziemlich asymmetrisch; vom Gesichtspunkt der Nullgeschwindigkeit aus sind die kritischsten die Schichten an der Wand, die dem Füllmechanismus anliegen, weiter sind es die Schichten an der äußeren und gegenüberliegenden Wand und an der der Zufuhr des Trocknungsmilieus anliegenden Wand. Die Ungleichmäßigkeit des Umrieselns charakterisiert gut der Variationskoeffizient V , der mit der Höhe der Schacht H schnell nach der Funktion $V = a \cdot H^b$ ansteigt, wobei die Koeffizienten die Werte von $a = 30$; $b = 0,4$ (für ein Material mit guten Umrieseleigenschaften) bis $a = 52$; $b = 0,5$ (für ein Material mit schlechten Umrieseleigenschaften) erreichen können. Die Ungleichmäßigkeit der Geschwindigkeit ist je höher, desto weniger das Material schüttbar ist. Den entscheidendsten Einfluß auf das Umrieseln übt vor allem die Feuchtigkeit aus. Der Einfluß des Masse-durchganges ist gering. Bei einer Schachthöhe von 10 m erreicht die Ungleichmäßigkeit im oberen Profil bis 150 % auf einem feuchten Material und etwa 100 % auf einem trockenen Material, ausgedrückt in Variationskoeffizient.

Schachttrocknungsanlage; Umrieseln des Kornes; statistische Analyse; Regression durch die Potenzfunktion; Weizen; Gerste; Massedurchgangsleistung

Adresa autora:

Ing. Rudolf Pawlica, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepy

P. Ducho

DUCHO, P. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Dávkovanie tvarovaných krmív*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6): 333–348.

Predložená práca zahŕňa vyvinutý a funkčne overený turniketový dávkovač pre tvarované krmivá s komorami umiestnenými šikmo k osi bubna o 12° . Je to originálne riešenie, ktoré plne zohľadňuje zootechnické požiadavky pri dávkovaní krmiva. Podobne aj použité automatizačné a regulačné prvky zohľadňujú správnosť funkcie dávkovacieho ústrojenstva. Grafické znázornenie výsledkov túto skutočnosť potvrdzuje. Pri experimentoch bol pri dávkovaní použitý vačkový funkčný element, ktorý zaisťoval rovnomerný chod dávkovacieho bubna. Tvar vačky, určenie jej styčných bodov s kladkou a rýchlosť pohybu osi kladky je teoreticky riešený Coriolisovou metódou pri otáčkach hriadeľa u šesťprstového mechanizmu $n_1 = 15 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 20 \text{ min}^{-1}$, $n_3 = 25 \text{ min}^{-1}$. Tým sa vyriešila otázka dobehu, pričom dávkovacia komora pri zastavení ustila priamo do výpadového otvoru a celý obsah krmiva sa vysypal na ďalší článok linky. Pre pohon turnikovej dávkovacej sekcie bol použitý indukčný motor s kotvou nakrátko a variátorom, ktorý zaisťoval prerušovaný chod a zodpovedal natočeniu komôr presne nad výpadový otvor. Pre programové riadenie dávkovacej sekcie bol navrhnutý a funkčne overený impulzný bezkontaktný systém riadený bezdotykovým indukčným snímačom. Tento systém je rýchlejší ako releový elektromagnetický impulzný systém a stačí sledovať aj veľmi krátke impulzy pri vysokom kmitočte.

krmná dávka; fyzikálno-mechanické vlastnosti krmiva; dávkovacie komory; prstový mechanizmus; turniketová dávkovacia sekcia; lúčový mechanizmus; pohony; kotúčová clona; prstová clona; rovnomernosť dávkovania; automatizačné a regulačné prvky

Chov hovädzieho dobytku je v súčasnosti na prvom mieste v rámci chovu hospodárskych zvierat. Táto skutočnosť je motivovaná produkciou výrobkov nevyhnutných pre každodennú výživu obyvateľstva, ako je mlieko, maslo, syr a mäso.

So zvýšenou koncentráciou a zavádzanou špecializáciou rastú aj požiadavky na techniku, a to tak na jednotlivé stroje, ako aj na linky ako celku. Zvýšenú pozornosť si zasluhujú krmné linky, hlavne z pohľadu komplexného riešenia pri použití automatizačných a regulačných prvkov, najmä pri manipulácii s tvarovanými a objemovými krmivami v pôvodnom i upravenom stave.

Do popredia sa dostáva výroba tvarovaných krmív, pri ktorej je možno racionálne využiť aj krmivá s menšou výživnou hodnotou, ktoré bývali bez ďalšej úpravy ťažko skrmovateľné. Ide hlavne o slamu, kukuričné kôrovie a ďalšie menej hodnotné stebelnaté plodiny.

Výrobe a ďalšej manipulácii s tvarovanými a rezanými objemovými krmivami sa v poslednej dobe venuje u nás i v zahraničí zvýšená pozornosť.

Tvarované krmivá môžu byť skrmované ako základná krmná dávka, resp. ako krmivo doplnkové. Ich uskladnenie i manipulácia s nimi nie je tak náročná ako pri krmive neupravenom – voľne loženom. Takéto riešenie umožňuje úsporu jadrových krmív v zmysle zásad racionálneho hospodárenia s nimi. Pri výkrme dobytku je to podľa Dobrovoľného (1976) zníženie oproti tradičnej spotrebe až o 50 % a rovnako je možné znížiť spotrebu jadrových krmív aj u dojníc.

Dôležitú úlohu v tomto smere pripisujeme dávkovaniu tvarovaných krmív tak pri skupinovom, ako aj pri individuálnom dávkovaní pri použití vhodných automatizačných a regulačných prvkov s programovým riadením. Zvýšenú pozornosť treba venovať okrem dávkovania tvarovaných a objemových rezaných krmív aj medziskladovaniu, pri ktorom je nutné obmedziť straty a dodržiavať príslušnú kvalitu krmíva.

Zostáva otvorená a dosiaľ nedoriešená otázka voľby vhodného dávkovača, ktorý by zohľadňoval základné zootechnické požiadavky (u koncentrovaných krmív $\pm 5\%$ a u objemových krmív $\pm 10\%$ z krmnej dávky).

Pri voľbe dávkovacieho zariadenia musíme v prvom rade vychádzať z fyzikálno-mechanických vlastností krmíva. Touto otázkou sa zaoberal Wandel (1973), podľa ktorého sú pre dopravu a ďalšiu manipuláciu s tvarovanými krmivami rozhodujúce: tvar, rozmery, merná hmotnosť, odolnosť voči odieraniu atď. Podobne sa touto otázkou zaoberal aj Fiala (1973), ktorý definuje namiesto odolnosti voči odieraniu u tvarovaných krmív tzv. drobivosť materiálu a vyjadruje ju vzťahom:

$$D = \left(1 - \frac{\text{hmotnosť po skúške}}{\text{hmotnosť pred skúškou}} \right) \cdot 100\%$$

Dávkovaním sa zaoberal Meľnikov (1969), ktorý pre objemové dávkovacie zariadenie uvádza rovnomernosť 10 až 15 % a pre tiažové dávkovacie zariadenie 1 až 3 % z požadovanej hmotnosti dávky.

Zo sovietskych autorov publikovali významné práce v tejto oblasti Omeľčenko (1968), Klov (1970), Javorskij (1972), Chrapač a Biljanskij (1971) a ďalší, ktorí sa zaoberali problematikou pracovných mechanizmov u stabilných a pojazdných dávkovačov.

V súčasnosti sa už nemôžeme uspokojiť s náhodným dávkovaním krmíva. Musíme vychádzať z poznatkov vedy a techniky, a tie musíme racionálne uplatňovať v praxi tak, aby každý ustajnený kus dostal dávku o takej hmotnosti, aká odpovedá jeho užitočnosti.

Dôležitú úlohu zohráva aj správne konštrukčné riešenie dávkovacích sekcií s plynulou reguláciou.

MATERIÁL A METÓDA

Na merania sme použili funkčný model turniketového dávkovača so šiestimi a ôsmimi komorami umiestnenými šikmo (pod uhlom 12°) voči osi rotácie, skonštruovaného pre tento účel. Použili sme tieto typy dávkovacích sekcií:

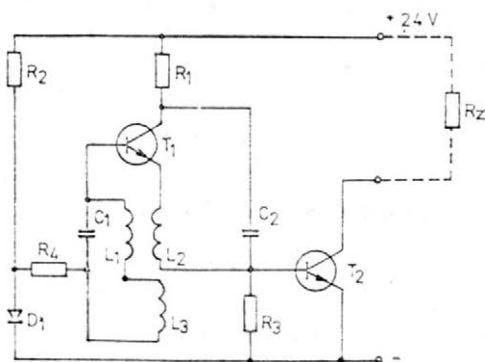
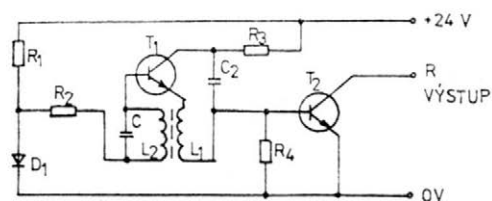
- dávkovaciu sekciu závitnicovú,
- turniketovú s lúčovým mechanizmom,
- turniketovú s prstovým mechanizmom,
- prvky s regulačným zariadením krmnej dávky.

Do výskumu boli zaradené tvarované krmivá z viacerých výrobní, pričom pri výsledkoch sme vychádzali z fyzikálno-mechanických vlastností, zisťovaných podľa príslušnej metodiky.

Pre pohon dávkovacej sekcie bol použitý indukčný motor s kotvou nakrátko a variátorom.

Pre programové riadenie dávkovacích sekcií sme navrhli a funkčne overili tieto systémy:

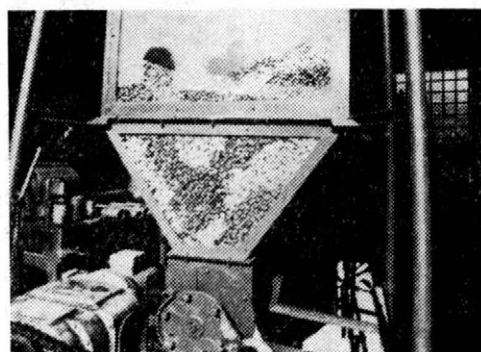
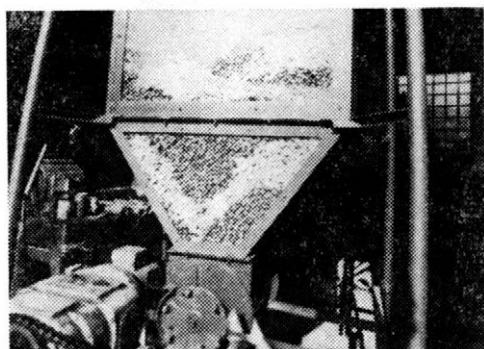
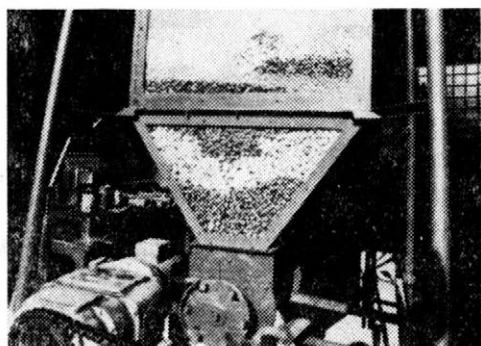
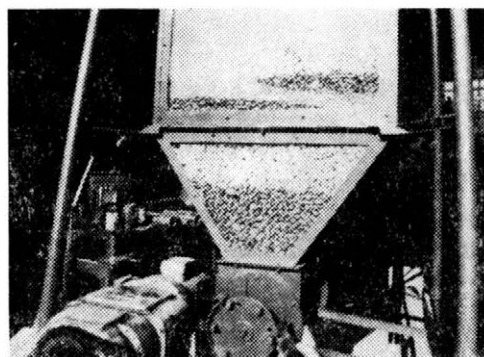
- systém variabilného časového intervalu,
- impulzný bezkontaktný systém riadený bezdotykovým dvojpolohovým indukčným snímačom,
- releový elektromagnetický impulzný systém.



1.—2. Vnútorná schéma zapojenia snímača — Internal diagram of sensor connection

Pri snímaní výšky hladiny v zásobníku sme použili bezkontaktné tyristorové snímače z VÚMA Nové Mesto nad Váhom, ktoré sa pri meraniach osvedčili. Vnútorná schéma zapojenia snímača je na obr. 1 a 2.

Aby bolo možné sledovať pohyb krmiva v zásobníku dávkoča, opatрили sme ho priehľadnou stenou. Pohyb krmiva sme tak mohli zachytiť aj fotograficky (obr. 3 až 6).



3.—6. Pohyb krmiva v zásobníku dávkoča — Feed movement in the hopper of the metering device

Pre riešenie tlaku krmiva v zásobníku sa predpokladá rovnorodosť a pevnosť materiálu bez plastickej deformácie. Teoretické riešenie tejto úlohy vychádza z predpokladu riešenia funkcie:

$$p_t = p_n \cdot \operatorname{tg} \varphi$$

kde: $\operatorname{tg} \varphi$ — sypný uhol
 p_n, p_x, p_y — normálové napätie

Tlak na dno zásobníka bude:

$$p_y = \rho \cdot h \cdot g$$

kde: ρ — merná hmotnosť krmiva ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
 h — výška zásobníka (m)
 g — gravitačné zrýchlenie ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

Tlak na kolmú stenu bude pod vplyvom trenia iný ako pri kvapaline.

Pre elementárny hranol použijeme podmienky rovnováhy pre os x a y .

$$p_x \cdot dy = p_n \cdot d_s \cdot \sin \alpha - p_t \cdot d_s \cdot \cos \alpha$$

$$p_y \cdot dx = p_n \cdot d_s \cdot \cos \alpha + p_t \cdot d_s \cdot \sin \alpha$$

pretože:

$$dx = d_s \cdot \cos \alpha$$

$$dy = d_s \cdot \sin \alpha$$

Po úprave:

$$p_n = \frac{p_x + p_y}{2} + \frac{p_y - p_x}{2} \cdot \cos 2\alpha \quad (\text{Pa})$$

$$p_t = \frac{p_x + p_y}{2} \cdot \sin 2\alpha \quad (\text{Pa})$$

Tieto tlaky (podľa Mohrovej kružnice) môžeme znázorniť vzťahom:

$$x = \frac{p_y + p_x}{2} \quad p_x = x - r$$

$$r = \frac{p_y - p_x}{2} \quad p_y = x + r$$

$$\frac{r}{x} = \sin \varphi$$

pričom pomer

$$\begin{aligned} \frac{p_x}{p_y} &= \frac{x - r}{x + r} = \frac{x(1 - \sin \varphi)}{x(1 + \sin \varphi)} = \\ &= \frac{1 - \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)}{1 + \cos\left(\frac{\pi}{2} - \varphi\right)} = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right) = \text{konštanta} \end{aligned}$$

Merný tlak na kolmú stenu bude:

$$p_x = k \cdot p_y = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot p_y$$

$$p_x = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \rho \cdot g \cdot h \quad (\text{Pa})$$

ZÁVITNICOVÁ DÁVKOVACIA SEKCIA

Pri výskume sme použili štyri typy závitov (tri s vonkajším priemerom $D = 200$ mm, vnútorným priemerom $d = 62$ mm; stúpanie závitov $h_1 = 80$ mm, $h_2 = 100$ mm, $h_3 = 120$ mm). Voľbu dávok sme riešili zmenou času práce závitnice programovateľným časovým spínačom.

U závitnice s priemerom 200 mm bola pri 40 až 60 otáčkach za minútu rovnomernosť dávkovania vo všetkých prípadoch nepriaznivá. Priaznivá rovnomernosť dávkovania bola dokázaná pri 120 otáčkach za minútu.

U závitnice s priemerom 100 mm sú dosiahnuté výsledky v súlade so ZOOTP. Zo 16 súborov meraní len dve presahujú testovaný interval $\pm 5\%$ x_{ms} pri hladine významnosti $d = 0,05$. Z uvedených súborov má 6,25 % rovnomernosť dávkovania do 2 %, 18,75 % súborov do 3 %; 12,5 % do 4 %; 50 % do 5 % a 12,5 % nad 5 %.

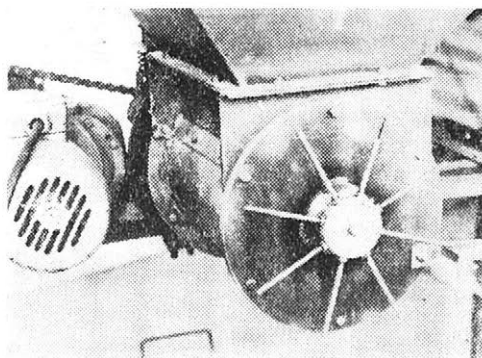
VÝSLEDKY

TURNIKETOVÁ DÁVKOVACIA SEKCIA

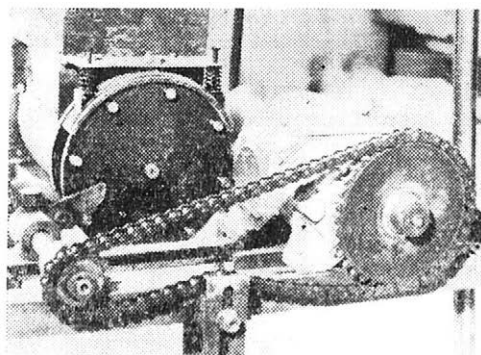
Použili sme dva typy turniketových dávkovacích sekcií:

- s lúčovým mechanizmom (obr. 7),
- s prstovým mechanizmom (obr. 8).

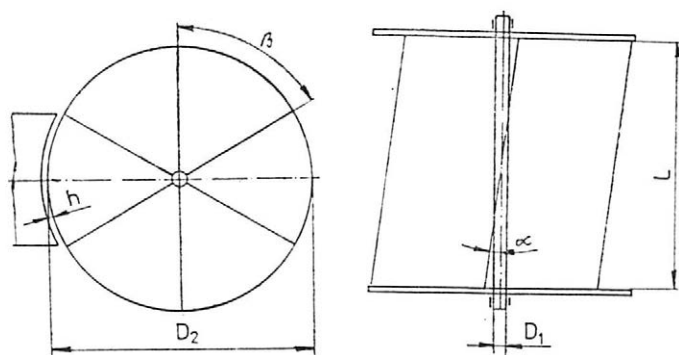
U sekcii s prstovým mechanizmom bol pohon turniketu zaistovaný indukčným motorom s variátorom a systémom palcového mechanizmu, pričom počet palcov zodpovedal počtu komôr.



7. Turniketová dávkovacia sekcia s lúčovým mechanizmom — Tourniquet metering section with a ray mechanism



8. Turniketová dávkovacia sekcia s prstovým mechanizmom — Tourniquet metering section with a finger-type mechanism



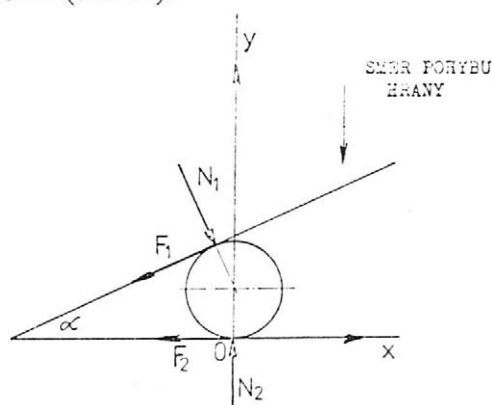
9. Schéma turniketu —
Diagram of a tourniquet

Pootáčanie kotúča s palcami, a tým aj turniketu bolo riešené tromi segmentmi poháňanými od variátora. Počet výsypov zabezpečovalo čítacie elektromagnetické impulzové relé a bezdotykový snímač. Schéma turniketu je na obr. 9.

Sklon lopatky pod uvedeným úhľom voči osi rotácie sme volili z hľadiska rovnomernejšej činnosti dávkovača a postupného „rezania“ granuly, ktorá môže pri otáčaní turniketu zaujať tri polohy:

1. os granuly je kolmá na os rotácie, vtedy je strihaný prierez kružnicový;
2. os granuly je rovnobežná s osou rotácie, vtedy je strihaný prierez obdĺžnikový;
3. os granuly má šikmú polohu k osi rotácie, vtedy je strihaný prierez elipsovité.

Uhol naklonenia lopatky musí byť taký, aby pri strihaní netlačil granulu v smere osi x (obr. 10).



10. Schéma strihania — Diagram of cutting

Trečia sila na reznej hrane bude:

$$F_1 = N_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$F_2 = N_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2$$

kde: N_1 — normálová sila

$\operatorname{tg} \varphi_1$ — koeficient trenia granuly na hrane lopatky

$\operatorname{tg} \varphi_2$ — koeficient trenia medzi granulou a hranou plášťa.

Aby nedochádzalo k posúvaniu v smere osi x , musí platiť vzťah:

$$F_2 = N_1 \cdot \sin \alpha - F_1 \cdot \cos \alpha$$

$$N_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = N_1 \cdot \sin \alpha - N_1 \cdot \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$N_2 = N_1 \cdot \cos \alpha + F_1 \cdot \sin \alpha$$

$$N_2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = N_1 \cdot \sin \alpha - N_1 \cdot \cos \alpha \operatorname{tg} \varphi_1$$

$$N_2 = N_1 \cdot \cos \alpha + F_1 \cdot \sin \alpha$$

Ak dosadíme do predošlej rovnice za F_1 vzťah

$$F_1 = N_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$$

potom

$$N_2 = N_1 \cdot \cos \alpha + N_1 \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \sin \alpha$$

Úpravou uvedených rovníc dostaneme vzťah:

$$\cos \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 + \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 = \sin \alpha - \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \cos \alpha$$

Predošlú rovnicu môžeme upraviť na tvar:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} (\varphi_1 + \varphi_2)$$

Z tejto rovnice vyplýva podmienka zovretia granuly a strihania, pričom:

$$\alpha = \varphi_1 + \varphi_2$$

Ak je materiál lopatky z reznej hrany plášťa rovnaký, potom $\varphi_1 = \varphi_2$ a rovnica $\alpha = \varphi_1 + \varphi_2$ prejde na tvar:

$$\alpha \leq 2\varphi$$

V danom prípade je $\alpha = 12^\circ$ a koeficient trenia

$$f_{\min} = \operatorname{tg} \varphi_{\min} = 0,375, \quad \operatorname{tg} 12^\circ = 0,212$$

$$f_{\max} = \operatorname{tg} \varphi_{\max} = 0,572$$

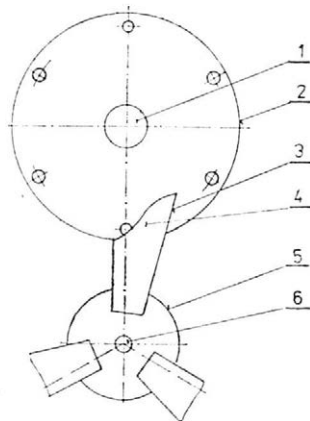
a predpoklad je splnený pre

$$\varphi_{\min} 0,2125 < 0,675$$

$$\varphi_{\max} 0,2125 < 1,144$$

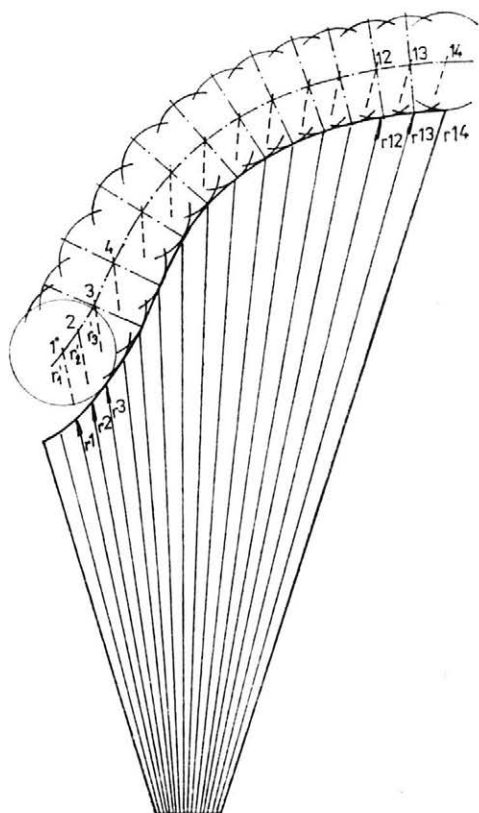
Činnosť použitého prstového mechanizmu vyplýva zo schémy na obr. 11.

Tvar vačky (obr. 12) sme navrhli empiricky tak, že sme určili styčné body vačky s kladkou. Uvedený mechanizmus je štvorčlenný (obr. 13). Vačka je delená po 2° od počiatočného styčného bodu 1 až po posledný bod 14. Pre tvar vačky je zostrojená dráha osi kladky. Pri otáčaní sa styčný bod mení, v dôsledku čoho sa mení aj okamžitá rýchlosť.



11. Schéma pohonu dávkovacieho mechanizmu — Diagram of the drive of the metering device

12. Určenie styčných bodov včky s kladkou — Determination of cam contact points with pulley



POSTUP RIEŠENIA

$$\vec{V}_B = \vec{V}_{41}^B = \vec{V}_{31}^B = \vec{V}_{21}^B + \vec{V}_{32}^B$$

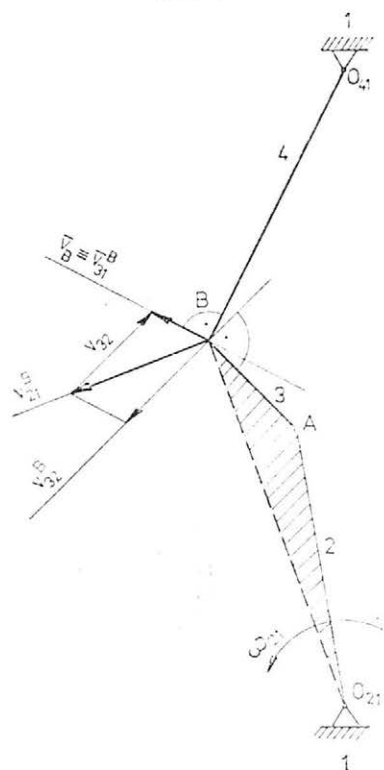
$$\vec{V}_{21}^B = \overline{O_{21}B} \cdot \omega_{21}$$

$$\vec{V}_{21}^B \perp \overline{O_{21}B}$$

$$\vec{V}_{32}^B = \overline{AB} \cdot \omega_{32}$$

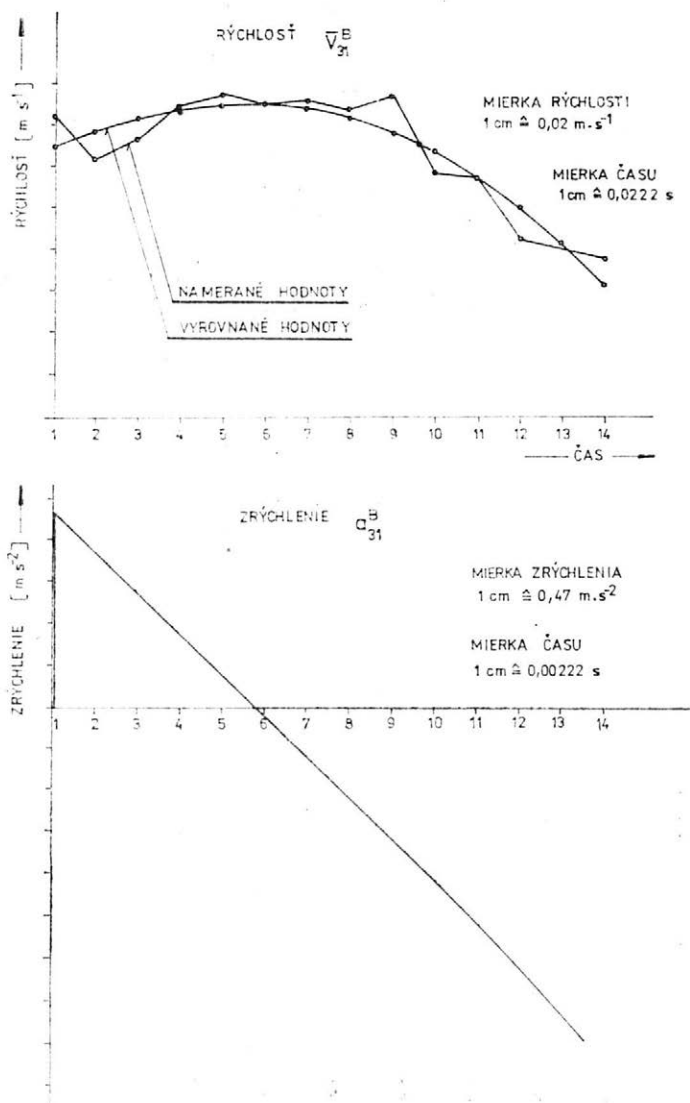
$$\vec{V}_{32}^B \perp \overline{AB}$$

$$\vec{V}_{31}^B \perp \overline{O_{41}B}$$



13. Rýchlosť určená Coriolisovou metódou — Speed determined by the Coriolis method

14. Priebeh rýchlosti a zrýchlenia — The course of the speed and acceleration



Ku každému styčnému bodu, resp. osi kladky je priradená okamžitá rýchlosť V_{21}^B . Rýchlosť pohybu osi kladky je riešená Coriolisovou metódou v bode 1—14 (obr. 12). Otáčky hriadeľa 6 u prstového mechanizmu (obr. 11) boli tieto:

$$n_1 = 15 \text{ ot. min}^{-1}$$

$$n_2 = 20 \text{ ot. min}^{-1}$$

$$n_3 = 25 \text{ ot. min}^{-1}$$

Jednotlivé rýchlosti pre otáčky hnacieho hriadeľa n_1 sú uvedené na obr. 14.

Výsledky získané z uvedených dávkovacích sekcií boli spracované matematicko-štatistickými metódami vo Výpočtovom stredisku ŠIC pri VŠP — Nitra.

Závislosť medzi počtom komôr a nadávkovaným množstvom krmiva pri daných otáčkach a druhu krmiva bola testovaná lineárnou regresiou s vypočítaním regresných

priamok. Tesnosť závislosti, vyjadrená hodnotou korelačného koeficientu, je u všetkých skúmaných súborov vysoko preukazná.

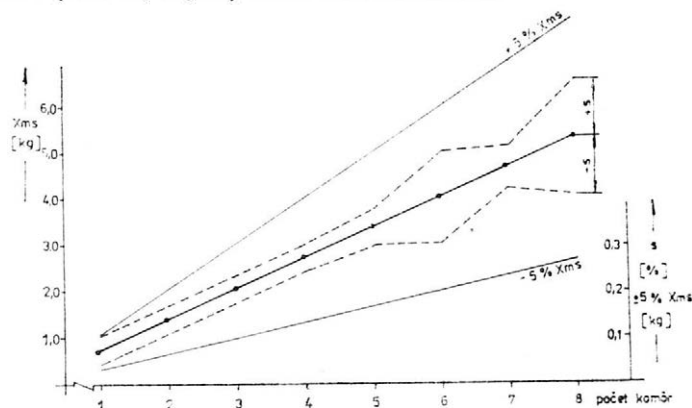
Grafické závislosti boli zostrojené podľa zásad:

a) na vodorovnej osi sú vyznačené počty komôr,

b) na závislej osi sú vyznačené:

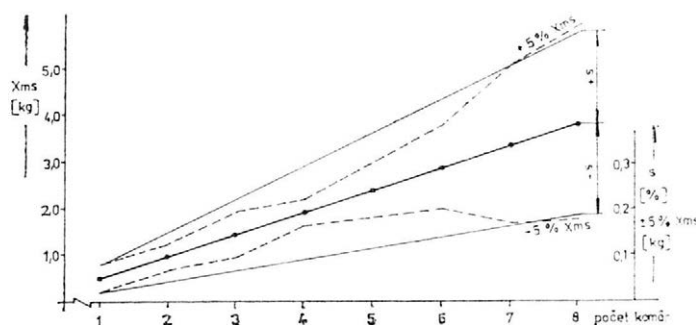
- stredné hmotnosti dávok pri počte komôr x_{ms} ,
- smerodajné odchýlky od stredných hmotností dávok $\pm s$,
- hranice najväčšej dovolenej odchýlky hmotnosti dávky podľa ZOOTP $\pm 5\% x_{ms}$.

Vzhľadom na veľké množstvo meraní a z nich vyhotovených grafov sú z hľadiska prehľadnosti uvedené len niektoré, a to pre osemkomorové (obr. 15, 16, 17) a šesťkomo-



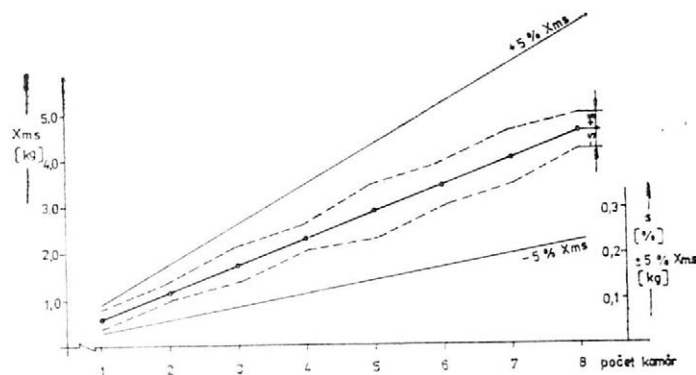
15. Priebeh dávkovania osemkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 8 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$
— The course of metering by eight-chamber tourniquet with granules $\varnothing 8 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = 0.0030 + 0.6791x$
korelačný koeficient 0.9998



16. Priebeh dávkovania osemkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 10 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$
— The course of metering by eight-chamber tourniquet with granules $\varnothing 10 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = 0.0363 + 0.4793x$
korelačný koeficient 0.9972

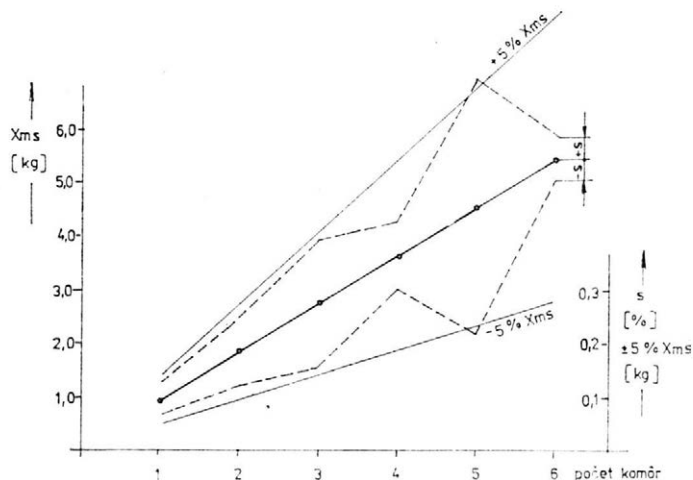


17. Priebeh dávkovania osemkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 12 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$
— The course of metering by eight-chamber tourniquet with granules $\varnothing 12 \text{ mm}$, $n = 15 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = -0.0291 + 0.6017x$
korelačný koeficient 0.9999

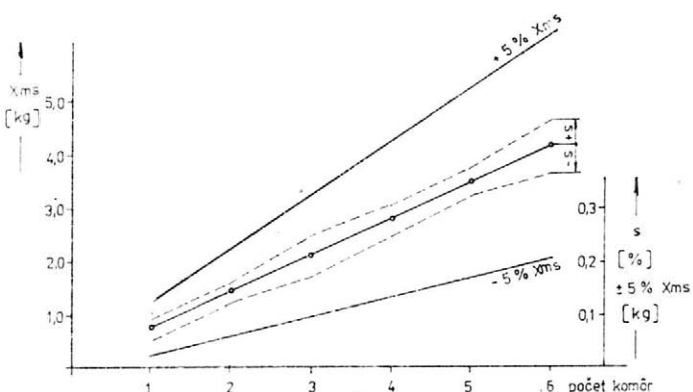
18. Priebeh dávkovania šesťkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 8 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$
 — The course of metering by six-chamber tourniquet with granules $\varnothing 8 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = 0,0432 + 0,9074x$
 korelačný koeficient 0,9997



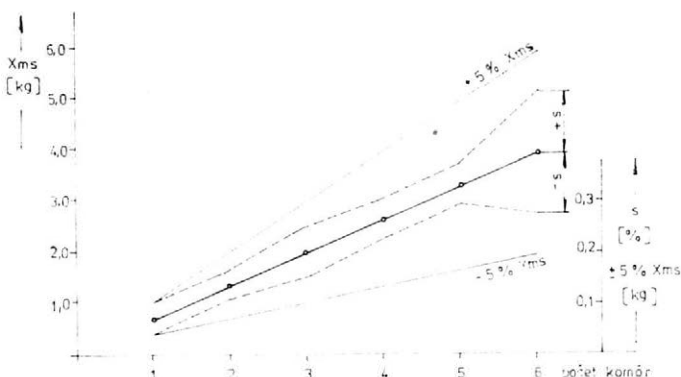
19. Priebeh dávkovania šesťkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 12 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$
 — The course of metering by six-chamber tourniquet with granules $\varnothing 12 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = 0,0169 + 0,6935x$
 korelačný koeficient 1,000



20. Priebeh dávkovania šesťkomorového turniketu pri granulách $\varnothing 10 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$
 — The course of metering by six-chamber tourniquet with granules $\varnothing 10 \text{ mm}$, $n = 20 \text{ min}^{-1}$

regresná priamka $y = 0,0324 + 0,6546x$
 korelačný koeficient 0,9999



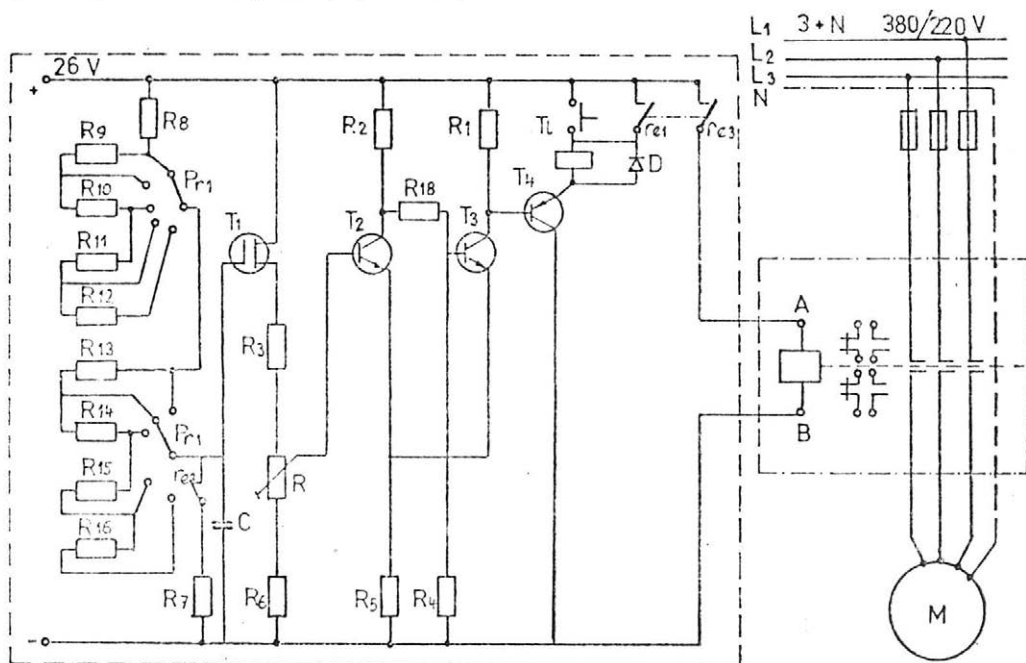
Z rozboru činnosti osemkomorového dávkovacieho zariadenia vyplynulo, že zo všetkých súborov meraní ani jeden neprekročil testovaný interval pre priemerné hodnoty $x_{ms} \pm 5\%$: 62,5 % je do 2 % rovnomernosti dávkovania, 29,17 % do 3 %, žiadne v rozmedzí od 3 do 4 % a 8,33 % do 4 až 5 %. Uvedené hodnoty jasne dokumentujú vhodnosť použitia turniketového osemkomorového dávkovacieho zariadenia pri danom konštrukčnom riešení s použitím automatizácie a regulácie s programovým riadením. Takto riešenú dávkovaciu sekciu odporúčame v plnom rozsahu zaradiť do komplexnej linky.

Podobné kladné výsledky sme dosiahli aj u šesťkomorovej dávkovacej sekcie, u ktorej na odchýlky veľkosti dávok od priemerných pripadalo 44,44 % do 2 % rovnomernosti dávkovania, 27,78 % do 3 %, 11,11 % do 4 %, 11,11 % do 5 % a 5,56 % nad 5 % rovnomernosti dávkovania.

Konstruktívne riešenie pohonu turniketovej dávkovacej sekcie pomocou vačky zaistovalo plynulý a pravidelný chod bubna. Vyriešila sa otázka dobehu, pričom komora pri zastavení ústila priamo do výpadového otvoru a celý obsah sa vysypal na ďalší článok linky.

Grafické znázornenie priebehu dávkovania u šesťkomorovej dávkovacej sekcie regresnými priamkami pri otáčkach turniketu $n = 20 \text{ min}^{-1}$ a priemere granúl 8, 10 a 12 mm je uvedené na obr. 18, 19, 20.

Ak vychádzame z odlišných fyzikálno-mechanických vlastností použitého krmiva, môžeme považovať dosiahnuté výsledky za veľmi dobré. K ich dosiahnutiu prispelo nielen konštrukčné riešenie dávkovača, ale aj správne zvolená automatika s pohonmi a programovým riadením (obr. 7, 8, 21 a 22).



21. Schéma zapojenia programového riadenia zmenou časového intervalu — Diagram of the connection of the program control by a change in time interval

Pri experimentálnych meraniach sme pre dávkovacie sekcie ako pohony použili:

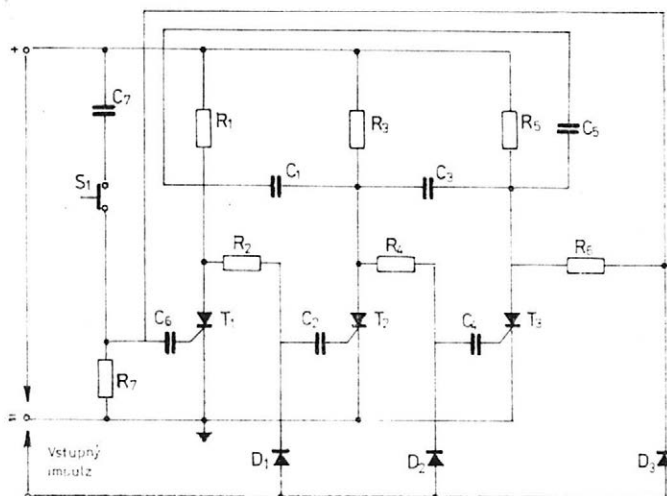
1. Indukčné regulačné jednotky typu „S“, ktoré pozostávajú z indukčnej spojky a asynchrónneho motora s kotvou nakrátko, so vstavaným tachogenerátorom a regulátorom otáčok. Boli overené dva typy indukčných regulačných jednotiek S 9 P V 4, A2 a S132 V 4, A4, ktorým bol pre možnosť regulácie otáčok použitý bezkontaktný tyristorový regulátor typu 4W2.

Sklzové straty boli určené zo vzťahu:

$$P_s = 0,1047 \cdot M \cdot (n_1 - n_2) \quad (\text{W}; \text{Nm} \cdot \text{min}^{-1})$$

kde: n_1 a n_2 — vstupné a výstupné otáčky spojky

22. Zjednodušená schéma kruhového čítača —
Simplified diagram of
a circular counter



Uvedené straty sa prejavili ako teplo, ktoré ohrievalo kotvu a ďalšie časti spojky. V priebehu meraní však neprekročila teplota dovolené prevádzkové oteplenie.

Uvedené druhy indukčných spojok boli použité u závitnicovej dávkovacej sekcie. Pre daný model vyhovovala indukčná regulačná jednotka S 9 P V 4, A2. Nameraný príkon 600 W nevykazoval väčší rozptyl ako 5 % P stred.

2. Pre pohon turniketovej dávkovacej sekcie bol použitý indukčný motor s kotvou nakrátko s variátorom.

Pohon uvedenej sekcie vyžadoval prerušovaný chod zodpovedajúci natočeniu komôr presne nad výpádový otvor. Z toho dôvodu bol vyhotovený a funkčne odskúšaný prstový mechanizmus s uvedeným konštrukčným riešením. Hnací kotúč modelu je opatrený zubmi, ktoré zapadajú do palcov hnaného kotúča. Za jednu otáčku sa palec pootočí o uhol

$$\alpha = 2\pi/z$$

kde: z — počet palcov súhlasný s počtom komôr turniketovej sekcie

V priebehu meraní sa vplyvom zotrvačných hmôt prejavil značný dobeh ($\pm 7\%$), preto sme hnací kotúč doplnili o vymedzovače polohy, ktoré zapadajú do segmentov hnacieho kotúča, čím udržiavajú potrebnú stabilitu pohonného systému a vymedzujú kludovú polohu dávkovacích komôr.

Takéto konštrukčné riešenie sa ukázalo ako veľmi výhodné, preto ho odporúčame k realizácii ako originálne riešenie.

Pre programované riadenie dávkovacích sekcií sme navrhli a funkčne overili tieto systémy:

- systém variabilného časového intervalu,
- releový elektromagnetický impulzný systém,
- impulzný bezkontaktný systém riadený bezdotykovým dvojpolohovým indukčným snímačom.

Prvý systém sme funkčne overili pri programovom riadení závitnicových dávkovacích sekcií. Presnosť nastaveného časového intervalu nevykazovala väčší rozptyl ako $\pm 1\%$.

Pre programové riadenie turniketovej sekcie sme navrhli a funkčne odskúšali ďalšie dva systémy.

U releového impulzného elektromagnetického systému sme v laboratórnych podmienkach zistili, že po zopnutí v počte 10^4 nastalo značné opotrebenie mechanizmu elektromagnetického relé, čo môže mať za následok zvýšenú poruchovosť v agresívnom prostredí živočíšnej výroby, hlavne v ustajňovacích a ďalších prevádzkových priestoroch.

Z uvedeného dôvodu sme sa rozhodli pre impulzný bezkontaktný systém, ktorý má v porovnaní s predošlým mnohé prednosti. Je rýchlejší a stačí sledovať aj veľmi krátke impulzy s vysokým kmitočtom. Tyristorové spínače sú spoľahlivé, vyžadujú malý vstupný výkon a sú odolné voči väčšiemu klimatickému namáhaniu. Činnosť kruhového čítača je uvedená na zjednodušenej schéme zapojenia (obr. 22). Je založená na princípe nasadzovania a vysadzovania oscilácií tranzistorového oscilátora vplyvom spätnej väzby, ktorá je riadená polohou clony vzhľadom na čelnú polohu snímača.

Pre meranie sme funkčne overili dva druhy clony:

- kotúčový s otvormi,
- prstový.

Počet otvorov v kotúči, ako aj lúčových segmentov prstovej clony bol súhlasný s počtom komôr.

Z hľadiska presnosti natočenia komôr nad výpadový otvor a z hľadiska ich zablokovania bola výhodnejšia prstová clona. Rýchlejšie reagovala na okamžité zastavenie komory v požadovanom mieste. Po zhodnotení a porovnaní indukčných pohonov s indukčnými spojkami z hľadiska investičných a prevádzkových nákladov, spoľahlivosti a náročnosti na údržbu s približne rovnakými regulačnými vlastnosťami možno konštatovať, že indukčné spojky majú v tomto smere prednosť. Majú však aj určitú nevýhodu, ktorá spočíva vo vzniku sklzových strát, čím stúpajú prevádzkové náklady.

Asynchrónne motory patria medzi najpoužívanéjšie točivé elektrické stroje, ktoré sa dobre uplatňujú v komplexne mechanizovaných a automatizovaných linkách. Majú dostatočnú momentovú preťažiteľnosť a môžu pracovať s nízkou a vysokou uhlovou rýchlosťou.

S rozvojom polovodičovej techniky, a tým aj tyristorových meničov, môžu asynchrónne motory spĺňať požiadavky v oblasti automatizovaných a regulačných pohonov. Je tu dobrá možnosť pripojiť riadiaci systém na počítač.

ZÁVER

Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že základný predpoklad úspešného zavádzania strojových liniek v chove hovädzieho dobytku spočíva v tom, aby linky spĺňali základné zootechnické, technické, ekonomické a bezpečnostné požiadavky.

Komplexná linka musí pracovať spoľahlivo, bez ľudskej práce, resp. s jej minimálnou potrebou. Stroje zaradené v linke majú mať požadovanú výkonnosť a presnosť, pričom by nemali zhoršovať kvalitu krmiva.

V súčasnosti — pri zvyšovaní koncentrácie a zavádzaní špecializácie — je potrebné krmivo dávkovať podľa úžitkovosti zvierat a to tak individuálne, ako aj skupinovo. Preto sme sa zamerali na celý komplex problémov súvisiacich s dopravou, hlavne však s dávkovaním tvarovaného a rezaného objemového krmiva. Konštrukčne sme vyvinuli a funkčne overili viaceré modifikácie dávkovačov.

V poslednej dobe sa venuje zvýšená pozornosť tvarovaným krmivám. Podarilo sa nám vyriešiť ich dávkovanie s presnosťou zodpovedajúcou ZOOTP. Dosiahnuté výsledky sú realizovateľné v praxi tak z hľadiska konštrukčného prevedenia, ako aj z hľadiska použitia automatizačných a regulačných prvkov. Zrovnomerňovanie prúdu krmiva a vlastné dávkovanie je treba považovať za jednu z primárnych otázok, pretože umožňuje

vytvořit příslušnou dávku pre ustajnený kus pri individuálnom i pri skupinovom kŕmení. Paleta technologických postupov pri kŕmení hovädzieho dobytku je veľmi široká. Ich podstata spočíva v tom, aby zvieru dostalo dávku zodpovedajúcu jeho úžitkovosti. Dôležitú úlohu v tomto smere zohráva správne volené a presne vyvinuté dávkovacie zariadenie so zreteľom na fyzikálno-mechanické vlastnosti krmiva a vhodné použitie automatizačných a regulačných prvkov.

Dosiahnuté výsledky, uvedené v tomto príspevku, sú podkladom pre ďalšiu činnosť v oblasti dávkovania tvarovaných krmív. V ďalšom článku uvidíme výsledky s manipuláciou a dávkovaním rezaných objemových krmív.

Získané poznatky sú využiteľné pri konštrukcii strojov a zariadení určených pre tento účel.

Literatúra

DOBROVOLNÝ, D.: Mechaniz. Zeměd., 1976, č. 1.

FIALA, J.: Vlastnosti tvarovaných krmív. [Výzkumná zpráva Z 1008.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1973.

CHRAPAČ, E. I. — BILJANSKIJ: Universalnyj vesovoj porcionnyj dozátor. Mech. Elektr. soc. sel. Chozj., 1971, č. 9.

JAVORSKIJ, A.: Příčiny nerovnomernoj razdači kormov pricepnymi kormorazdatčikami. Trakt. Selchozmaš., 1972, č. 2.

KLOKOV, N. I.: Kormorazdatčik s platformennym transportérom. Techn. sel. Chozj., 1970, č. 2.

MELNIKOV, S. V.: Mechanizacija životnovodčeskich ferm. Moskva, Kolos 1969.

OMELČENKO, A. A.: Mechanizacija razdači kormív. Kijev, Urožaj 1968.

WANDEL, H.: Kermgrößen und -wert von Prezlinger aus Holmgut. Landtechnik. 1973, č. 9-10.

Došlo dňa 15. 4. 1981

ДУХО, П. (Сельскохозяйственный институт, Нитра): Дозирование фасонных кормов. Земед. Techn., 28, 1982 (6) : 333-348.

В данную статью включен разработанный и функционально испытанный турникетный дозатор для фасонных кормов с камерами, расположенными к оси барабана на 12°. Это оригинальное решение полностью учитывает зоотехнические требования к дозированию и регуляционные средства учитывают правильную работу дозатора. Во время опытов для дозирования применялся кулачковый функциональный элемент, обеспечивающий равномерный ход дозировочного барабана. Форма кулачка, определение точек касания с блоком и скорость движения оси блока теоретически решены по методу Гориолиза при оборотах вала у шестипалого механизма $n_1 = 15 \text{ мин.}^{-1}$, $n_2 = 20 \text{ мин.}^{-1}$, $n_3 = 25 \text{ мин.}^{-1}$. Таким образом был решен вопрос барабана, причем, дозировочная камера останавливалась непосредственно перед отверстием и весь корм высыпался на следующее звено линии. Для привода турникетной дозирующей секции применялся индукционный двигатель с коротким якорем и вариантом, который обеспечивал прерываемость хода и остановку камер точно над отверстием для высыпки кормов. С целью программного управления дозирующей секцией была разработана функционально испытанная импульсная бесконтактная система, управляемая бесконтактным двухполюсным индукционным датчиком. Эта система более быстрая чем электромагнитное импульсное реле. Достаточно изучать и весьма краткие высокочастотные импульсы.

кормовой рацион; физическо-механические свойства корма; дозировочные камеры; пальцевый механизм; турникетная дозировочная секция; лучевой механизм; приводы; дисковая заслонка; пальцевая заслонка; равномерность дозирования; элементы автоматизации и регулирования

DUCHO, P. (University of Agriculture, Nitra): *Pelleted Feed Metering*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 333-348.

A tourniquet metering device with chambers shifted obliquely to the drum axis by 12° that has been developed and functionally tested to be used for pelleted feeds is presented. The design is original, all zootechnical requirements of feed metering being considered. The used elements of automation and regulation operate in keeping with the function of the metering device. This is confirmed by the graphical representation of the results. During experiments, cams were used as functional elements for metering, by which even operation of the metering drum was secured. The cam shape, determination of cam contact points with pulley and the speed of pulley axis movement are theoretically solved by the Coriolis method at shaft revolutions of six-finger mechanism $n_1 = 15 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 20 \text{ min}^{-1}$, $n_3 = 25 \text{ min}^{-1}$. The problem of run-out was also solved; the metering chamber lead at stopping directly into the outlet slot and the batch of feed was poured into another element of the line. An induction engine with short-circuit armature and barretter was used to drive the tourniquet metering device; the barretter switched off the operation and corresponded to the direct position of chambers above the outlet slot. To control the metering section programmatically, contactless impulse system was devised and tested functionally, controlled by contactless two-step induction sensor. This system operates more fastly than relay electromagnetic impulse system and can respond to very short impulses of high frequency.

feed ration; physico-mechanical properties of feed; metering chambers; finger-type mechanism; tourniquet metering section; ray mechanism; drives; disk screen; finger-type screen; even metering; elements of automation and regulation

DUCHO, P. (Landwirtschaftliche Hochschule, Nitra): *Die Dosierung der granulierten Futtermittel*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 333-348.

Die vorgelegte Arbeit beschreibt eine entwickelte und in ihrer Funktion überprüfte Tourniquetdosiermaschine für die granulierten Futtermittel mit den um 12° längs der Trommelachse verlegten Kammern. Es ist eine originelle Lösung, die die zootechnischen Ansprüche beim Futtermitteldosieren ganz berücksichtigt. Ähnlich berücksichtigen auch die verwendeten Elemente der Automatik und Regelung die Richtigkeit der Funktion des Dosierelementes. Die graphische Darstellung der Ergebnisse bestätigt völlig diese Aussage. Bei den Experimenten verwendete man ein Nockenfunktionselement, das einen gleichmäßigen Arbeitsgang der Dosiertrommel sicherte. Die Nockenform, die Festlegung ihrer Berührungspunkte mit der Rolle und die Bewegungsgeschwindigkeit der Rollennachse wird theoretisch anhand der Methode nach Coriolis bei einer Drehzahl der Welle des Sechsfingermechanismus von $n_1 = 15 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 20 \text{ min}^{-1}$, $n_3 = 25 \text{ min}^{-1}$ gelöst. Damit wurde die Frage des Nachlaufes gelöst, wobei die Dosierkammer beim Stillsetzen der Maschine direkt in die Ausfallöffnung mündete und die gesamte Futtermenge auf das nächste Glied der Linie übergab. Zum Antrieb der Tourniquetdosiersektion wählte man einen Induktionsmotor mit einem Kurzschlußläufer und Variator, der einen unterbrochenen Gang sicherte und genau der Einstellung der Kammern über die Ausfallöffnung entsprach. Für die programmierte Regelung der Dosiersektion schlug man ein kontaktloses Impulssystem vor, das von einem berührungslosen Induktionsgeber mit zwei Stellungen geregelt wurde. Das ganze System wurde in seiner Funktion überprüft. Dieses System ist schneller als ein elektromagnetisches Impulssystem mit Relais und es vermögt auch die sehr kurzen Impulse mit einer hohen Frequenz zu verfolgen.

Futterdosis; physikalisch-mechanische Futtermiteigenschaften; Dosierkammern; Fingermechanismus; Tourniquetdosiersektion; Strahlmechanismus; Antriebe; Scheibenblende; Fingerblende; Gleichmäßigkeit der Dosierung; Elemente der Automatik und Regelung

Adresa autora:

Prof. ing. Peter D u c h o. CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, 949 01 Nitra

OBECNÉ MODELY TECHNOLOGICKÝCH LINIEK V RASTLINNEJ VÝROBE

B. Studeník

STUDENÍK, B. (Výskumný ústav poľnohospodárskej techniky, Rovinka): *Obecné modely technologických liniek v rastlinnej výrobe*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 349-357.

Racionalizácia organizácie pracovných procesov v mechanizovanej rastlinnej výrobe je okrem iného spojená s využitím výpočtovej techniky. V príspevku sú analyzované základné typy technologických liniek. S využitím simulačnej techniky sme navrhli tri obecné modely liniek, pomocou ktorých sa môže imitovať činnosť väčšiny liniek nasadzovaných v rastlinnej výrobe v našom poľnohospodárstve. Pozornosť bola venovaná aj stanoveniu dĺžky simulačného kroku a voľbe kritériálnej funkcie, ktoré ovplyvňujú rýchlosť a presnosť výpočtu.

stochastická simulácia; simulačný krok; kritériálna funkcia

Proces spriemyselňovania poľnohospodárskej výroby neznamena iba zvyšovanie koncentrácie plôch, zavádzanie špecializácie, exploatáciu výkonnej strojovej techniky, ale aj skvalitnenie procesu riadenia. Základnou otázkou na úseku strojovej techniky je racionálne využitie disponibilných mechanizačných prostriedkov v priebehu pracovnej smeny. Efektívne využitie strojovej techniky je podmienené novým prístupom k organizácii výrobného procesu. Jednou z možností pri plánovaní denného nasadenia mechanizačných prostriedkov je využitie ekonomicko-matematických modelov riešených na číslicových počítačoch.

Príspevok nadväzuje na už publikované výsledky (Studeník, 1981).

METÓDA

Pri mechanizácii rastlinnej výroby sa nasadzuje celý rad technologických liniek, ktoré sa charakterom činnosti podobajú. Pre zostavenie obecných modelov liniek sa zobecnila činnosť jednotlivých prvkov technologickej linky (Studeník, 1981). Na základe analýzy v súčasnosti u nás nasadzovaných technologických liniek boli navrhnuté tri obecné modely, ktoré boli overené na konkrétnych linkách.

VLASTNÁ PRÁCA

ZÁKLADNÉ DRUHY TECHNOLOGICKÝCH LINIEK

Z pohľadu širšieho využitia matematického modelu je aktuálna otázka zobecnenia činnosti technologických liniek pri stochastickej simulácii ich práce. Technologická linka ako dynamický systém sa nasadzuje v určitom prostredí. Prostredie systému tvoria výrobné pod-

mienky, ktoré sú vstupnými veličinami celého dynamického systému. Dekompozícia činnosti jednotlivých prvkov technologickej linky je možná iba do určitej úrovne. Pri zostavovaní obecných modelov liniek je preto potrebné stanoviť hranice dekompozície pre jednotlivé prvky; je potrebné zohľadniť, k čomu má obecný model slúžiť.

Problematike zobecnenia transportných procesov v strojových linkách venoval u nás pozornosť Prokop (1977). Poznatky zo zobecnenia sa potom využili pri zostavovaní obecného modelu strojovej linky (Prokop a i., 1979). Na možnosť zostavenia obecných modelov technologických liniek na základe zhody poruchových funkcií pri jednotlivých prvkoch linky sa už taktiež poukázalo (Študeník, 1978). Podstata zobecnenia spočíva v jednotnosti vstupných údajov a výstupných informácií pri jednotlivých typoch článkov linky.

Analýza technologických liniek nasadzovaných v mechanizovanej rastlinnej výrobe ukázala, že tieto sa od seba líšia typom mobilného článku, ktorý zabezpečuje nakladanie a vykladanie materiálu. Pokiaľ zobecníme činnosť stacionárnych prvkov samostatnými modelmi, môžeme väčšinu technologických liniek zobraziť jedným z týchto troch obecných modelov:

- I — technologická linka s nakladačom bez zásobníka,
- II — technologická linka s nakladačom (vykladačom) so zásobníkom,
- III — technologická linka so združeným mobilným prvkom.

Obecné modely technologických liniek sú znázornené na obr. 1. Materiálový tok v linke typu I je jednosmerný, zatiaľ čo v ďalších dvoch linkách ide o obojsmerný materiálový tok. Linku typu I reprezentuje napr. technologická linka pre zber senáže zberacou rezačkou bez zásobníka, linka pre zber zemiakov zemiakovým kombajnom a pod. Charakteristickou linkou typu II je linka pre zber obilia obilným kombajnom, v opačnom smere potom linka pre sejbu obilia, sadenie zemiakov a pod. Obecný model typu III môžeme využiť pri simulácii zberu krmovín na seno so samozberacím vozom, v protismere potom pri linkách pre aplikáciu materiálov s vlastnou dopravou materiálu združeným mobilným prvkom — hnojenie maštalným hnojom a pod.

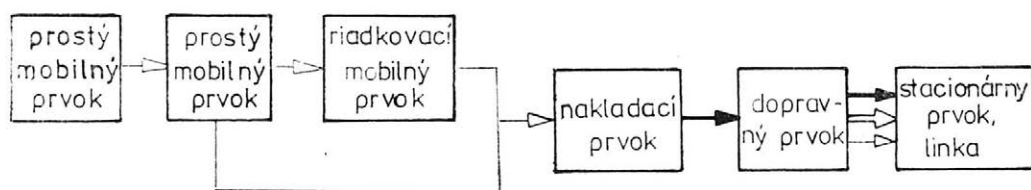
V uvedených modeloch technologických liniek sa môže simulovať aj činnosť prostých, event. riadkových mobilných prvkov, ktoré sa nasadzujú pred kľúčovým článkom alebo po ňom. Znamená to, že simuluje činnosť strojov, ktoré nepatria do strojovej linky. Tieto stroje sú spojené medzi sebou a s nakladacím (vykladacím) prvkom voľnou väzbou. Pri voľnej väzbe vylučuje kapacita medzizásobníka (ako medzizásobník vystupuje aj pozemok) možnosť vzniku frontu. Tuhá väzba je charakterizovaná bezprostrednou súčinnosťou dvoch prvkov linky, napr. nakladača bez zásobníka s dopravným prostriedkom a pod. Zaradením zásobníka na stacionárne pracovisko (nakladač, vykladač) sa tuhá väzba mení na uvoľnenú väzbu. Pri tuhej aj uvoľnenej väzbe je pravdepodobné, že vznikne front a z neho vyplývajúce prestoje niektorého článku linky.

VSTUPNÉ VELIČINY OBEČNÝCH MODELOV

Obecné modely technologických liniek vyžadujú aj zobecnenie prostredia, ktoré tvorí:

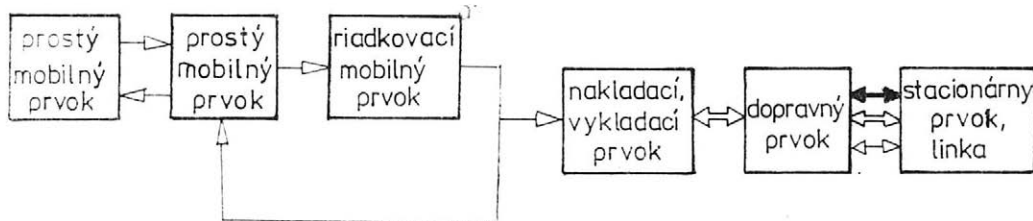
TECHNOLOGICKÁ LINKA I

→ tuhá väzba



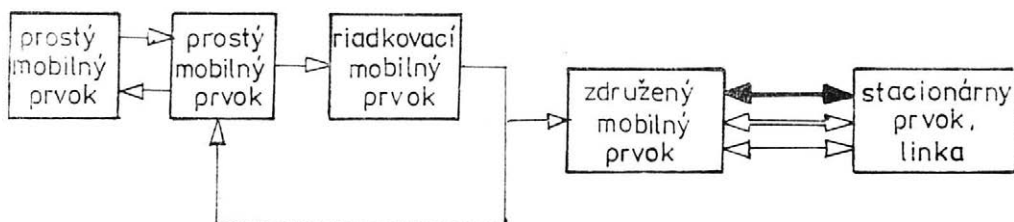
TECHNOLOGICKÁ LINKA II

⇔ uvoľnená väzba



TECNOLOGICKÁ LINKA III

→ volná väzba



1. Schéma obecných modelov technologických liniek v rastlinnej výrobe — A scheme of the general models of technological lines in crop production

- charakteristiku pozemku,
- charakteristiku plodiny, aplikovaného materiálu,
- charakteristiku dopravných podmienok.

Tieto veličiny predstavujú vektor vstupných podmienok pre jednotlivé články technologickej linky. Pri pozemku sa zadáva výmera, stredná dĺžka, svahovitost; plodina a aplikovaný materiál sú charakterizované strednou úrodou (dávka, výsevom) a vlhkosťou v jednotlivých fázach zberu. Dopravné podmienky sú dané dopravnou vzdiale-

nosťou a kategóriou cesty. Na základe informácie o prostredí systému sa stanovuje stredná hodnota exploatačných ukazovateľov pri jednotlivých prvkoch technologickej linky.

Stredné hodnoty technických a exploatačných ukazovateľov jednotlivých mechanizačných prostriedkov sú uložené v databáze pri jednotlivých modeloch. Pri všetkých mechanizačných prostriedkoch sa zadáva stredný čas bezporuchovej prevádzky a stredný čas na odstránenie poruchy, náklady na hodinu práce a prestoja. Pri mobilných nakladačích a vykladacích prvkoch sa uvádza:

- pracovná rýchlosť v závislosti od plodiny, úrody, (dávky), hmotnosti riadku, svahovitosti,

- pracovný záber,

- čas otáčania na úvrati,

- hmotnosť nákladu v zásobníku v závislosti od plodiny, materiálu.

Pri dopravnom prostriedku sa udáva:

- rýchlosť s nákladom a bez nákladu v závislosti od kategórie cesty, počtu prívesov,

- hmotnosť nákladu,

- počet nákladov zásobníka od nakladača so zásobníkom,

- manipulačné časy (váženie, príprava dopravného prostriedku k vykladaniu, nakladaniu),

- čas pri vykladaní, nakladaní.

Simulácia činnosti mobilných, združených a dopravných prvkov vychádza z podrobného popisu, náhodnými sú vstupné veličiny. Pri stacionárnych prvkoch sa vzhľadom na stabilitu pracovných podmienok vychádza zo zjednodušeného popisu činnosti — náhodnou veličinou je výkonnosť. Pri stacionárnom prvku sa okrem výkonnosti zadáva aj kapacita zásobníka. Databáza obsahuje iba stredné hodnoty; minimálny počet meraní potrebný pre stanovenie strednej hodnoty pri relatívnej chybe 0,10 uvádza tab. I.

VOLBA DĹŽKY SIMULAČNÉHO KROKU

Jednou z dôležitých otázok v obecných modeloch liniek je stanovenie dĺžky simulačného kroku, ktorý ovplyvňuje rýchlosť a presnosť vý-

I. Minimálny počet meraní exploatačných ukazovateľov — The minimum number of the measurements of the exploitation characteristics

Ukazovateľ	Počet meraní na hladine významnosti		
	$P = 0,840$	$P = 0,960$	$P = 0,990$
Pracovná rýchlosť mobilného prvku	3	7	12
Čas otáčania na úvrati	7	16	28
Hmotnosť nákladu v zásobníku	12	25	45
Hmotnosť nákladu v dopravnom prostriedku	14	30	53
Rýchlosť dopravného prostriedku	6	13	23
Výkonnosť stacionárneho prvku	8	17	30
Čas bezporuchovej prevádzky	6	12	19

počtu. Je preto potrebné stanoviť optimálnu dĺžku simulačného kroku s ohľadom na typy mechanizačných prostriedkov v konkrétnych linkách. Walter a Lauber [1975] odporúčajú voliť v simulačných modeloch premenlivý časový krok. V určitých blokoch, v ktorých sa relatívne „nič nedeje“, sa používa dlhší časový krok, v ďalších blokoch potom jemnejší časový krok. Pri simulácii činnosti mobilných prvkov prostých a riadkovacích, medzi ktorými je voľná väzba, sa volí dlhší časový krok. Pri článkoch spojených tuhou a uvoľnenou väzbou je nutné voliť jemnejší simulačný krok v dôsledku vzájomnej súčinnosti jednotlivých prvkov.

Simulačný krok musí zabezpečiť reálnosť procesu. Pri simulácii nakladenia dopravného prostriedku, zásobníka nakladača, nesmie dochádzať k preťažovaniu. Hmotnosti nákladu sú v simulačných modeloch náhodnými veličinami. Dĺžka simulačného kroku prvkov s tuhou alebo uvoľnenou väzbou závisí od:

- výkonnosti nakladača, vykladača, združeného prvku,
- smerodajnej odchýlky hmotnosti nákladu.

Základná podmienka pri stanovení optimálnej dĺžky simulačného kroku spočíva v tom, aby v priebehu trvania simulačného kroku nebol prírastok hmotnosti nákladu v dopravnom prostriedku, zásobníku nakladača vyšší, ako je hodnota smerodajnej odchýlky hmotnosti nákladu. Pre stanovenie dĺžky simulačného kroku platí vzťah:

$$t_s = \frac{60 \cdot Q_n \cdot \sigma}{W_{02}}$$

Takto stanovená dĺžka simulačného kroku vyjadruje jeho optimálnu hodnotu. Pri kratšom simulačnom kroku sa predlžuje čas výpočtu, presnosť výpočtu v porovnaní s výpočtom pre optimálny simulačný krok sa výrazne nezvyšuje. Tak napr. pri simulácii práce technologickej linky typu II s dopravou materiálu na stacionárne pracovisko bol čas práce nakladača 277 minút pre optimálny simulačný krok a 285 minút pre polovičnú dĺžku simulačného kroku. Podobné minimálne rozdiely boli aj pri časoch zostávajúcich článkov technologickej linky. Vlastný čas simulácie bol pri optimálnom simulačnom kroku polovičný ako pri polovičnom simulačnom kroku. Hodnoty simulačných krokov pre niektoré kombinácie mechanizačných prostriedkov a úrody sú uvedené v tab. II.

II. Optimálna dĺžka simulačného kroku — Optimum length of a simulation step

Materiál	Úroda (t. ha ⁻¹)	Nakladač	Dopravný prostriedok	Simulačný krok (s)
Zelená lucerna	10	SPS-420	príves traktorový	97
Kukurica na siláž	40	SPS-420	príves traktorový	31
Kukurica na siláž	40	KS-1,8	príves traktorový	54
Pšenica	5	E-512	—	110
Pšenica	5	E-516	—	118
Cukrová repa	40	KS-6	Š-706	25
Zemiaky	25	E-671	P-V3S	21

Rovnako ako stanovenie dĺžky simulačného kroku má v simulačných modeloch významné postavenie aj použitá kritériálna funkcia, ktorá ovplyvňuje rýchlosť výpočtu a výber najvhodnejšej zostavy technologickej linky. Základnou podmienkou pri stanovení počtu prvkov v jednotlivých článkoch linky je minimum rozdielu časov na vykonanie jednotlivých operácií. Tým sa zabezpečuje rovnaký čas potrebný na prebehnutie technologického procesu, napr. vysychania pri výrobe sena.

Pri optimalizácii počtu prvkov v článkoch linky spojených tuhou, resp. uvoľnenou väzbou sa väčšinou používajú dva typy kritériálnych funkcií:

- 1) minimalizácia času (práce, prestojov a pod.),
- 2) minimalizácia priamych nákladov.

Kavka [1980] považuje za najvhodnejšie kritérium minimalizáciu priamych nákladov, ktoré zahŕňajú všetky vplyvy, pôsobiace pri práci strojovej linky. Prokop [1978] sleduje pri optimalizácii dvojíc parametrov strojovej linky priame náklady a spotrebu času. Využitie simulácie k optimalizácii dvojíc parametrov strojovej linky je však náročné na strojový čas číslicového počítača. Pre potreby organizácie pracovného procesu je žiadúce získať v krátkom čase informáciu o zostave technologickej linky a tomuto cieľu je nutné prispôbiť aj voľbu kritériálnej funkcie.

Z hľadiska rýchlosti výpočtu sa ukazuje ako jedno z možných rozhodovacích kritérií minimum prestojových časov najdrahšieho stroja v linke, ktorým býva najčastejšie mobilný nakladač či vykladač. Uvedené kritérium zvyhodňuje nasadenie týchto mechanizačných prostriedkov, preto musí výstupná zostava poskytovať ďalšie informácie, na základe ktorých sa môže korigovať zostava linky. V algoritme priradovania dopravných prostriedkov k nakladaču, vykladaču má prednosť pri vzniku frontu dopravných prostriedkov súprava s nižším poradovým číslom. Znamená to, že sa sleduje maximálne využitie dopravných prostriedkov s nižším poradovým číslom. Priradovanie nových dopravných prostriedkov pri vzniku frontu nakladačov je obmedzené ich disponibilným počtom. Pri jednotlivých dopravných prostriedkoch sa vo výstupnej zostave udáva počet dopravných cyklov, čas práce a čas organizačných prestojov, čo ukazuje na ich využitie. Časy organizačných prestojov spolu s nákladmi na prácu jednotlivých článkov linky slúžia ako pomocné rozhodovacie kritériá.

VÝSLEDKY

Obecný model technologickej linky III bol overený na linke pre zber krmovín na seno samozberacími traktorovými návesmi, v protismere potom na linke hnojenia maštalným hnojom s automobilovými rozhadzovačmi. Reálne časy práce jednotlivých článkov v oboch linkách sa výrazne nelíšili od simulovaných časov. Pri overení modelu II na linke pre zber obilia kombajnom sa reálne časy práce kombajnu líšili od simulovaných časov v intervale +7 až -10 %. Na tejto odchýlke sa čiastočne podieľal aj nepresný odhad hektárových úrod.

Čas simulácie práce technologickej linky na počítači je priamo úmerný výmere pozemku, pri linke typu III aj dopravnej vzdialenosti, a nepriamo úmerný výkonnosti článku linky s najnižšou výkonnosťou. Z hľadiska rýchlosti výpočtov sme overovali modely na dvoch typoch programovateľných kalkulátorov firmy Wang. Model 2200 C je operačnými rýchlosťami na úrovni počítačov radu SMEP, model 2200 MVP má operačné rýchlosti 7-násobne až 10-násobne vyššie. Tento rozdiel v operačných rýchlostiach sa premietol aj do časov simulácie. Pri simulácii zberu sena z priemernej výmery pozemku 15,4 ha trval čas výpočtu na modeli 2200 C 35 minút, zatiaľ čo pri použití modelu 2200 MVP iba 6,2 minúty. Časy simulácie činnosti jednotlivých liniek pri použití modelu 2200 MVP boli aj pri výmerách okolo 50 ha prijateľné.

DISKUSIA

Navrhované tri obecné modely technologických liniek umožňujú simulovať úseky výrobného procesu s dopravou spojitého materiálu z miesta nakládky na miesto vykládky pri väčšine liniek nasadzovaných v mechanizovanej rastlinnej výrobe. Nedovoľujú však v tomto prevedení simulovať činnosť liniek, v ktorých je riešená kontajnerová doprava materiálu. Sústavu modelov s kontajnerovou dopravou podrobne rozpracovali Prokop a i. (1979). Pre potrebu simulácie práce liniek s kontajnerovou dopravou by bolo potrebné doplniť navrhované modely o blok nosiča kontajnerov na pozemku.

Obecné modely liniek vychádzajú z analýzy technologických liniek v súčasnosti u nás nasadzovaných. Nedovoľujú simulovať činnosť linky, v ktorej zabezpečuje nakladač nakladanie dvoch produktov súčasne. Z hľadiska komplexnosti je potrebné doplniť navrhované tri modely o ďalší model, v ktorom by bol iba jednosmerný materiálový tok.

V príspevku používaná terminológia, ako napr. technologická linka, nakladač, sdružený mobilný prvok a pod., bola už skôr vysvetlená (Studeník, 1981). Pri všetkých mobilných a dopravných prvkoch majú niektoré vstupné veličiny stochastický charakter, čím sa čas simulácie na počítači predlžuje. Pri použití počítačov III. generácie vyhovujú časy simulácie pre využitie modelov pri organizácii pracovných procesov.

Voľba kritériálnej funkcie vychádza z požiadavky maximálneho využitia nakladača, vykladača a urýchlenia času výpočtu. Používané doplnujúce rozhodovacie kritériá (prestoje časy, priame náklady) by bolo vhodné doplniť o energetickú náročnosť operácií. Problematike energetickej náročnosti pracovných operácií sa u nás venuje pozornosť až v posledných rokoch, preto v súčasnosti neexistuje dostatočné množstvo potrebných podkladových údajov. Informácie o mechanizačných prostriedkoch pri jednotlivých modeloch technologických liniek by bolo potom potrebné doplniť o hodinovú spotrebu pohonných hmôt.

ZÁVER

Navrhnuté tri obecné modely technologických liniek umožňujú simulovať prácu väčšiny liniek nasadzovaných v mechanizovanej rastlin-

nej výrobe. Môžu sa využiť pri organizácii pracovných procesov, pri projektovaní liniek a pod. Kritečná funkcia a výstupné informácie sú voľené tak, aby bol výpočet rýchly a poskytol dostatočné množstvo informácií o zostave linky pre zadané podmienky.

Použité označenie

- t_s — simulačný krok (min)
 Q_n — stredná hmotnosť nákladu (t)
 σ — smerodajná odchýlka (l)
 W_{02} — výkonnosť nakladača, vykladača ($t \cdot h^{-1}$)

Literatúra

- KAVKA, M.: Sestavování strojních linek s využitím výpočetní techniky. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 2, s. 85-98.
PROKOP, K.: Zobecnění modelů transportních procesů. Zeměd. Techn., 23, 1977, č. 6, s. 359-365.
PROKOP, K.: Algoritmus optimalizace dvojic parametrů strojní linky. Zeměd. Techn., 24, 1978, č. 8, s. 475-484.
PROKOP, K. a kol.: Modely materiálových toků v zemědělském podniku. [Průběžná zpráva.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky, 87 s.
STUDENÍK, B.: Organizácia pracovných procesov a prevádzky strojových liniek. [Závěrečná správa.] Rovinka, Výzkumný ústav poľnohospodárskej techniky 1978, 70 s.
STUDENÍK, B.: Obecný model prvků technologické linky při stochastické simulaci její práce. Zeměd. Techn., 27, 1981, č. 6, s. 335-346.
WALTER, J. — LAUBER, J.: Simulační modely ekonomických procesů. Praha - Bratislava, SNTL ALFA 1975, s. 212.

Došlo dňa 28. 9. 1981

СТУДЕНИК, Б. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Ро-винка): Общие модели технологических линий в растениеводстве. Земед. Techn., 28, 1982 (6) : 349-357.

Рационализация организации рабочих процессов в механизированном растениеводстве, помимо прочего связана с использованием вычислительной техники. В статье анализированы основные типы технологических линий. С применением имитирующей техники мы предложили три общие модели линий, при помощи которых можно имитировать деятельность большинства линий включаемых в растениеводство в нашем сельском хозяйстве. Внимание было уделено и определению длине имитирующего шага и выбору функции критериев, влияющих на скорость и точность вычислений.

стохастическая имитация; имитирующий шаг; функция критерия

STUDENÍK, B. (Research Institute of Agricultural Engineering, Rovinka): *General Models of Technological Lines in Crop Production*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 349-357.

The rationalization of the organization of work processes in mechanized crop production is associated, among other things, with the use of computers. The basic types of technological lines are analyzed in the paper. Three general models of lines were proposed by means of simulation techniques; the majority of lines used in the crop production of Czechoslovak agriculture can be simulated in their work by means of these models. Attention was also paid to the determination of the length of a simulation step and to the choice of criterional function, i. e. factors influencing the speed and accuracy of calculation.

stochastic simulation; simulation step; criterional function

STUDENÍK, B. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Rovinka): *Allgemeine Modelle der technologischen Linien der Pflanzenproduktion*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 349-357.

Die Rationalisierung der Organisation der Arbeitsprozesse einer mechanisierten Pflanzenproduktion ist unter anderen mit der Ausnutzung der Rechentechnik verbunden. Im Beitrag werden die Grundtypen der technologischen Linien analysiert. Unter Zuhilfenahme der Simulationstechnik schlugen wir drei allgemeinen Modelle der Linien vor. Diese Modelle ermöglichen uns, die Tätigkeit der meisten in der Pflanzenproduktion unserer Landwirtschaft eingesetzten Linien nachzubilden. Die Aufmerksamkeit wurde auch der Festlegung der Länge eines Simulationsschrittes und der Auswahl einer Kriteriumfunktion gewidmet, weil sie die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Berechnung beeinflussen.

stochastische Simulation; Simulationsschritt; Kriteriumfunktion

Adresa autora:

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

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.

E 27.603/834

Melkkarussell M 693-40. Kombinat Fortschritt Landmaschinen Anlagenbau Impulsa Elsterwerda.

Potsdam-Bornim, Zentrale Prüfstelle für Landtechnik 1979. 33 s., 20 tab. Prüfbericht Nr 834. (Dojírny karuselové — M 693-40 — zkoušení — NDR — zprávy)

D 50.847/2547

Vakuumregulator för mjölkkningsanläggningar, Servo 1000.

Uppsala, Statens maskinprovningar 1979. 4 s., 5 obr., Meddelande 2547. (Dojící zařízení — regulátor podtlaku — Servo 1000 — zkoušení — Švédsko — zprávy)

D 69.307/89

JK-Millmatic foderblandingsanlaeg. Fabrikant og anmelder: Praestbro Maskinfabrik ApS.

Bygholm, SjF 1980. 14 s., 4 obr., 4 tab. Meddelelse Nr 89. (Krmivové směsi — výroba — stroje a zařízení — zkoušení — Dánsko — zprávy)

E 42.252

OLISYNSKYJ, S. J. — JURČENKO, V. K. — NETJAZUK, V. JA.

Vyrobnictvo sylosu.

Kyjiv, Urožaj 1980. 62 s., 22 tab. (Silážování — metody a technologie / Silážní stroje — použití)

D 69.307/90

Siloblitz ensilageudtager type 500 S. Fabrikant: Vogel & Noot A/S. Anmelder: P. Strange-Hansen A/S.

Bygholm, SjF 1980. 5 s., 1 obr. Meddelelse Nr 90. (Vybírače siláže — horizontální — 500 S — zkoušení — Dánsko — zprávy)

MOŽNOSTI STANOVENÍ VÝKONNOSTI A POTŘEBY DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ VE SKLIZŇOVÝCH STROJNÍCH LINKÁCH

J. Šrefl

ŠREFL, J. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Možnosti stanovení výkonnosti a potřeby dopravních prostředků ve sklizňových strojních linkách*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6): 359–372.

Pro realizaci zemědělského výrobního procesu je zcela rozhodující sestavování mechanizačních prostředků do ucelených strojních linek. Jedním ze základních požadavků kladených na činnost strojní linky je zajištění plynulého toku materiálu. Plynulý tok materiálu předpokládá zejména sladění výkonnosti jednotlivých článků strojní linky. Doposud užívaná metodika členění času nasazení mechanizačního prostředku, stanovení součinitelů využití času a v návaznosti na to stanovení jednotlivých výkonností neumožňuje objektivně stanovit výkonnost dopravního prostředku. Na základě analýzy literárních pramenů je zpracován návrh členění operativního času, který umožňuje charakteristiku pracovního cyklu dopravního prostředku, a tím objektivní stanovení operativní výkonnosti dopravního prostředku i jeho tahače. Vzhledem k rozdílnostem dosahovaných výkonností dopravních prostředků podle způsobu technického řešení materiálového toku ve strojní lince je požadavek objektivního stanovení výkonnosti dopravního prostředku i jeho tahače zásadní pro správné dimenzování článků strojní linky.

tok materiálu; článek strojní linky; struktura času nasazení; součinitel využití času; výkonnost dopravního prostředku; potřeba dopravních prostředků a tahačů

Základním předpokladem zajištění plynulého toku materiálu je sestavení strojní linky, jejíž jednotlivé články jsou správně dimenzovány. Strojní linka se dá obvykle rozdělit na tři základní části:

- pracující na poli,
- pracující na stacionárním pracovišti,
- přepravující materiál mezi polem a stacionárním pracovištěm (dopravní prostředky).

Požadavek na plynulý tok materiálu je pak možné zjednodušeně formulovat matematicky (Sladký a Srový, 1969).

$$n_s \cdot s^1 W = n_d \cdot d^1 W = n_p \cdot p^1 W \quad (1)$$

nebo (Strouhal aj., 1970)

$$\Sigma s^1 W = \Sigma d^1 W = p^1 W \quad (2)$$

Ve skutečnosti není možné tuto rovnici zcela přesně dodržet. Skutečnosti spíše odpovídá nerovnost (Ondřej aj., 1975):

$$s^1 W \leq d^1 W \leq p^1 W \quad (3)$$

Výkonnost dopravních prostředků se volí větší, aby vznikly určité rezervy pro zajištění plynulého provozu sklízecích strojů. Stacionární část linky může mít výkonnost buď menší (pak ovšem je nutné mezi ni a dopravní prostředky vložit mezizásobník) nebo větší, ale pak nebude plně vytížena.

STANOVENÍ VÝKONNOSTI DOPRAVNÍCH SOUPRAV

Podle teorie strojních linek (Špelina aj., 1973) je nutné sladit výkonnost jednotlivých článků strojí linky. Výkonnost dopravních prostředků bývá udávána buď v tunách přepravovaného materiálu nebo v počtu ujetých tunokilometrů za jednotku času. Aby se mohla sladit výkonnost dopravních prostředků s výkonností sklizňové mobilní a stacionární části linky, je nutné použít výkonnosti v tunách přepravovaného materiálu za jednotku času.

K této otázce uvádějí různí autoři různé vztahy, např.:

Đuriš a Nozdrovický (1976):

$${}_dW = \frac{q_n \cdot \gamma_n \cdot n_o}{T_{07}} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

Sladký a Syrový (1969) a Jofinov (1974):

$${}_dW = \frac{q_n \cdot \gamma_n \cdot \beta_j \cdot v_d}{L_n + \beta_j \cdot T_{nv} \cdot v_d} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

Fišer (1975) a Kuczewski (1974):

$${}_dW = \frac{q_n}{T_d} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

Hubálek (1970):

$${}_dW = \frac{q_n}{T_{04}} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

T_{04} označuje jako minimální cyklus, který se skládá z času nakládání, času skládání, času vážení a času dopravy;

Segler (1970):

$${}_dW = \frac{q_n \cdot v_d}{2 \cdot L} \cdot n_d \cdot \tau_{07} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

STANOVENÍ POTŘEBY DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Proporce jednotlivých článků strojí linky (tj. v tomto případě potřebu dopravních prostředků) je možné stanovit v podstatě dvěma způsoby. Buď aplikací vztahu (1), nebo poměrem času jednoho cyklu (doby oběhu) dopravního prostředku a času jeho naložení. Mnozí autoři (Čech, 1967; Fleischer, 1972; Goc, 1967; Kolaczowski, 1976) považují přesné stanovení výkonnosti dopravních prostředků za obtížné a v praktických podmínkách těžko proveditelné. Vycházejí ze vztahu dopravního cyklu.

Sladký a Syrový (1969) uvádějí vztah:

$$n_d = \frac{n_p \cdot p \cdot W}{{}_dW} \quad (\text{ks})$$

Ondřej aj. (1975) používají vztahy:

$$n_d = \frac{{}_sW_p \cdot d_v (1 + \lambda)}{{}_dW} \quad (\text{ks})$$

nebo

$$n_d = \frac{sW_p \cdot d_v \cdot (1 + \lambda) \cdot L}{dW_{TKM}} \quad (\text{ks})$$

Jestliže je známá časová norma pracovní soupravy T_{ha} ($\text{h} \cdot \text{ha}^{-1}$), používají:

$$n_d = \frac{d_v (1 + \lambda)}{T_{ha} \cdot dW} \quad (\text{ks})$$

nebo

$$n_d = \frac{L \cdot d_v (1 + \lambda)}{T_{ha} \cdot dW_{TKM}} \quad (\text{ks})$$

Pro skupinové nasazení uvádějí vztah:

$$n_d = \frac{n_s \cdot d_v \cdot (1 + \lambda)}{T_{ha} \cdot dW} \quad (\text{ks})$$

nebo

$$n_d = \frac{n_s \cdot d_v (1 + \lambda) \cdot L}{T_{ha} \cdot dW_{TKM}} \quad (\text{ks})$$

(λ je zde používáno ve významu poměrů výnosů vedlejšího a hlavního produktu, d_v znamená výnos hlavního produktu.)

Další autoři uvádějí tyto vztahy:

Maleř aj. (1967)

$$n_d = \frac{Q_m \cdot \tau \cdot T_d}{\rho \cdot V} \quad (\text{ks})$$

Maleř (1975)

$$n_d = \frac{d_v \cdot sW_p \cdot n_s}{q_n \cdot n_{oh}} \quad (\text{ks})$$

nebo

Hubálek (1970)

$$n_d = \frac{sW}{dW} \quad (\text{ks})$$

Strouhal a Mareš (1970) vztah dále rozvádějí:

$$n_d = \frac{n_s \cdot sW \left(T_n + \frac{2L}{v_d} + T_v + T_z \right)}{q_n \cdot \gamma_n} \quad (\text{ks})$$

Sinjukov (1976) vychází ze sezónní výkonnosti:

$$n_d = \frac{M_{sez}}{dW_{sez}} \quad (\text{ks})$$

Kuzmin aj. (1975) rozlišují podmínky jízdy po poli ($_1v_d$) a po zpevněné cestě ($_2v_d$):

$$n_d = \frac{\left(\frac{L_p}{_1v_d} + \frac{2L_c}{_2v_d} + T_{jp} \right) \cdot Q_m}{V \cdot \rho \cdot \left(1 + \frac{1}{\lambda} \right)} \quad (\text{ks})$$

nebo

$$n_d = \frac{\left(\frac{L_p}{1v_d} + \frac{2L_c}{2v_d} + T_{jp} \right) \cdot B_p \cdot v_p \cdot d_r}{10 \cdot V \cdot \varrho} \quad (\text{ks})$$

Brinkmanis (1972) uvádí:

$$n_d = \frac{V \cdot \varrho \cdot T_j}{T_n \cdot q_n \cdot \gamma_n} \quad (\text{ks})$$

Rühlemann (1972) počítá zvlášť čas vážení $T_{váž}$

$$n_d = 1 + \frac{Q_m \left(\frac{L}{v_d} + T_{váž} + T_e + T_z \right)}{q_n} \quad (\text{ks})$$

Fechner aj. (1972) používají vztah:

$$n_d = T_d \cdot \frac{{}_sW_{02} \cdot n_s}{q_n} \quad (\text{ks})$$

VEB Forschrift (1973)

$$n_d = \frac{\frac{q_n \cdot n_{do}}{{}_sW_{02}} + T_j + T_v}{\frac{q_n}{{}_sW_{02}}} \quad (\text{ks})$$

Špelina aj. (1973) uvádějí vztah:

$$n_d = \frac{T_d}{T_n} \quad (\text{ks})$$

Čech (1967) uvažuje při sklizni cukrovky manipulační čas na skládce T_m :

$$n_d = \frac{T_n + T_j + T_m + T_v}{T_n} \quad (\text{ks})$$

nebo

$$n_d = 2 + {}_sW \left(\frac{L}{v_d \cdot q_n} + \frac{1}{{}_eW} + \frac{T_m}{q_n} \right) \quad (\text{ks})$$

Goc (1967) rozlišuje čas jízdy s nákladem a bez nákladu:

$$n_d \gg \frac{T_{jn} + T_{jb} + T_v + T_{př}}{T_n + T_{př}} + 1 \quad (\text{ks})$$

Kolaczkowski (1976) uvádí podobně vztah pro přímý odběr materiálu:

$$n_d = 1 + \frac{T_{jn} + T_v + T_{jb}}{T_n} \quad (\text{ks})$$

a pro odběr materiálu ze zásobníku sklízecích strojů:

$$n_d = 1 + \frac{T_{jn} + T_v + T_{jb} - T_{nz}}{T_{vz} + T_{nz}} \quad (\text{ks})$$

Fleischer (1971) zavádí do výpočtu dobu taktu (periodu) T_p . Jako dobu taktu označuje střední hodnotu toho časového intervalu, při kterém dva po sobě následující dopravní prostředky komplex nakládaných jednotek opouštějí, popřípadě přijíždějí do komplexu vykládaných prostředků.

Jako základní vztah uvádí:

$$n_d = \frac{T_d}{T_p} = T_d \cdot \frac{n_s \cdot sW}{q_n} \quad (\text{ks})$$

pro sklízecí mlátičky při vyprazdňování za jízdy:

$$n_d = \frac{n_s \cdot T_{vz}}{T_{nz}} \quad (\text{ks})$$

při vyprazdňování na místě:

$$n_d = \frac{n_s \cdot T_{vz}}{T_{nz} + T_{vz}} \quad (\text{ks})$$

Nověji uvádí Fleischer (1972) základní vztah při přímém odběru materiálu do vedle jedoucí dopravní soupravy:

$$n_d = \left[\frac{q_n}{W_{05}} + (T_j + T_v + T_{pr}) \right] \cdot \frac{W_{05} \cdot n_s}{q_n} \quad (\text{ks})$$

u sklízecích strojů se zásobníkem (sklízecích mlátiček) při vyprazdňování za jízdy:

$$n_d = \left[\frac{q_n \cdot T_{vz}}{q_z} + (T_j + T_v + T_{pr}) \right] \cdot \frac{W_{05} \cdot n_s}{q_n} \quad (\text{ks})$$

při vyprazdňování na místě:

$$n_d = \frac{q_n \cdot T_{vz}}{q_z} + (T_j + T_v + T_{pr}) \cdot \frac{W_{05} \cdot n_s}{q_n \left(1 + \frac{T_{vz} \cdot W_{05}}{q_z} \right)} \quad (\text{ks})$$

Dent a Anderson (1971) používají vztah:

$$n_d = \frac{sW}{q_n} \left(\frac{2L}{v_d} + T_n + T_v + T_{pr} + T_z \right) \quad (\text{ks})$$

Buga a Grabovski (1977) sestavili simulační matematický model pro výpočet potřeby dopravních prostředků ke sklízecím se zásobníkem (sklízecím mlátičkám), ve kterém používají vztah:

$$n_d = n_s \cdot \frac{q_z}{q_n} \cdot \frac{\frac{q_n}{q_z \cdot n_s} \cdot T_{nz} + T_{jn} + T_{jb} + T_v}{T_{nz}} \quad (\text{ks})$$

za předpokladu, že

- přejímka zrna od sklízecí mlátičky probíhá jen v okamžiku naplnění celého zásobníku,
- množství zrna přejímaného od sklízecí mlátičky se vždy rovná plnému objemu zásobníku a vztah:

$$n_{d \min} = n_s \cdot s \cdot W \cdot \frac{T_{jn} + T_{jb} + T_v}{q_n} \quad (\text{ks})$$

za předpokladu, že

- se zásobník vyprazdňuje při jakémkoliv naplnění,
- množství hmoty přejímané najednou je různé.

Gramer (1977) sestavil pro výpočet potřeby dopravních prostředků ke sklízecím mlátičkám vztah, který vychází z odděleného stanovení potřeby dopravních prostředků, které musí být k dispozici na sklizeném pozemku (n_{dp}) a dopravních prostředků potřebných pro odvoz n_{dob} :

$$n_d = n_{dp} + n_{dob} = n_s \cdot \frac{T_{vz} + T_{jp}}{T_{nz}} + n_s \cdot \frac{q_z}{q_n} \cdot \frac{T_{jn} + T_{jb} + T_v + T_{váž} + T_z}{T_{nz}} \quad (\text{ks})$$

Obě části vztahu je nutno zaokrouhlit samostatně směrem nahoru.

Kalačev a Vereščagin (1976) používají vztah potřeby dopravních prostředků ke sklízecím mlátičkám:

$$n_d = \frac{T_{vz} + T_{jp}}{T_{nz}} \cdot n_s \cdot$$

$$\frac{\frac{q_n}{q_z} \cdot T_{vz} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) \cdot T_{jp} + T_{jn} + T_{jb} + T_v + T_{váž} + T_z}{\frac{q_n}{q_z} \cdot T_{vz} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) T_{jp}} \quad (\text{ks})$$

(první část vztahu $\frac{T_{vz} + T_{jp}}{T_{nz}} \cdot n_s = n_{dp}$ vyjadřuje počet dopravních prostředků, které musí být stále na poli u sklízecích mlátiček).

Polovcev (1977) uvádí potřebu dopravních prostředků ke sklízecím mlátičkám jako poměr času dopravního cyklu dopravního prostředku (T_d) a času mlácení množství zrna, které pojme dopravní jednotka (T_m)

$$n_d = \frac{T_d}{T_m} \cdot n_s = n_s \cdot$$

$$\frac{\frac{q_n}{q_z} \cdot T_{vz} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) \cdot T_{jp} + T_{jn} + T_{jb} + T_v}{\frac{q_n}{q_z} (T_{nz} + T_{vz})} \quad (\text{ks})$$

Jako předpoklad plynulé činnosti strojní linky uvádí požadavek, že průměrná hodnota intervalu jízdy dopravního prostředku (I_t) bude rovna střednímu času plnění dopravního prostředku (T_n)

$$I_t = T_n \quad (\text{h})$$

$$\text{kde: } I_t = \frac{T_d}{n_d} \quad (\text{h})$$

$$T_n = \frac{T_m}{n_s} \quad (\text{h})$$

Na základě sovětských pramenů uvádí Tomovčík (1978) vztah pro stanovení potřeby dopravních prostředků ke sklízecím mlátičkám:

$$n_d = n_s \cdot \frac{\frac{q_n}{q_z} \cdot T_{vz} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) \cdot \frac{T_{nz} + T_{vz}}{n_s} + T_{jn} + T_{jb} + T_v}{q_n \cdot \gamma_n} \cdot sW$$

Konowrocki (1978) uvádí stanovení potřeby dopravních prostředků ke sklízecím se zásobníkem na základě poměru času, po který zůstává dopravní prostředek na pozemku (T_{cp}) a času naplnění a vyprázdnění zásobníku sklízecího:

$$n_d = \frac{T_{cp}}{T_{nz} + T_{vz}} = \frac{T_{b2} + T_{z2} + \frac{q_n}{q_z} \cdot T_{vz} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) T_{jp} + T_o + T_{at}}{T_{nz} + T_{vz}} \quad (\text{ks})$$

v němž používá kromě označení používaných i v jiných vztazích také:

T_{b2} — čas jízdy prázdného dopravního prostředku od příjezdové cesty k místu začátku vyprazdňování prvního sklízecího,

T_{z2} — čas jízdy dopravního prostředku s nákladem po pozemku od místa ukončení vyprazdňování zásobníku posledního sklízecího k příjezdové cestě,

T_o — čas čekání na naplnění zásobníku prvního sklízecího,

T_{at} — čas otáčení dopravního prostředku.

Přestože mnohé vztahy pro výkonnost i potřebu dopravních prostředků jsou pouze modifikací základního vztahu, je z uvedeného přehledu zřejmé, že autoři zdůrazňují vždy vliv určitého činitele a ostatní činitele pak zjednodušují, popřípadě zcela vypouštějí. Je to pouze důkazem toho, že metodika stanovení výkonnosti a potřeby dopravních prostředků není jednotná a nebyla zřejmě dosud doceněna. Potřeba dopravních prostředků se nedimenzuje podle stejných kritérií. Velká část autorů používá dimenzování podle výkonnosti nakládacího (sklízecího) stroje W_{02} , Fleischer (1972) např. podle W_{05} .

Stanovení potřeby dopravních prostředků ke sklízecím se zásobníkem (tedy zejména sklízecím mlátičkám) je věnována zvýšená pozornost teprve v posledních letech (zejména od roku 1976), a to pouze u zahraničních autorů (SSSR, NDR, PLR). V naší literatuře nebyly základní vztahy dosud zpřesňovány.

NÁVRH METODY STANOVENÍ VÝKONNOSTI A POTŘEBY DOPRAVNÍCH PROSTŘEDKŮ

Vztahy vycházející z poměru složek času oběhu dopravního prostředku nejsou dostatečně přesné a při výpočtu vyžadují určité zjednodušení.

Články strojních linek je třeba dimenzovat pomocí výkonnosti jejich prvků. U strojních linek, ve kterých je vložen mezizásobník, je nutné počítat s výkonností operativní

W_{02} . Tento předpoklad se týká všech kombinovaných strojních linek, protože za mezi-zásobník je třeba považovat i ložný prostor dopravního prostředku. Za běžné je považováno stanovení operativní výkonnosti sklízecí sW_{02} , problematické je však vyjádření operativní výkonnosti dopravního prostředku dW_{02} .

Metodika pro členění pracovního času mechanizačního prostředku, která se u nás prozatím používá (Hrianka, 1971), počítá s členěním pracovního času dopravního prostředku pouze okrajově. Ani metodika RVHP RS 3527-72 z r. 1972, ani norma TGL 22289 z r. 1974 zpřesnění členění pracovního času dopravního prostředku nevyjadřují. Mührel (1974) a Schmid (1977) se snaží o zpřesnění na základě normy TGL 22289, zahrnují však čas vyložení (T_{13}) a čas jízdy bez nákladu (T_{14}) do času hlavního (T_1), což neodpovídá základnímu požadavku na čas hlavní — mechanizační prostředek aktivně vykonává činnost, pro kterou je určen.

Poněvadž pro stanovení operativní výkonnosti W_{02} je třeba vyjádřit součinitel využití operativního času K_{02} , byl vytvořen návrh na členění pracovního času dopravního prostředku (i funkčního mechanizačního prostředku).

NÁVRH ČLENĚNÍ ČASU HLAVNÍHO A VEDLEJŠÍHO

Pojmenování složky času	Označení
čas hlavní: pracovního stroje	T_{11}
jízda s nákladem dopravního prostředku	T_{12}
čas vedlejší: otáčení na souvratích	T_{21}
doplňování materiálu	T_{221}
vyprazdňování materiálu	T_{222}
pojízďení po pozemku	T_{231}
jízda bez nákladu	T_{232}
přepojování	T_{241}
přeložení kontejneru	T_{242}

S použitím tohoto návrhu je možné vyjádřit operativní čas $T_{02} = T_1 + T_2$.

Stanovení operativního času je rozhodující pro vyjádření součinitele využití operativního času $K_{02} = \frac{T_1}{T_{02}}$, který pak slouží pro stanovení operativní výkonnosti $W_{02} = W_1 \cdot K_{02}$. Efektivní výkonnost dopravního prostředku i jeho tahače je dána poměrem jeho nosnosti a času jízdy s nákladem:

$$d, t W_1 = \frac{q_n}{T_{12}} = \frac{V \cdot \rho}{T_{12}} \quad (\text{t} \cdot \text{h}^{-1})$$

Počet dopravních prostředků a jejich tahačů je možné vyjádřit vztahem:

$$n_d = n_s \cdot \frac{sW_{02}}{dW_{02}}, \quad n_t = n_s \cdot \frac{sW_{02}}{tW_{02}} \quad (\text{ks})$$

Z uvedených vztahů je zřejmé, že pro vyjádření operativní výkonnosti dopravního prostředku, event. jeho tahače je důležité vyjádření času jeho dopravního cyklu, tj. operativního času T_{02} .

Při nakládání materiálu přímo do vedle jedoucí dopravní soupravy:

$${}^aT_{02} = {}^tT_{02} = T_{11} + T_{12} + T_{21} + T_{222} + T_{232} \quad (h)$$

Při nakládání materiálu do dopravního prostředku připojeného za sklížečem se pracovní cyklus dopravního prostředku prodlužuje o čas jeho přepojování:

$${}^aT_{02} = T_{11} + T_{12} + T_{21} + T_{222} + T_{232} + T_{241} \quad (h)$$

Dopravní cyklus tahače dopravního prostředku se však zkracuje, poněvadž se nezdržuje při plnění ložného prostoru dopravního prostředku:

$${}^tT_{02} = T_{12} + T_{222} + T_{232} + {}_{241} \quad (h)$$

Při použití sklízečů se zásobníkem se mění způsob nakládání dopravního prostředku. Čistý čas nakládání dopravního prostředku se zkrátí, poněvadž dopravní prostředek se nezdržuje u sklízeče během plnění zásobníku a čas vyprázdnění zásobníku je podstatně kratší než čas jeho plnění. V případě, že do ložného prostoru dopravního prostředku je možné naložit větší počet zásobníků sklízečů, prodlužují se ztrátové časy dopravního prostředku čekáním na naplnění a přejezdy mezi sklízeči. Při vyprazdňování zásobníku za jízdy i v klidu na pozemku:

$${}^aT_{02} = {}^tT_{02} = T_{12} + \frac{q_n}{q_z} \cdot {}_zT_{222} + T_{222} + \left(\frac{q_n}{q_z} - 1 \right) \cdot T_{231} + T_{232} \quad (h')$$

Při vyprazdňování zásobníku sklízeče do stojícího dopravního prostředku na okraji pozemku odpadá přejíždění dopravního prostředku, přibývá však čas přepojování dopravního prostředku:

$${}^aT_{02} = T_{12} + \frac{q_n}{q_z} \cdot {}_zT_{222} + T_{222} + T_{232} + T_{241} \quad (h)$$

Tahač není při plnění ložného prostoru dopravního prostředku zdržován:

$${}^tT_{02} = T_{12} + T_{222} + T_{232} + {}_{241} \quad (h)$$

Na významu stále více nabývá tzv. diferencovaná doprava s překládkou materiálu na okraji pozemku. Při nakládce do dopravní soupravy:

$${}^aT_{02} = {}^tT_{02} = T_{12} + \frac{2q_n}{1q_n} \cdot {}_1T_{222} + T_{222} + T_{232} \quad (h)$$

Při překládce do stojícího dopravního prostředku přibývá v pracovním cyklu dopravního prostředku čas přepojování:

$${}^aT_{02} = T_{12} + \frac{2q_n}{1q_n} \cdot {}_1T_{222} + T_{222} + T_{232} + T_{241} \quad (h)$$

Tahač dopravního prostředku se však při tomto řešení nezdržuje během plnění ložného prostoru dopravního prostředku, jeho dopravní cyklus se proto zkracuje:

$${}^tT_{02} = T_{12} + T_{222} + T_{232} + T_{241} \quad (h)$$

Některé časy pro stanovení dopravního cyklu je možné vypočítat:

$$T_{11} = \frac{q_n \cdot \gamma_n}{0,1 B_k \cdot \beta \cdot v_p \cdot d_v} = \frac{V \cdot \gamma_v \cdot q}{0,1 B_k \cdot \beta \cdot v_p \cdot d_v} \quad (h)$$

Alternativně je možné použít první nebo druhý vztah, podle dostupnosti vstupních údajů.

$$T_{12} = \frac{s_p}{v_{dn}} \quad (h)$$

$$T_{21} = {}^1T_{21} \cdot \frac{q_n \cdot \gamma_n}{0,1 B_k \cdot \beta \cdot d_v \cdot L_1} = {}^1T_{21} \cdot \frac{V \cdot \gamma_v \cdot Q}{0,1 B_k \cdot \beta \cdot d_v \cdot L_1} \quad (h)$$

$$T_{232} = \frac{s_p}{v_{dh}} \quad (h)$$

Ostatní časy vstupují do výpočtu na základě naměřených hodnot nebo jako normativy.

DISKUSE A ZÁVĚR

Racionální a efektivní realizace výrobního procesu nabývá stále více na významu. Jedním z důležitých předpokladů splnění tohoto požadavku je správné sestavení strojních linek. Technickému řešení hlavního článku strojních linek je věnována značná pozornost. Ne vždy tomu tak je i u článků navazujících nebo předcházejících, přestože ty mohou činnost hlavního článku výrazně ovlivnit. Již dnes existuje celá řada příkladů, kdy dopravní článek vyžaduje vyšší investiční nároky, větší počet pracovních sil i vyšší nároky na provoz včetně vyšší spotřeby pohonných hmot. Při narůstajících požadavcích na přepravu materiálu se tato skutečnost může nadále zvýrazňovat.

Při rostoucích požadavcích na kvalitu získávaných produktů je rozhodujícím činitelem rychlost prací prováděných v zemědělské výrobě. Tu je možno zvýšit zejména zvýšením výkonnosti strojů v hlavních člancích strojních linek. Při nedocení významu článků navazujících nebo předcházejících je však celková výkonnost strojních linek negativně ovlivňována. V období, kdy je dokončována komplexní mechanizace pracovních postupů v zemědělské výrobě, provázená nasycováním počtu rozhodujících mechanizačních prostředků (zejména strojů v hlavních člancích strojních linek), je nutné připustit, že zvyšování výkonnosti strojů v hlavních člancích strojních linek nemusí být vždy účelné a může ovlivnit celkový výsledek i negativně. Z tohoto pohledu je obzvláště důležité věnovat pozornost dopravnímu článku strojních linek. Pro jeho posouzení je však významná jako základní charakteristika, zejména možnost objektivního vyjádření jeho výkonnosti. Velký význam má celkový způsob řešení materiálového toku, který zásadně ovlivňuje dobu trvání pracovního cyklu dopravního prostředku i jeho tahače, a tím jejich dosahovanou výkonnost. Objasnění této problematiky bude vyžadovat její další zkoumání. Zpracovaná metoda má význam i pro budovaný automatizovaný systém řízení. Pro tento účel bude však nutné ji dále zpřesňovat.

Použitá označení

B_p	— pracovní záběr stroje (m)
B_k	— konstrukční záběr stroje (m)
d_v	— výnos produktu (t. ha ⁻¹)
K_{02}	— součinitel využití operativního času (—)
L	— průměrná přepravní vzdálenost (km)
L_c	— vzdálenost do místa vyložení po cestě (silnici) (km)
L_n	— délka jízdy s nákladem (km)
L_p	— vzdálenost na poli (sklízecí stroj — cesta a zpět) (km)
L_1	— délka pozemku (km)

M_{sez}	— množství materiálu, které je nutno převézt za sezónu (t.sez ⁻¹)
n_{di}	— počet dopravních prostředků k jednomu sklizeči (ks)
n_d	— počet dopravních prostředků (ks)
n_{do}	— počet dopravních prostředků, které současně přebírají zrno na poli (ks)
n_o	— počet jízdy za směnu (sm ⁻¹)
n_{oh}	— počet jízdy za jednu hodinu (h ⁻¹)
n_p	— počet stacionárních částí strojních linek (ks)
n_s	— počet sklízecích strojů (ks)
n_t	— počet tahačů (ks)
Q_m	— průměrná průchodnost sklízecího stroje (t.h ⁻¹)
q_n	— užitečná hmotnost dopravního prostředku (t)
$1q_n$	— užitečná hmotnost dopravního prostředku v 1. sledu (t)
$2q_n$	— užitečná hmotnost dopravního prostředku v 2. sledu (t)
q_z	— užitečná hmotnost zásobníku (t)
s_p	— střední přepravní vzdálenost (km)
T_1	— hlavní čas (h)
T_{11}	— hlavní čas sklizeče (h)
T_{12}	— hlavní čas dopravního prostředku a tahače — čas jízdy s nákladem (h)
T_2	— vedlejší čas (h)
T_{21}	— čas otáčení na souvratích (h)
$1T_{21}$	— čas jedné otáčky (h)
T_{221}	— čas doplňování materiálu (h)
T_{222}	— čas vyprazdňování materiálu (h)
$1T_{222}$	— čas vyprázdnění dopravního prostředku v 1. sledu (h)
zT_{222}	— čas vyprázdnění zásobníku sklizeče (h)
T_{231}	— čas pojiždění po pozemku (h)
T_{232}	— čas jízdy bez nákladu (h)
T_{241}	— čas přepojování
T_{242}	— čas přeložení kontejneru (h)
T_{02}	— operativní čas (h)
dT_{02}	— operativní čas dopravního prostředku — čas dopravního cyklu (h)
tT_{02}	— operativní čas tahače dopravního prostředku (h)
T_{07}	— čas trvání pracovní směny (h)
T_d	— čas oběhu dopravního prostředku (h)
T_j	— čas jízdy dopravního prostředku (h)
T_{jb}	— čas jízdy bez nákladu (h)
T_{jn}	— čas jízdy s nákladem (h)
T_{jp}	— čas jízdy dopravního prostředku po poli (h)
T_n	— čas naložení dopravního prostředku (h)
T_{nv}	— čas nakládání a vykládání (h)
T_{nz}	— čas naložení zásobníku (h)
T_{pi}	— čas přepojování dopravního prostředku (h)
T_r	— čas vyložení dopravního prostředku (h)
T_{rz}	— čas vyložení zásobníku (h)
$T_{r\dot{a}z}$	— čas vážení (h)
T_z	— ztrátové časy (h)
V	— ložný objem dopravního prostředku (m ³)
v_d	— střední rychlost jízdy (km.h ⁻¹)
v_{db}	— střední rychlost jízdy bez nákladu (km.h ⁻¹)
v_{dn}	— střední rychlost jízdy s nákladem (km.h ⁻¹)
W_1	— výkonnost za čas hlavní (t.h ⁻¹)
d,tW_1	— výkonnost dopravního prostředku, ev. tahače za čas hlavní (t.h ⁻¹)
W_{02}	— výkonnost operativní (t.h ⁻¹)
dW_{02}	— výkonnost operativního dopravního prostředku (t.h ⁻¹)
sW_{02}	— výkonnost operativního sklizeče (t.h ⁻¹)
tW_{02}	— výkonnost operativního tahače (t.h ⁻¹)
W_{05}	— výkonnost v čase T_{05} (t.h ⁻¹)
dW	— výkonnost dopravních prostředků (t.h ⁻¹)
d^1W	— výkonnost jednoho dopravního prostředku (t.h ⁻¹)
dW_{sez}	— výkonnost dopravních prostředků sezónní (t.sez ⁻¹)
dW_{TKM}	— výkonnost dopravních prostředků (tkm.h ⁻¹)
W_h	— hmotnostní výkonnost (t.h ⁻¹)
pW	— výkonnost stacionární části linky (t.h ⁻¹)
p^1W	— výkonnost jednoho příjmového zařízení stacionární části linky (t.h ⁻¹)

sW	– výkonnost sklízecích strojů ($t\ h^{-1}$)
s^1W	– výkonnost jednoho sklízecího stroje ($t\ h^{-1}$)
vW	– výkonnost vykládacího zařízení ($t\ h^{-1}$)
sW_p	– plošná výkonnost sklizeče ($ha\cdot h^{-1}$)
tW	– výkonnost tahače ($t\cdot h^{-1}$)
β	– součinitel využití konstrukčního záběru (–)
γ_n	– součinitel využití užité nosnosti dopravního prostředku (–)
γ_v	– součinitel využití ložného objemu dopravního prostředku (–)
λ	– součinitel výtěžnosti (–)
Q	– měrná hmotnost ($t\cdot m^{-3}$)
τ	– součinitel využití času (–)
β_j	– součinitel využití jízdy (–)

Literatura

- BUGA, J. — GRABOVSKI, V.: Určování optimálního počtu dopravních prostředků při sklizni zemědělských plodin. *Mezin. zeměd. Čas.*, 1977, č. 5.
- BRINKMANIS, O. E.: Getreideernte und -aufbereitung in der Lettischen SSR. *Dtsch. Agrartechn.*, 1972, č. 6.
- ČECH, J.: Mechanizace sklizně cukrovky v těžkých podmínkách. *Zeměd. Techn.*, 1967, 13, č. 8, s. 445-458.
- DENT, J. B. — ANDERSON, J. R.: *Systems Analysis in Agricultural Management*. Sydney, New York, London, Toronto, John Wiley Sons Australasia PTY LTD 1971.
- ĐURIŠ, M. — NOZDROVICKÝ, L.: Optimalizovanie zberu obilnin a dopravy zrna od obilných kombajnov. *Zeměd. Techn.*, 22, 1976, č. 8, s. 445-454.
- FECHNER, M. — WATZKE, G. — WEISE, G.: *Produktionsverfahren Welksilage*. AdL DDR, Agrarbuch Leipzig 1972.
- FISER, Z.: Progresivní manipulační metody při dopravě a skladování s ohledem na perspektivní technologie. [Závěrečná zpráva Z-1223.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1975.
- FLEISCHER, E.: Zu einigen technologischen Gesetzmässigkeiten transportverbundener Flissarbeitsverfahren und ihrer Nutzung für die Praxis (Teil I, II). *Dtsch. Agrartechn.*, 1971, č. 11 a 12.
- FLEISCHER, E.: Taktzeit, Austaktung und Abtaktverluste transportverbundener Flissarbeitsverfahren. *Dtsch. Agrartechn.*, 1972, č. 10.
- GOC, K.: Doprava a skladování rozřezané slámy. *Zeměd. Techn.*, 1967, 13, č. 11, s. 667-674.
- GRAMER, O.: Zur Ermittlung der erforderlichen Transporteinheiten für den Mähdrusch. *Getreidewirtsch.*, 11, 1977, č. 3.
- HRIANKA, D.: Členění času při používání zemědělského mechanizačního prostředku v provozu. *Zeměd. Techn.*, 17, 1971, č. 6, s. 383-396.
- HUBÁLEK, K.: Technicko-ekonomický rozbor automobilové a traktorové dopravy v zemědělství. *Zeměd. Techn.*, 16, 1970, č. 10, s. 637-666.
- JOFINOV, A. S.: *Ekspluatacija mašino-traktornogo parka*. Moskva, Kolos 1974.
- KALACEV, R. — VEREŠČAGIN, L.: Organizacija potoka v uboročnotransportnom zvene. *Step. Prost.*, 1976, č. 6.
- KOLACZKOWSKI, J.: Rozwój konstrukcji nowoczesnych kombajnów paszowych. *Masz. Ciagn. roln.*, 1976, č. 10.
- KONOWROCKI, A.: Možnosti zlepšení organizace mechanizovaných prací v rostlinné výrobě. *Mezin. zeměd. Čas.*, 1978, č. 4.
- KUCZEWSKI, J.: Podstawy eksploatacji agregatów rolniczych. *PWLR Warszawa* 1974.
- KUZMIN, N. V. — SMIRNOV, J. G. — KARABENKOV, I. N. — ŽALTINA, N. A.: *Kompleksnaja mechanizacija uborki zernovych*. Moskva, Rosselchozizdat 1975.
- MALEŠ, J. a kol.: Zvyšování objemové hmotnosti řezanky při sklizni obilnin. *Zeměd. Techn.*, 13, 1967, č. 7, s. 413-422.
- MALER, J.: Sklizeň, posklizňové ošetřování a skladování obilnin. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1975.
- MÜHREL, K.: *Landwirtschaftliche Transporte und Fördertechnik*. VT Berlin 1974.
- ONDŘEJ, L. a kol.: Využití mechanizačních prostředků. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1975.
- POLOVCEV, P. J.: Organizacija uborki zernovych. *Techn. sel. Choz.*, 1977, č. 8.

RS-3527-72: Jedinaja metodika provedenija ispytaniy. Expluatacionaja ocenka. Metody provedenija chronometraža i opredelenija pokazatelej. Rekomendacija po standartizaciji. Ulan-Bator, 1972.

RÜHLEMANN, G.: Planung der Kartoffelernte auf der Grundlage von Leistungsspektren der Sammelroder — Nachweis der Effektivität industriemässiger Organisation der Kartoffelernte. Dtsch. Agrartechn., 1972, č. 6.

SEGLER, G.: Der landwirtschaftliche Transport im Umbruch. Landtechnik, 19, 1970.

SCHMID, H.: Zeitgliederung für Transport und Umschlag in der Landwirtschaft. Agrartechnik, 7, 1977.

SINJUKOV, M. I.: Planirovanije i organizacija ispolzovanija tehniki v selskom chozjajstve. Moskva, Kolos 1976.

SLADKÝ, V. — SYROVÝ, O.: Organizace zemědělské dopravy. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1969.

STROUHAL, E. — FIŠER, Z. — BARTOLOMĚJEV, A.: Hlavní směry rozvoje dopravní a manipulační techniky v období do r. 1985. Zeměd. Techn., 16, 1970, č. 8, s. 485-499.

STROUHAL, E. — MAREŠ, Z.: Některé aspekty nasazení traktorové dopravy a automobilní techniky v zemědělské technologické dopravě. Zeměd. Techn., 16, 1970, č. 12, s. 745-758.

ŠPELINA, M. a kol.: Strojní linky v zemědělství a jejich ekonomika. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1973.

TGL 22289: Zeitgliederung in der Land- und Forstwirtschaft. Berlin 1974.

TOMOVČIK, J.: Za komplexnú kvalitu prúdovej žatvy operatívnymi technológiami. Mechaniz. Zeměd., 1978, č. 7.

VEB FORTSCHRITT: Getreideproduktion und -verarbeitung. Dewag Werbung Halle, 1973.

Došlo dne 7. 12. 1981

ШРЕФЛ, И. (Сельскохозяйственный институт, Брно): Возможности определения производительности и потребности в транспортных средствах в уборочных машинных линиях. Земед. Techn., 28, 1982 (6) : 359-372.

Для реализации сельскохозяйственного производственного процесса решающим является составление средств механизации в машинные линии. Одним из основных требований, предъявляемых к деятельности машинной линии является обеспечение плавного потока материала. Главный поток материала предполагает согласованность производительностей отдельных частей машинной линии. Применяемая до сих пор методика определения времени внедрения средств механизации, определения коэффициентов использования времени и в связи с этим определения отдельных производительностей не позволяют объективно определить производительность транспортных средств. На основе анализа литературных источников разработан проект распределения оперативного времени, который характеризует рабочий цикл транспортного средства, а следовательно, и объективное определение оперативной производительности транспортного средства и его тягача. В связи с различием у достигаемых производительностей транспортных средств согласно способу технического решения потока материала в машинной линии требование объективного определения производительности транспортного средства и его тягача принципиально необходимо для определения правильных размеров и звеньев машинной линии.

поток материала; звено машинной линии; структура времени внедрения; коэффициент использования времени; производительность транспортного средства; затрата транспортных средств и тягачей

SREFL, J. (University of Agriculture): Possibilities of Determining Performances and Requirement of Conveyances in Harvest Machine Lines. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 359-372.

To realize the production process in agriculture, it is decisively necessary to incorporate machines in complex machine lines. One of the fundamental requirements for the operation of a machine line is to secure a continuous flow of material. The continuous flow of material demands to harmonize the performances of each element of the machine line. It is not possible to determine objectively the

performance of a conveyance by the up-to-now used methods of a time scheduling of the use of the machine, of determining the coefficients of time utilization and respectively determining different performances. Analyzing literary data, a proposal of the schedule of operative time has been worked out, providing characteristics of the working cycle of the conveyances, and simultaneously objective determination of the operative performance of the conveyance and its towing vehicle. Regarding differences in the performances of conveyances in dependence on the solution of the material flow within a machine line, it is necessary to determine objectively the performance of the conveyance and its towing vehicle also in view of the correct dimensioning of the elements of the machine line.

material flow; machine line element; structure of operational time; coefficient of time utilization; performance of conveyance; requirement of conveyances and vehicles

ŠREFL, J. (Landwirtschaftliche Hochschule, Brno): *Die Möglichkeiten der Bestimmung der Leistungsfähigkeit und des Bedarfes an Transportmitteln in den Maschinenlinien bei den Erntearbeiten*. Zeměd. Techn., 28, 1982 (6) : 359-372.

Für die Realisierung des landwirtschaftlichen Produktionsprozesses ist die Zusammenstellung der Mechanisierungsmittel zu geschlossenen Maschinenlinien von entscheidender Bedeutung. Eine der grundlegenden Forderungen, die an die Tätigkeit der Maschinenlinie gestellt werden, stellt die Gewährleistung einer fließenden Materiallieferung dar. Die bisher verwendete Methodik der Zeitgliederung beim Einsatz eines Mechanisierungsmittels, die Bestimmung der Koeffizienten der Zeitausnutzung und in Anknüpfung daran die Festlegung der einzelnen Leistungsfähigkeiten ermöglicht keine objektive Bestimmung der Leistungsfähigkeit eines Transportmittels. Auf Grundlage der Analyse der Literaturangaben wird ein Vorschlag der operativen Zeitgliederung verarbeitet, der eine Charakteristik des Arbeitszyklus eines Transportmittels und dadurch auch eine objektive Bestimmung der operativen Leistungsfähigkeit des Transportmittels und seines Schleppers ermöglicht. Mit Rücksicht auf die Unterschiede hinsichtlich der erreichten Leistungsfähigkeiten der Transportmittel nach der Weise der technischen Lösung der Materiallieferung in einer Maschinenlinie ist der Bedarf an objektiver Festlegung der Leistungsfähigkeit des Transportmittels und seines Schleppers von vorrangiger Bedeutung für eine richtige Dimensionierung der Glieder der Maschinenlinie.

Materiallieferung; Glied der Maschinenlinie; Struktur der Einsatzzeit; Koeffizient der Zeitausnutzung; Leistungsfähigkeit eines Transportmittels; Bedarf an Transportmitteln und Schleppern

Adresa autora:

Ing. Josef Šrefl, CSc., Vysoká škola zemědělská, Zemědělská 1, 662 65 Brno

MOŽNOSTI ZÁHONOVÉHO PĚSTOVÁNÍ PLODIN S TRVALÝMI STOPAMI PRO PRŮJEZD STROJŮ

V posledních letech se v mnoha zemích, mezi něž patří i Nizozemí, konají pokusy se záhonovým pěstováním, a to jak v zahradnictví, tak u polních plodin. Tento způsob obdělávání půdy a pěstování rostlin je charakteristický tím, že na obdělávané ploše jsou trvale vymezeny pásy pro průjezd traktorů. To znamená, že traktory a ostatní zemědělské stroje přejíždějí při všech pracovních operacích pouze po půdě, která k tomu byla určena předchozím způsobem obdělávání pěstební plochy. Mezi stopami pro průjezd strojů vznikají pásy, po nichž stroje vůbec nepřejíždějí. Tyto pásy (záhony) jsou potom vlastní produkční plochy.

Článek se zabývá vlastnostmi půdy v těchto záhonech a vlivem ostrého rozhraní mezi kyprou a silně stlačovanou půdou na vývin rostlin a jsou v něm uvedeny výsledky z Holandska, kde tyto výzkumy trvají již čtyři roky.

Myšlenka záhonového pěstování není nová. Je možné uvést příklady již z minulého století, kdy se tímto způsobem pěstovaly brambory v pásech širokých 190 cm. Mezi záhony byly pásy neobdělávané půdy, určené pro odvod vody. Tyto pásy byly také jedinou částí pěstební plochy, po které přecházeli lidé při všech pracovních operacích a na kterou vstupovala tažná zvířata. Tím se zabráňovalo stlačování půdy v záhonech samých. Tento způsob pěstování — používaný v Nizozemí — vymizel při zavádění zemědělské mechanizace.

Jako další příklad je možné uvést "quideway system", vyvinutý v roce 1858 v Anglii. Jeho základem bylo několik kolejnic vzdálených od sebe přibližně 17 m. Po těchto kolejích přejížděly parní lokomotivy spojené mezi sebou rámem, na který bylo možné montovat různé druhy nářadí. V praxi se však popsaný způsob pěstování a obdělávání půdy neujal, protože byl příliš nákladný.

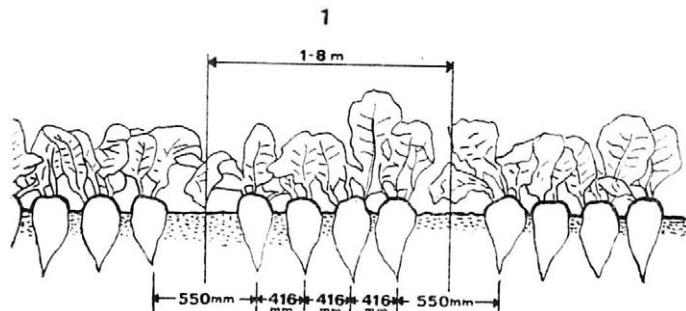
V poslední době se v důsledku stále rozsáhlejší mechanizace zemědělských prací znovu obrátila pozornost odborníků na možnost kontrolovaného přejezdu zemědělské techniky po pěstebních plochách, a tím i na pěstování plodin s trvalými stopami pro průjezd strojů. Bezprostředním důvodem zvýšeného zájmu o tento způsob pěstování rostlin je vzrůstající hmotnost běžně používaných traktorů, přivést i ostatní zemědělské techniky. V důsledku toho dochází ke stlačování půdy, které se projevuje stále výrazněji i ve větších hloubkách. V mnohých případech vede potom nadměrné stlačování půdy ke snižování výnosů. Záhonové pěstování může toto stlačování na stanovištích jednotlivých rostlin zamezit.

Používání stále těžších a výkonnějších traktorů je spojeno se zvětšováním rozchodu i šířky pneumatik. Proto se musí zvětšovat i vzdálenost řádků; u brambor ze 75 cm na 90 nebo 105 cm, u cukrovky ze 45 na 50 cm, popřípadě i více. Při požadovaném zachování počtu rostlin na hektar je potom třeba zmenšit vzdálenosti mezi rostlinami v řádcích, což se ukazuje jako jeden z faktorů snižujících výnosy. Záhonové pěstování s pevnými stopami pro průjezd strojů dovoluje zachovat agrotechnicky optimální trojúhelníkové rozmístění rostlin.

Tím, že se půda v záhonech nestlačuje, je její zpracování snadnější. Vedle celkové intenzity zpracování půdy je možné v některých případech zmenšit i pracovní hloubku používaného nářadí. Zanedbatelné není ani snížení půdního odporu při zpracování nestlačené půdy. Všechny tyto skutečnosti se podílejí na úsporách pracovního času, na menším opotřebení pracovního nářadí a na snížení spotřeby energie.

Při pohledu z druhé strany je zřejmá i další přednost tohoto způsobu pěstování: kompaktní půda ve stopách trvale používaných pro průjezd strojů umožňuje časněji zahájit jarní práce a v konečném důsledku prodloužit vegetační období. To je zvláště významné pro takové pěstování zeleniny na poli (bez předpěstování ve sklenících), při kterém se během jednoho roku uskutečňují dvě sklizně. Při nekontrolovaném přejíždění pole se kromě toho při první sklizni stlačuje půda a poškozují rostliny druhé úrody. Záhonový způsob pěstování tento nedostatek opět odstraňuje.

Pro budoucnost se u tohoto způsobu obdělávání půdy a pěstování rostlin ukazují i možnosti automatizace.



1. Pěstování cukrovky ve Velké Británii — čtyři řádky na jeden záhon (viz Power Farming, září 1979)

1 — rozchod

Proti přednostem záhonového pěstování s trvalými stopami pro průjezd strojů stojí tyto skutečnosti:

- nutnost přizpůsobit všechny traktory a ostatní zemědělské stroje zvolené vzdálenosti mezi stopami (úprava rozchodu),

- nutnost používat speciální zařízení (např. automatické řízení pojezdu) zajišťující, aby se udržela minimální možná šířka stopy; stopy samy musí být kromě toho — zvláště při nasazení těžkých traktorů — udržovány v dokonale sjízdném stavu,

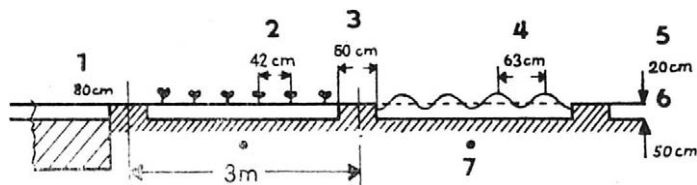
- možnost odlišného vývinu rostlin u okrajů a uprostřed záhonů.

Záhonové pěstování s trvalými stopami pro průjezd strojů bylo již pokusně nebo i prakticky použito v několika zemích. Ve Velké Británii byla tímto způsobem pěstována cukrovka; vzdálenost mezi stopami činila 160 až 180 cm (obr. 1).

Díky optimálnímu rozdělení rostlin na ploše a nižším sklizňovým ztrátám se zvýšily i výnosy. Ve Skotsku se pěstují brambory v řádkách o šířce 71 cm, přičemž rozchod používaných zemědělských strojů byl stanoven na 280 cm. Ve Spojených státech zvýšilo záhonové pěstování bavlny v některých oblastech výnosy o 10 až 40 %. Vzdálenost stop činí 200 nebo 400 cm.

V Nizozemí se výzkumnými pracemi vztahujícími se k záhonovému pěstování zabývají dvě instituce: PAGV a IMAG. Výzkum uskutečňovaný první z uvedených institucí je zaměřen především na zajištění odlišnosti ve vývinu rostlin při záhonovém pěstování, v druhém případě se jedná zejména o vývoj mechanizace a o přizpůsobování komplexních mechanizačních systémů pro pásové pěstování. Ve zkušebních objektech IMAG se zkoušejí traktory a ostatní zemědělské stroje s rozchodem 3 m. Pro záhonové pěstování to znamená, že byla zvolena šířka záhonu 2,5 m a šířka stop pro průjezd strojů 0,5 m. Používané traktory jsou vybaveny automatickým řízením, které zajišťuje přesné sledování stop po několik let.

Pro posouzení praktické vhodnosti záhonového pěstování bylo na pokusných pozemcích zvoleno toto střídání plodin: brambory, obiloviny, cukrovka a cibule. Aby se zřetelněji projevily případné přednosti záhonového pěstování, byly zvoleny menší šířky řádků než obvyklé. V uvedeném pořadí byly plodiny pěstovány s těmito vzdálenostmi mezi řádky: 63, 16, 42 a 32 cm. Výsevem na menší vzdálenosti v krajních řádcích se zamezí rychlejšímu vývinu rostlin proti rostlinám ve vnitřních řádcích záhonů (obr. 2).



2. Profil zkušebního pozemku pro záhonové pěstování s trvalými stopami pro průjezd strojů

1 — zkyprěná půda do hloubky 80 cm

2 — cukrovka, vzdálenost řádků 42 cm

3 — stopa pro průjezd strojů, 50 cm

4 — brambory, vzdálenost řádků 63 cm

5 — běžná hloubka orby, 20 cm

6 — povrch pole

7 — kabel pro automatické řízení pojezdu, 50 cm pod povrchem pole

Zkušební pozemek o celkové výměře 4 ha je rozdělen na čtyři stejné velkoparcely. Aby bylo možné porovnat výsledky zkoušek s prakticky používanými způsoby pěstování, byly čtyři ze šestnácti záhonů každé parcely přejížděny. Průjezd strojů na těchto porovnávacích záhonech se uskutečnil před předseťovým zpracováním na jaře a po podzimní sklizni. Po několika letech se však stále zřetelněji projevovalo, že vývin kořenů a bulev nebyl ani na záhonech, po nichž mechanizace nepřejížděla, zcela optimální. Proto byla v roce 1978 zpracována jedna osmina každé parcely rotačním podryvákem do hloubky 0,8 m, a to na celé šířce záhonu, která činí 2,5 m. Výsledkem tohoto zpracování bylo rozdělení zkušebního pozemku na parcely s těmito úseky:

- půda zkypaná do hloubky, bez průjezdu strojů,
- půda bez průjezdu strojů, kompaktnější,
- půda přejížděná mechanizačními prostředky.

PŮDNÍ PODMÍNKY

Hlinitopísčité půdy zkušebního pozemku obsahovaly 37,0 % prosévatelných součástí, 3,4 % organických látek a 3,4 % vápna. Půdy tohoto druhu, na hranici těžkých hlinitopísčitých a lehkých jílovitých půd, jsou poměrně citlivé na mechanické stlačování silami působícími kolmo shora. Při stlačování se mění vlastnosti půdy vztahující se k její dynamice i vlastnosti určující půdní prostředí; přitom je třeba si všimnout především obsahu vzduchu v půdě a udržování vláh. Vhodný půdní profil má zajišťovat dostatečný přístup kyslíku a vláh ke kořenům rostlin, a to i v extrémních povětrnostních podmínkách. Obsah vzduchu a vláh v půdě musí proto vyhovovat určitým požadavkům. Na základě dřívějších zkoušek na půdách obdobných jako půda zkušebního pozemku byl stanoven požadavek, aby pórovitost půdy byla minimálně 50%; bez splnění tohoto požadavku není možné zajistit v tomto případě potřebné 14% provzdušnění půdy během celého vegetačního období. V tab. I jsou uvedeny průměrné hodnoty pórovitosti a provzdušnění půdy, tak jak byly zjištěny během sledovaného období na zkušebním pozemku.

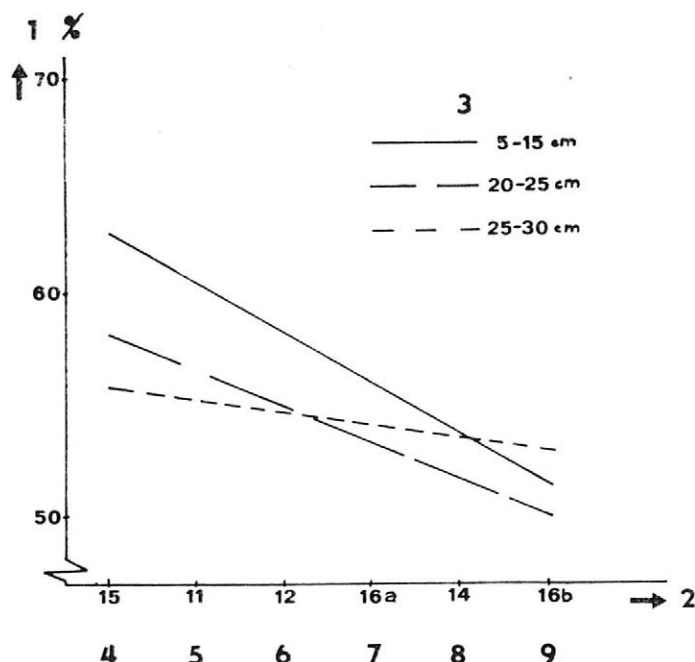
I. Hustota svrchní vrstvy půdy a obsah vzduchu v půdě při jednotlivých způsobech obdělávání (globální hodnoty)

Pozemek (parcela)	Pórovitost %	Obsah vzduchu %
Zkypaný, nepřejížděný	60	přes 20
Přejížděný	50	10 – 20
Stopa pro průjezd	45	do 10

Z tab. I vyplývá, že půda stlačovaná průjezdem strojů ani v jednom případě nevyhovovala požadavku minimálně 14% obsahu vzduchu během vegetačního období. Provzdušnění půdy je nedostatečné především po vydatných deštích — tento případ nastal v letním období roku 1980. Obecně je možné učinit závěr, že stlačování půdy, k němuž dochází při jarních pracích, může být v některých případech z hlediska struktury půdy tak závažné, že je příčinou nedokonalého vývinu rostlin během vegetačního období.

Zkypaná půda, na níž byl vyloučen průjezd strojů, byla však v daném případě nevhodná v obdobích relativního sucha, kdy mohlo dojít k nedostatku vláh; o těchto otázkách bude ještě pojednáno v další části článku.

Půda na porovnávacích parcelách s běžným způsobem pěstování byla na jaře stlačována ve všech řádcích průjezdem traktoru, jehož pneumatiky byly nahuštěny na hodnotu 1,4 baru. V podzimním období k tomu přistupoval přejezd taženého vozu s pneumatikami nahuštěnými na 2,0 bary.



3. Vztah mezi pórovitostí půdy v různých hloubkách a způsobem stlačování půdy — jaro 1980

- 1 — pórovitost v procentech
- 2 — číslo parcely a druh stlačování půdy
- 3 — hloubka pod povrchem půdy
- 4 — půda zpracována kypřičem
- 5 — nepřeježděná půda
- 6 — půda zpracována podryvákem
- 7 — půda přeježděná, tlak v pneumatikách 0,6 baru
- 8 — půda přeježděná, tlak v pneumatikách 1,4 baru
- 9 — půda přeježděná, tlak v pneumatikách 2,0 baru

Obr. 3 graficky zachycuje bližší údaje o pórovitosti půdy stlačované různými mechanizačními prostředky při předsetové přípravě půdy pro cukrovku. V těchto dílčích zkouškách byl měněn tlak v pneumatikách používaných traktorů a v jednom případě bylo použito pčchu. Výsledné hodnoty pórovitosti půdy se pohybují přibližně v rozmezí 60 až 50 %, což odpovídá relacím uvedeným v tab. I. Stlačováním je nejvíce ovlivněna povrchová vrstva půdy (5 až 15 cm), zatímco hlubší vrstvy půdy (25 až 30 cm) již nevykazují podstatné změny způsobené stlačováním.

Půdní odpor byl u tří uvedených porovnávacích parcel měřen speciálním přístrojem ve svrchní vrstvě. Naměřené údaje jsou uvedeny v tab. II.

II. Určení pevnosti půdy zařízením pro měření střížné síly (půdní odpor)

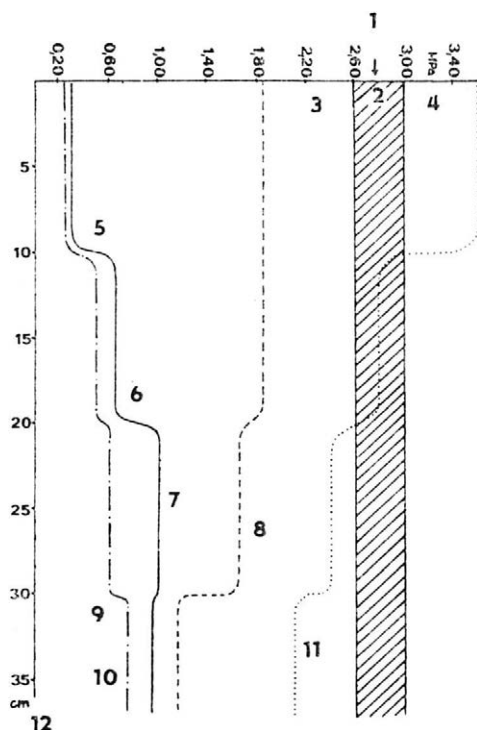
Číslo parcely	Způsob obdělávání	Střížná síla (mkg)
15	zpracováno kypřičem	4,55
11	nepřeježděno	4,95
12	zpracováno podryvákem	5,40
16a	přeježděno, pneumatiky 0,6 baru	7,21
16b	přeježděno, pneumatiky 2,0 baru	9,15

Z hodnot v tab. II jasně vyplývá, že půdní odpor ve svrchní vrstvě půdy, tzn. do hloubky 7 cm, je tím větší, čím intenzivněji je půda stlačována. Tento závěr ostatně souhlasí i s předchozím konstatováním o vlivu stlačování půdy při průjezdech strojů na její pórovitost. Dále bylo zjištěno, že rozdíly v půdním odporu při orbě mezi stlačovanou a nestlačovanou půdou v záhonech nejsou nijak výrazné (jedná se o hloubku zpracování 20 cm), ale 25% snížení půdního odporu při orbě půdy v záhonech má značný vliv na celkovou energetickou náročnost pěstování.

Pevnost jednotlivých vrstev půdního profilu se obvykle měří penetrometrem.

4. Odpor kladený půdou pronikání penetrometru. Byly měřeny různé parcely se záhonovým způsobem pěstování; v tomto případě se jedná o pozemek po vyorání brambor (říjen 1979); průřez kužele penetrometru činil 2 cm^2

- 1 — odpor půdy kladený pronikání penetrometru
- 2 — hloubka vývinu kořenů
- 3 — vhodné
- 4 — nevhodné
- 5 — hloubka vyorávání
- 6 — hloubka současné orby
- 7 — nepřejížděná půda
- 8 — přejížděná půda
- 9 — hloubka předchozí orby
- 10 — zpracováno kypřičem
- 11 — stopa pro průjezd strojů
- 12 — hloubka pod povrchem půdy v cm



Na obr. 4 je graficky znázorněn odpor kladený jednotlivými druhy svrchní vrstvy půdy (podle způsobu obdělávání) vůči pronikání měřicího kužele. Udané hodnoty jsou vztaženy k hloubce (bylo měřeno do hloubky až 35 cm). Výsledky je možné shrnout takto:

— Zkypřená půda, u níž nedochází ke stlačování vlivem průjezdu strojů, ukazuje téměř ideální rozložení pevnosti půdy. Hodnoty naměřené penetrometrem mírně stoupají s přibývajícím hloubkou, což odpovídá přirozenému stavu.

— Nezkypřená půda v záhonech vykazuje poněkud větší pevnost v hloubce nad 20 cm.

— U půdy stlačované průjezdem strojů je při měření penetrometrem rozložení hodnot stejnoměrné až do dřívější hloubky orby (30 cm).

— Stopa pro průjezd strojů na strništi je tak silně stlačena, že se na této půdě nemohou vyvíjet kořeny rostlin v důsledku příliš vysokého mechanického odporu; horní hranice stlačení půdy, při němž je vývin kořenů ještě možný, leží mezi 2,5 a 3,0 MPa. Hodnoty naměřené penetrometrem jsou v tomto případě s přibývajícím hloubkou nižší, ale ještě v hloubce 30 cm je vliv intenzivního stlačování půdy v pásu jasně patrný a znemožňuje vývin kořenů rostlin. Tato skutečnost signalizuje nebezpečí nadměrného stlačování zemědělské půdy vlivem příliš častých přejezdů mechanizace.

Zkypřená půda v záhonech má příznivý vliv na kvalitu pracovních operací souvisejících s ošetřováním kultur a sklizní plodin. Kromě toho se rostliny vlivem vhodnější půdní struktury i dokonaleji vyvíjejí. Toto konstatování lze doložit několika skutečnostmi zjištěnými při pěstování cukrovky v roce 1979 (tab. III).

— Na záhonech stlačovaných průjezdem strojů je průměrná hmotnost bulv 0,7 kg, zatímco na záhonech, na kterých půda stlačována nebyla, dosahuje 0,9 kg (nezávisle na tom, zda půda v těchto záhonech byla či nebyla zkypřena).

— Síla potřebná pro vytažení bulv z půdy byla stejná pro stlačovanou i nestlačovanou půdu; činila přibližně 32 kp. Při přepočtu na jeden kilogram hmotnosti bulvy však tato síla činí na stlačované půdě 42 kp, je tedy vyšší než na ostatních dvou porovnávaných záhonech.

— Celkový výnos dosažený při strojové sklizni byl nejvyšší na záhonech se zkypřenou nestlačovanou půdou. Důvodem je pravděpodobně skutečnost, že na těchto záhonech bylo možné vyorat i velké, dokonale vyvinuté bulvy, aniž by se odlomily jejich spodní části. Na ostatních porovnávaných záhonech toho bylo možné dosáhnout jen u malých bulv.

III. Údaje o půdě a vývinu rostlin — sklizeň 1979

Parcela	Průměrná hmotnost bulev kg	Průměrná síla vytažení kp	Průměrná síla vytažení na kg hmotnosti bulvy kp
a) Ruční sklizeň			
Zpracováno kypřičem	0,88	33,9	38,5
Nepřejížděno	0,93	31,8	34,2
Přejížděno	0,68	30,6	45,0
Parcela	Výnos t. ha ⁻¹	Příměsí %	Poškozené bulvy %
b) Strojová sklizeň			
zpracováno kypřičem	63,9	14,4	18,7
nepřejížděno	60,9	18,0	40,0
přejížděno	50,2	32,3	40,9

— Podíl zeminy ve sklizené hmotě a podíl poškozených bulv je u zkypřených nepřejížděných záhonů poloviční ve srovnání s hodnotami zjištěnými na půdě stlačované přejížděním strojů.

Omezení provozu a stlačování půdy ve vlastní produkční zóně pěstební plochy přispívá významnou měrou ke zvýšení kvality sklizené hmoty. Nevýhodou zkypřenější půdy v nepřejížděných záhonech je to, že při sklizni v nepříznivých klimatických podmínkách je třeba počítat s vyšším podílem příměsí, protože kypřé půdy déle udržují vlhkost. To však platí pro kypřé půdy všeobecně a nejedná se tedy o specifický nedostatek záhonového pěstování. Údaje uvedené v tabulkách byly z velké části získány během jednoho roku, a nemohou být proto považovány za zcela průkazné. Např. tvar bulv a podíl příměsí ve sklizené hmotě se projevují

IV. Porovnání relativních výnosů při běžném a záhonovém pěstování (vyjádřeno v procentech, výnos při běžném způsobu pěstování 100 %)

Plodina	Rok				Výnos	
	1977	1978	1979	1980	průměrný relativní výnos %	t. ha ⁻¹
	0,0					
Brambory	100(c)	124(c)	120(p)	103(p)	112	48,4(c) 32,0(p)
Cukrovka	100	96	121	118	109	59,1
Cibule	105(b)	110(b)	113(v)	86(v)	104	63,6(b) 44,6(v)
Ozímé obiloviny	104	108	111	114	109	6,4

Poznámka: V roce 1977 nebyly krajní řádky v záhonech osety, resp. byly osázeny na menší vzdálenosti; c — konzumní brambory; p — sadba; b — cibule pro uskladnění; v — raná cibule

v každém roce různé, a to hlavně proto, že se mění hloubka, do níž bulvy během svého vývoje dorůstají. Zvláště tato hloubka je však do značné míry závislá na povětrnostních podmínkách v tom kterém roce.

VLIV ZÁHONOVÉHO PĚSTOVÁNÍ NA JEDNOTLIVÉ PLODINY

Vliv záhonového pěstování na výnosy plodin pěstovaných v letech 1977 až 1980 je zachycen v tab. IV. Jako základ pro porovnání slouží pro danou plodinu v daném roce výnos dosažený na záhonech, na kterých byla půda stlačována přejezdem strojů. V posledním sloupci je udán skutečný výnos v $t \cdot ha^{-1}$.

Z tab. IV vyplývá, že výnosy brambor a obilovin jsou ve všech případech vyšší při záhonovém pěstování než při běžném pěstování, kdy je půda stlačována. U cukrovky byl zjištěn přírůstek výnosu pouze v letech s vydatnějšími srážkami, zatímco v sušších letech byl výnos poněkud nižší nebo stejný. Průměrný výnos cukrovky však jasně dokazuje přednosti záhonového pěstování. Nedostatek vláhy, projevující se výrazněji při záhonovém pěstování než při pěstování běžném, je kromě toho možné kompenzovat zavlažováním. Při pěstování cibule se záhonové pěstování projevuje také většinou pozitivně. V roce 1980 byla tato kultura postižena nočními mrazy, krupobitím a dalšími nepříznivými vlivy.

U brambor sklizených ze záhonů se zkyplenou půdou byl poměrně velký podíl hlíz, které musely být vytrženy. Jednalo se zejména o hlízy nedozrálé. Pravděpodobnou příčinou byla příliš malá vzdálenost řádků a nedostatečná hloubka sázení. Proto byly v roce 1980 brambory pěstovány na části zkušebního pozemku ve třech hrůbkách na jeden záhon namísto dřívějších čtyř.

Ve vegetačním období roku 1980 byla uskutečněna měření vztahující se k velikosti hrůbku (tab. V) a počtu hlíz.

V. Velikost hrůbků (cm^2) sypké půdy v příčném řezu při pěstování ve čtyřech a třech řádcích na záhon v roce 1980

Počet hrůbků na záhon	Začátek května cm^2	Konec května cm^2	Polovina srpna cm^2
3	897 (100 %)	867 (97 %)	724 (81 %)
4	623 (100 %)	587 (94 %)	498 (80 %)

Poznámka: Při pěstování ve třech řádcích na záhon je velikost hrůbků dostatečná, v druhém případě nedostatečná

Vycházíme-li z optimální velikosti hrůbku, tj. jeho průřezu 600 až 700, je na začátku vegetačního období jeho velikost dostatečná i v případě, jsou-li na jednom záhonu čtyři řádky, ale na konci vegetačního období se průřez hrůbku zmenší natolik, že nedovoluje plný vývin hlíz. Při pěstování ve třech řádcích na záhonu je sice možné zajistit dostatečný průřez hrůbku po celé vegetační období, ale počáteční vývoj rostlin je pomalejší.

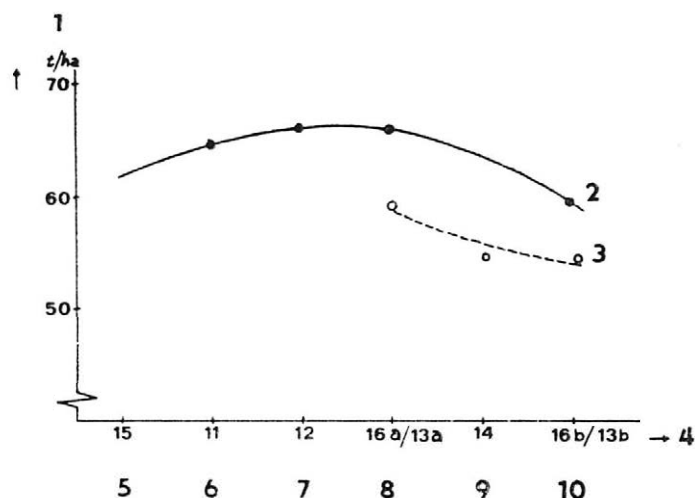
Celkový čistý výnos byl při pěstování ve čtyřech řádcích na záhonu vyšší než při pěstování ve třech řádcích. Větší výskyt nedokonalé vyvinutých a nedozrálých hlíz při čtyřřádkovém pěstování nemá zjevně pro konečný výnos takový význam, jako snížení počtu řádků.

Podíl hrud byl na záhonech s nestlačenou půdou i na záhonech s půdou stlačovanou přejezdy strojů přibližně stejný. Na začátku vegetačního období činil 12,7 % a ke konci vegetačního období klesl na 6,7 %. Hroudy, které byly obsaženy v půdě nestlačovaných záhonů na začátku vegetačního období, jsou součástí dané struktury půdy, tzn. nevznikly v důsledku jejího stlačování nebo jiných mechanických vlivů. Během vegetačního období se tyto hroudy také rozpadají, protože půda, v níž jsou obsaženy, je vystavena povětrnostním vlivům. Při záhonovém pěstování proto není třeba nasazovat půdní frézy, ale postačí jarní zpracování půdy branami.

Výnos cukrovky byl v roce 1979 na nepřejížděných záhonech podstatně vyšší než na záhonech stlačovaných průjezdem strojů. Tento rozdíl byl pravděpodobně způsoben vysokými srážkami a s tím souvisejícím nedostatkem kyslíku ve stlačované půdě, který nedovolil dostatečný vývin rostlin. Již v souvislosti s agrotechnickými hledisky bylo uvedeno, že při záhonovém pěstování je možné dosáhnout nižšího podílu příměsí ve sklizené hmotě. Dalšími přednostmi jsou vhodnější tvar bulev a menší síla potřebná k jejich vytážení.

Další výzkum měl odpovědět na otázku, zda by v letech s normálními povětrnostními podmínkami, tj. především s nižším úhrnem srážek než jaký byl naměřen v roce 1979, nebylo výhodné stlačovat předem stanoveným způsobem zkypřenou půdu v záhonech. V roce 1980 bylo proto na části zkušebního pozemku zjišťováno, do jaké míry má stlačování půdy vliv na výnos cukrovky. Půda zkušebního pozemku byla proto různými způsoby stlačována; stlačovala se i na porovnávacích záhonech, po nichž v minulých letech přejížděly zemědělské stroje. Účelem tohoto opatření bylo zjistit, zda se stlačování půdy v předchozích letech (tzn. stlačování půdy i v hlubších vrstvách) projeví v porovnání s půdou stlačovanou poprvé (tzn. s takovou, jejíž hrubší vrstvy stlačováním téměř nebyly zasaženy). Na obr. 5 je výnos graficky vyjádřen v závislosti na stlačování půdy. Na vodorovné ose je vyznačen druh zpracování půdy, tj. způsob, jímž byla půda stlačována, na svislé ose je možno odečíst výnos. Z obrázku je patrné, že výnosy byly nejvyšší na zkušebních parcelách 12 a 16a. Mírné stlačení půdy v nepřejížděných záhonech se tedy ukázalo jako vhodné i ve vlhčích letech. Na těžších půdách se optimální stupeň stlačování posune v daném grafickém vyjádření doleva, na lehkých půdách doprava. Z grafu na obr. 5 vyplývá, že na záhonech, na nichž byla půda stlačována přejezdem těžkých zemědělských strojů do větších hloubek, jsou výnosy nižší než na nepřejížděných záhonech, které byly stlačovány pouze jednou.

Výsledky dosavadních pokusů se záhonovým pěstováním ukazují, že další výzkumné práce v této oblasti jsou opodstatněné. Někteří výzkumní pracovníci předpokládají, že se bude v budoucnosti používat stroje o rozchodu až 12 m a že jejich pojezd bude řízen kabelem. K rámu spojujícímu obě části podvozku by se připevňovalo různé nářadí. Pro pohon se počítá s motorem o výkonu 100 až 150 kW. U prací vyžadujících velkou tažnou sílu by bylo možné využít lanového pohonu



5. Vztah mezi výnosem a mírou stlačení produkční vrstvy půdy při záhonovém a běžném pěstování (při běžném pěstování se stlačují hlubší vrstvy půdy)

- 1 — výnos cukrovky v t. ha⁻¹
- 2 — záhonové pěstování
- 3 — běžné pěstování (zkušební parcely 13a, 13b, a 14)
- 4 — číslo parcely a způsob stlačování půdy
- 5 — zpracováno kypřičem
- 6 — nepřejížděná půda
- 7 — zpracováno podrývákem
- 8 — půda přejížděna, tlak v pneumatikách 0,6 baru
- 9 — půda přejížděna, tlak v pneumatikách 1,4 baru
- 10 — půda přejížděna, tlak v pneumatikách 2 bary

s přemístitelným ukotvením. Takováto nebo obdobná mechanizace by umožnila zcela automatické provádění některých prací. Jakkoliv jsou tyto představy vzdálené současnému stavu zemědělské mechanizace, má záhonové pěstování dva aspekty, jimiž je třeba se zabývat již při současném výzkumu. Jedná se o tyto vývojové trendy:

- zvětšování rozchodu zemědělských strojů, které při záhonovém pěstování znamená současně zvětšení podílu pěstební plochy na celkové výměře daného pozemku;

- řízení pojezdu kabelem, jehož vývoj také již dospěl do stadia praktického využití.

Těchto způsobů pěstování bude možné ekonomicky efektivně využívat nejdříve ve sklenících a v intenzivním zahradnictví. Využití výpočetní techniky dovolí uplatnit komplexní automatizaci výrobního procesu v těchto oblastech zemědělství.

I když je využití automatizace v nizozemském zemědělství v současné době málo reálné, je možné v něm uplatnit některé závěry z výzkumů pěstování, a to již v existujících podmínkách. Tak například při pěstování cibule se dodržuje jednotný způsob přejíždění pozemku po celé vegetační období. Tak se zachovává vhodná struktura půdy a zabraňuje se vzniku hrud. Praktické uplatnění záhonového pěstování se jeví jako reálné při polním pěstování zeleniny, např. v menších zemědělských podnicích. Přednosti záhonového pěstování spočívají přitom ve vyšších výnosech dosahovaných díky zachování vhodné struktury půdy a u některých plodin, jako např. u špenátu, také ve snadnější a efektivnější sklizni. Pro sklizeň zeleniny žacími nebo podřezávacími ústroji je výhodné, že povrch záhonů je téměř bez nerovností.

SHRNUTÍ

Při záhonovém pěstování se vylučuje stlačování produktivní vrstvy půdy i hlubších vrstev půdy na stanovištích rostlin. Ve vlastní produktivní zóně se potom dosahuje vyšších výnosů plodin (brambor, cukrovky, cibule). Současně je možné dosáhnout značných úspor díky menšímu počtu pracovních operací při zpracování půdy, nižšímu půdnímu odporu a dokonalejší trakci. Současně je možné zvýšit kvalitu prací, což např. u cukrovky vede ke snížení podílu příměsí ve sklizené hmotě a k dosažení vhodnějšího tvaru bulv. Proti těmto přednostem stojí nevýhoda spočívající v nutnosti sjednotit rozchod všech používaných zemědělských strojů a v potřebě zařízení, jimiž by bylo možné udržovat stopy pro průjezd strojů v dobrém stavu po několik sezón.

Pevný řád přejíždění pozemků, daný stálými stopami nebo kolejnicemi pro průjezd strojů, je výhodný z hlediska automatizace a dalších vývojových trendů. V této souvislosti je třeba uvést i úspory energie vyplývající z menšího počtu pracovních operací a nižšího půdního odporu při zpracování půdy. Na závěr je tedy možné říci, že záhonové pěstování může podstatnou měrou přispět k řešení současných aktuálních problémů nizozemského zemědělství a zároveň dává odpověď na mnohé otázky související s dalším vývojem.

Literatura

FOLKERTS, H. — KOUWENHOVEN, J. K. — PERDOK, U. D.: Landbouwmecanisatie, 1981, č. 5.

Ing. Dušan Hutla
Výzkumný ústav zemědělských strojů
Praha - Chodov

Secí stroj pneumatický návěsný SPN-8



Na jednozrnkové seti zemědělských plodin do připravené půdy do řádků vzdálených od sebe 45 až 90 cm je určen nový secí stroj typu SPN-8. Navěšuje se k traktoru tahové třídy 2 t a může pracovat se zařízením pro pásový postřik herbicidy.

Výkon — při seti kukuřice	3,2 ha . h ⁻¹
— při seti sóje	2,8 ha . h ⁻¹
Hloubka seti	4—8 cm

Agromachinaimpex



Vývozce: AGROMASINAIMPEX

Bulharsko, Sofia
tř. St. Lepoeva č. 1
telefon: 23 03 91
dálnopis: 022 563

KE STÉMU VÝROČÍ NAROZENÍ

prof. ing. arch. dr. techn. THEODORA PETŘÍKA

Vývoj zemědělského stavitelství v naší vlasti je pevně spojen se jménem prof. Theodora Petříka, který položil základy nejen pro další vývoj zemědělských účelových staveb, ale i pro zvýšení úrovně hygieny ustájení hospodářských zvířat, zlepšení pracovního prostředí zemědělce a jeho bydlení na vesnici.

Jeho zásluhou byla zařazena problematika zemědělské výstavby do plánů výuky ČVUT v Praze. V roce 1923 byl založen Ústav zemědělského stavitelství, jehož pracovníci v čele s prof. Petříkem zajišťovali výuku o zemědělských stavbách na ČVUT — na Vysoké škole architektury a pozemního stavitelství a na Vysoké škole zemědělského a lesního inženýrství.

Pro ozdravění stájí pro hospodářská zvířata navrhl prof. Petřík mnoho účelných a přitom jednoduchých úprav různých detailů, které byly v jeho ústavu nakresleny a vydávány ve formě tabulek pro výuku posluchačů i pro potřeby praxe. Stanovil zásady optimálních rozměrů pro vnitřní zařízení stájí, jejich odkanalizování, větrání apod. Tyto zásady vytvořily základ pro typizaci stájových částí a pro pozdější oborové normy. Většina detailů se používá s malými obměnami dodnes. Nutno uvést zejména okenní a dveřní otvory, samotížné větrání stájových prostorů pomocí truhlíků pro přívod čerstvého vzduchu a výparníků pro odvádění vzduchu nasyceného výparů a vlhkostí, stájovou kanalizaci (močové stružky, kalojem, jímky aj.), silážní žlaby a věže, seníky, kolny aj.

Pro usnadnění namáhavé práce ve stájích — přípravu a zakládání krmiv, odstraňování výkalů a mrvy — navrhoval jednoduchá mechanizační zařízení, visuté drážky se sklopnými korbami aj. Tato zařízení se rychle vžila. Mnohá z nich jsou ve starších objektech používána dodnes.

Prof. Petřík také navrhl soubor charakteristických řešení seskupení provozních budov pro různé velikosti zemědělských usedlostí. Zde je třeba zvláště ocenit, že těmto stavbám dokázal vtisknout osobitý charakter výtvarného pojetí, které vycházelo z tradiční lidové architektury a v souladu s pokrokovým provozním řešením vytvářelo architekturu výborně zapojenou do venkovského prostředí. Ještě dnes svědčí mnohé jím projektované stavby o vysoké architektonické kultivovanosti autora.

Pedagogickou a projekční činnost prof. Petříka doplňovala realizace celé řady objektů státních a školních statků a výstavních objektů zemědělských usedlostí samostatných zemědělců. Jeho zásluhou byla při zemědělských výstavách zřizována stavební poradna pro potřeby zemědělské praxe, což přispívalo k rychlé informaci zemědělců o nových možnostech výstavby a pokrokové technologie provozu. Navrhovaná řešení — a lze říci první typy — zemědělských detailů se rychle vžila. Nelze ani opomenout pokrokové návrhy zlepšující bydlení zemědělců.

Široký rozhled prof. Petříka, podložený zkušenostmi získanými v cizině, se promítá do publikací a článků v odborném tisku, a to nejen

v oblasti účelného řešení provozních zemědělských budov, ale i v jeho účasti na významných projektech veřejných budov a řešení stavebních souborů v městském prostředí. Z významných staveb v Praze projektoval ve spolupráci s prof. Englem budovu Vysoké školy zemědělského a lesního inženýrství ČVUT v Praze-Dejvicích, která byla realizována ve 30. letech. Těžištěm jeho prací však zůstává problematika zemědělské výstavby a zlepšování pracovního a životního prostředí na našem venkově.

Během své pedagogické činnosti na Vysoké škole architektury a pozemního stavitelství vychoval mnoho významných odborníků, kteří se specializovali na problémy zemědělské účelové výstavby a na urbanizaci venkovského prostoru a na jím vytyčených základech přispěli významně při výstavbě socialistického zemědělství k řešení problémů zemědělské výstavby v naší republice. Jsou to hlavně doc. dr. ing. arch. Karel Caivas, prof. dr. ing. arch. Stanislav Šnajdr, prof. ing. arch. Bedřich Košatka, prof. dr. ing. arch. Alexander Knapo a další.

V tomto roce vzpomínáme stého výročí narození prof. dr. ing. arch. Theodora Petříka, významného architekta a pedagoga, v uznání jeho zásluh o rozvoj zemědělské výstavby. Narodil se v Táboře 8. října 1882, zemřel v Praze 2. června 1941.

Doc. Karel Souček

OBSAH

Pawlica R.: Nerovnoměrnost rychlosti sestupu zrna v šachtě obilní sušárny	321
Ducho P.: Dávkovanie tvarovaných krmív	333
Studeník B.: Obecné modely technologických linií v rostlinnej výrobě	349
Šrefl J.: Možnosti stanovení výkonnosti a potřeby dopravních prostředků ve sklizňových strojních linkách	359

ZE ZAHRANIČÍ

Hutla D.: Možnosti záhonového pěstování plodin s trvalými stopami pro průjezd strojů	373
--	-----

СОДЕРЖАНИЕ

Павлица Р.: Неравномерность скорости ссыпания зерна в шахте зерносушилки	331
Духо П.: Дозирование фасонных кормов	347
Студеник Б.: Общие модели технологических линий в растениеводстве	356
Шрефл Й.: Возможности определения производительности и потребности в транспортных средствах в уборочных машинных линиях	371

CONTENTS

Pawlica R.: Uneven Speed of Grain Descent through the Shaft of Grain Drier	332
Ducho P.: Pelleted Feed Metering	348
Studeník B.: General Models of Technological Lines in Crop Production	356
Šrefl J.: Possibilities of Determining Performances and Requirement of Conveyances in Harvest Machine Lines	371

INHALT

Pawlica R.: Die Ungleichmäßigkeit der Umrieselgeschwindigkeit des Getreidekornes in der Schacht der Getreidetrocknungsanalyse	332
Ducho P.: Die Dosierung der granulierten Futtermittel	348
Studeník B.: Allgemeine Modelle der technologischen Linien der Pflanzenproduktion	357
Šrefl J.: Die Möglichkeiten der Bestimmung der Leistungsfähigkeit und des Bedarfes an Transportmitteln in den Maschinenlinien bei den Erntearbeiten	372



Rukopisy odevzdány k tisku 26. 2. 1982 — Podepsáno k tisku 28. 4. 1982

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.