

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 37 (LXIX)
PRAHA
SRPEN 1991
CS ISSN 0044 - 3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

OBSAHY

J. Jech, V. Rataj, I. Ghanwi: Technologické vlastnosti porastu šošovice odrody Lenka	417
P. Hnilica: Fyzikální aspekty granulace krmných směsí a jejího řízení	425
E. Kurucová, V. Ochodnický, M. Mancovič, I. Petranský: Skúšky združenej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu	439
K. Trunečka: Vliv přesnosti výroby a opatření dílů hydraulických trysek postřikovačů na jejich funkci	449
D. Katunský: Predbežné určenie úrovne sdruženého osvetlenia objektov poľnohospodárskej výroby	457
J. Juríček: Náklady na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení	465
J. Oubrecht: Výběr hlavních exploatačních parametrů sklízecích mlátiček	471

AKTUALITY

R. Janál, T. Havránek, M. Hévr: Digitální konduktometr	477
--	-----

CONTENT

J. Jech, V. Rataj, I. Ghanwi: Technological properties of lentil cv. Lenka cultures	417
P. Hnilica: Physical aspects of the granulation of feed mixtures and of its regulations	425
E. Kurucová, V. Ochodnický, M. Mancovič, I. Petranský: Tests of the combined electrohydraulic control of three-point implement hitch	439
K. Trunečka: The effect of the production accuracy and wear of the parts of hydraulic nozzles in sprinklers on their function	449
D. Katunský: Preliminary determination of the level of combined lighting of farm building ..	457
J. Juríček: Cost of diagnostic examinations and repairs of cooling equipment	465
J. Oubrecht: Some major exploiting parameters of threshing machines	471

JECH, J. – RATAJ, V. – GHANWI, I. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra; Stredné odborné učilište poľnohospodárske, Zemianske Sady): *Technologické vlastnosti porastu šošovice odrody Lenka*. Zeméd. Techn., 37, 1991 (8): 417 – 424.

Technologické vlastnosti porastu šošovice odrody Lenka boli sledované päť rokov. Hustota porastu, zaburinenosť, hmotnosť 1000 semien, rozloženia strukov v poraste a výška porastu sú dôležité parametre ovplyvňujúce kvalitu zberových prác. Bolo dokázané, že v procese dozrievania dochádza k zmene výšky porastu t.j. aj k zmene výšky nasadenia strukov v poraste. Sledované porasty nedosahovali optimálnu hustotu, ktorá je dôležitá pre kvalitný zber. Hustota porastu závisí od kvality osiva a jeho vysievaného množstva na 1 ha.

šošovica; vlastnosti porastu; hustota; buriny; úroda

Odrody šošovice sa navzájom líšia celým radom dedičných vlastností a znakov. Najviac premenlivé znaky sú znaky vegetatívne ako napríklad výška rastlín, dĺžka a šírka strukov, rozmestnenie strukov po rastline, výška nasadenia spodných strukov atď.

Technologické vlastnosti šošovice majú svoje špecifické zvláštnosti, ktoré ovplyvňujú konštrukciu a pracovný režim zberových mechanizmov. Tieto zvláštnosti sa potom odrážajú v celkovej stavbe rastlín a v ich agrofyziologických vlastnostiach (Jech, 1983; Sloboda, 1987). Pri zbere semien šošovice musíme riešiť niektoré základné faktory (Jech, 1982):

- a) i keď šošovica patrí do skupiny mierne poľahnutých strukovín, pri nepriaznivom počasí značne polieha;
- b) nerovnomerné dozrievanie tak jednotlivých rastlín v poraste, ako aj jednotlivých strúčikov na rastline, prípadne aj jednotlivých semien v strúčiku;
- c) pretože nerovnomerne dozrieva, vyznačuje sa vysokou vlhkosťou hmoty šošovice pri zbere;
- d) vzájomné prepletenie stebiel;
- e) struky ľahko pukajú, najmä struky na spodnej časti rastliny (tým vzniká nebezpečenstvo značných strát);
- f) nízke nasadenie spodných strukov, takže sú blízko nad povrchom pôdy, preto sa vyžaduje veľmi nízky rez.

MATERIÁL A METÓDA

Cieľom práce bolo zistiť niektoré základné technologické vlastnosti porastu šošovice (odrody Lenka). Tieto vlastnosti sme sledovali za účelom ich vplyvu na straty pri zbere, na zaťaženie zberových strojov, poškodenie semien, na vhodnosť voľby správnej zberovej technológie a na reguláciu pracovných mechanizmov. Za týmto účelom sme postupovali podľa nasledovnej metodiky.

Vlastnosti porastov šošovice sme sledovali vyhodnotením metroviek odobratých z porastov 1 m²:

- počet meraní
 - N = 258 m² v priebehu troch rokov (1981, 1982, 1983),
 - N = 27 m² (1986),
 - N = 57 m² (1987)

Sledovaný parameter		Rozmer	Rok			
			1982	1983	1986	1987
1.	Hmotnosť porastu z 1 m ² po vysušení	kg.m ⁻²	0,409	0,701	0,52	0,637
2.	Počet stoniek kultúrnych rastlín	ks.m ⁻²	184	127,3	179	200
3.	Počet stoniek burín	ks.m ⁻²	21,4	1,2	15,7	7,1
4.	Hmotnosť burín	kg.m ⁻²	0,091	0,007	0,079	0,035
5.	Hmotnosť kult. rastlín	kg.m ⁻²	0,318	0,695	0,441	0,602
6.	Počet strukov	ks.m ⁻²	1 533	3 986	2 579	3 780
7.	Hmotnosť strukov	kg.m ⁻²	0,121	0,394	0,24	0,267
8.	Hmotnosť semien	kg.m ⁻²	0,087	0,184	0,173	0,219
9.	Hmotnosť prázdnych strukov	kg.m ⁻²	0,034	0,11	0,067	0,048
10.	Hmotnosť slamy	kg.m ⁻²	0,231	0,373	0,268	0,383
11.	Pomer zrno: slama	kg.kg ⁻¹	0,406	0,731	0,64	0,57
12.	Hmotnosť semien vypadnutých pred zberom	kg.m ⁻²	0,00	0,059	0,056	0,011
13.	Biologická úroda semien	kg.m ⁻²	0,087	0,293	0,229	0,230
14.	Hmotnosť 1000 semien	kg	0,046	0,048	0,049	0,045
1.	Počet stoniek min.	ks.m ⁻²	105	91	59	153
	kult. rastlín max.		282	173	250	312
2.	Počet stoniek min.	ks.m ⁻²	10	0	12	0
	burín max.		65	5	35	13
3.	Počet strukov min.	ks.m ⁻²	1 240	3 340	1 214	2 120
	max.		2 160	4 470	2 030	4 500
4.	Biologická úroda semien min.	kg.m ⁻²	0,046	0,258	0,027	0,1200
	max.		0,124	0,371	0,1935	0,3210
5.	Hmotnosť 1000 semien min.	kg	0,043	0,045	0,042	0,033
	max.		0,058	0,055	0,060	0,058

- rozloženie strukov v poraste a na rastline $N = 300$ meraní
- výška porastu $N = 300$ meraní
- výška nasadenia spodných strukov $N = 300$ meraní

Výsledky meraní sme vyhodnocovali formou variačného rozdelenia početnosti podľa zákona normálneho rozdelenia a niektoré funkcie sme aproximovali podľa metódy najmenších štvorcov.

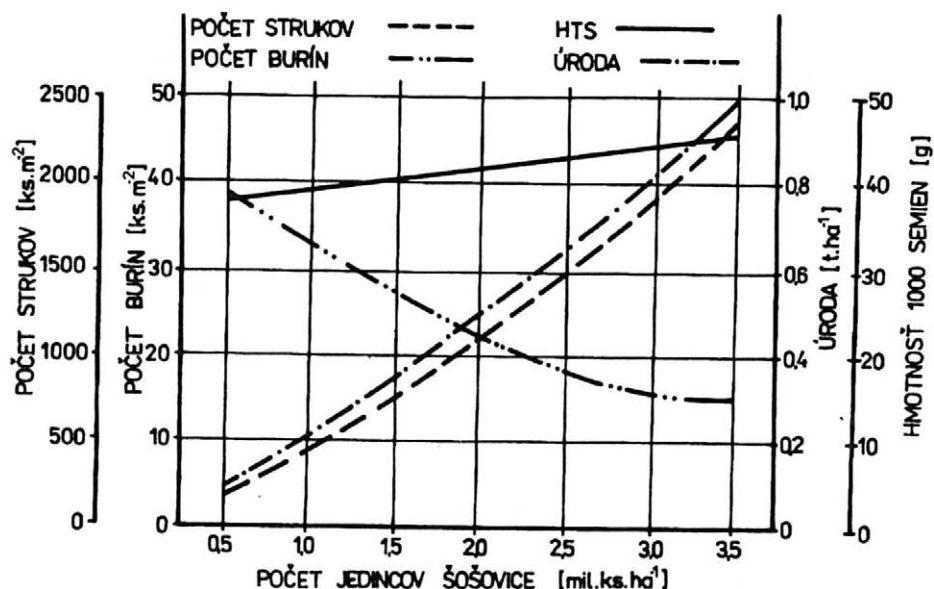
VÝSLEDKY

Vlastnosti porastu šošovice boli sledované vyhodnocovaním metroviek odobratých z porastov. Výsledky sú spracované do tab. I tak, že za každý sledovaný rok (1982, 1983, 1986, 1987) sú uvedené v tabuľke priemerné hodnoty.

Hustota porastu a jej vplyv na úrodu

Z celkovej analýzy a rozboru metroviek vyplýva, že úroda závisí od hustoty porastu. Hustota porastu, okrem iných faktorov, (škodcovia, choroby a iné) závisí od klíčivosti semien a ich poľnej vschádzavosti, ktorá je v značnej miere ovplyvnená podmienkami pri výmlate a pozberovom spracovaní.

Na obr. 1 je podrobne vyhodnotená závislosť úrody, počtu burín, počtu strukov a hmotnosti 1000 semien na hustote porastu (počet jedincov na hektár) u šošovice odrody Lenka. Daná závislosť bola sledovaná tri roky na 18 parcelách, kde sme



1. Závislosť úrody semien, počtu strukov, počtu burín a hmotnosti 1000 semien šošovice od počtu jedincov na hektár v rokoch 1981 až 1983 - The dependences of seed yield, pod number, weed number, and the weight of 1000 seeds on the number of lentil plants per hectare in growing seasons 1981 to 1983

II. Regresné koeficienty a koeficient korelácie rovníc ukazovateľov vlastností porastov v závislosti na počte jedincov na hektare - Regression coefficients and correlation coefficients of equations of culture property characters in dependence on the number of plants per hectare.

Počet meraní	Funkcia	Regresné koeficienty				Koeficient korelácie
		A	A ₁	A ₂	A ₃	
258	počet strukov $y = x^A$	1,323	-	-	-	0,992
258	úroda $y = x^A$	1,173	-	-	-	0,978
258	hmotnosť 1000 semien (HtS) $y = A_1 + A_2 \cdot x$	-	0,037	$24 \cdot 10^{-5}$	-	0,99
258	počet burín $y = A_1 + A_2 \cdot x + A_3 x^2$	-	47,82	-0,18	$2,6 \cdot 10^{-4}$	0,93

uskutočnili odber 258 metroviek, ktoré sme vyhodnotili. Z obr. 1 jednoznačne vyplýva, že počet burín klesá s rastom počtu jedincov šošovice na hektár.

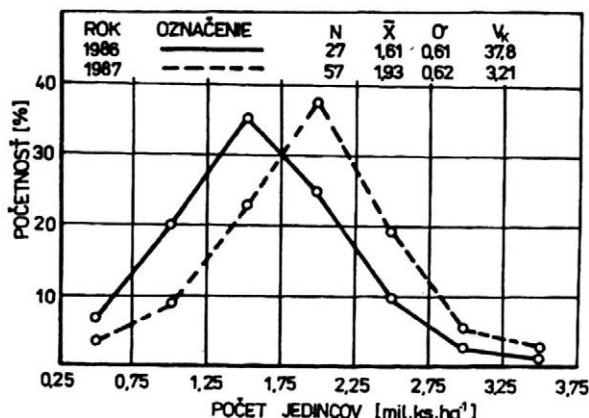
Výsledky na obr. 1 sme štatisticky vyhodnotili podľa rovníc uvedených v tab. II.

Na JRD Madunice (1986) a Pusté Sady (1987) sme sledovali počet jedincov na hektár. Výsledky pokusu sú graficky znázornené na obr. 2. Z obrázku vidno, že hodnoty výsevkov používané v praxi nie sú konečné a možno ich ešte zvyšovať.

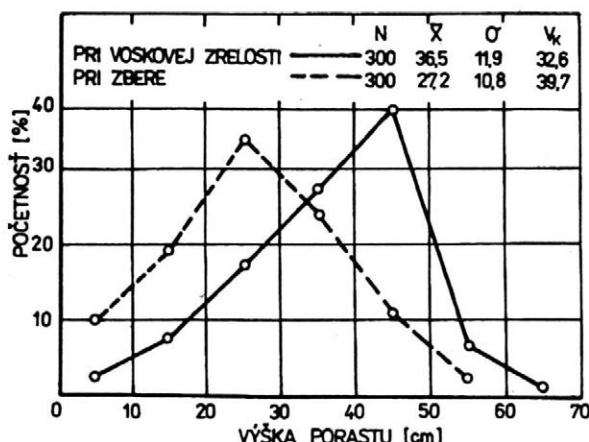
Sledovanie výšky porastu šošovice

Súčasne s poklesom vlhkosti v procese dozrievania sa mení aj výška porastu šošovice. Pod hmotnosťou strukov, stebiel s vplyvom klimatických podmienok dozrievajúci porast klesá k povrchu pôdy.

2. Varičné rozdelenie početnosti výskytu jedincov na hektár (1986 a 1987) – Variation distribution of the frequency of individuals per hectare (growing seasons 1986 and 1987)



3. Varičné rozdelenie početnosti výšky porastu šošovice, 1986 variation distribution of the frequency of lentil culture height, 1986



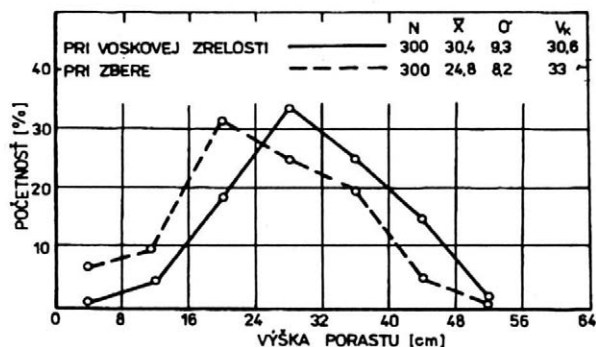
Jednou z vlastností byle šošovice je jej malá pevnosť, ktorá je príčinou políhavosti rastliny. S dozrievaním šošovice rastie hmotnosť 1000 semien, čo zaťažuje byľ, ktorej pevnosť dozrievaním klesá. Políhaniu dopomáhajú tiež klimatické podmienky (rosa, dážď, vietor). Z tohto dôvodu sme v rokoch 1986, 1987 sledovali výšku porastu šošovice pri vaskovej zrelosti a tesne pred zberom. Výsledky pokusu sme štatisticky vyhodnotili formou rozdelenia početností (obr. 3 až 5) a z nameraných hodnôt N sme vypočítali aritmetický priemer $\bar{x}$, smerodajnú odchýlku σ a variačný koeficient V_k .

Z obr. 3 vidno, že výška porastu pred zberom klesla oproti výške porastu vo vaskovej zrelosti v priemere o 10 cm. Z obr. 3 ďalej vidno, že porast šošovice bol pri vaskovej zrelosti pomerne vysoký (okolo 8 % porastu dosiahol výšku nad 50 cm).

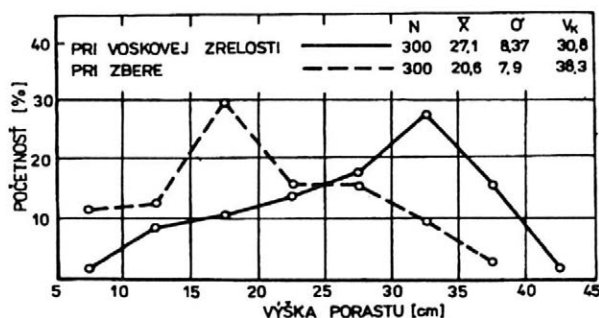
Na obr. 4 výška porastu klesla v priemere o 6 cm. Takisto na obr. 5 výška porastu sa znížila v priemere o 7 cm.

Sledovanie výšky nasadenia spodných strukov

Pri políhaní šošovice sa os rastliny skloní k zemi, čím sa zníži výška porastu a so zmenou výšky porastu sa mení aj výška nasadenia strukov nad povrchom poľa. Uvedená zmena je dôležitá pre operáciu kosenia. Pod výšku strniska 40 mm nepracuje žiaden kombajn, to znamená, že kosiť by bolo potrebné vtedy, keď výškové rozloženie strukov (výška nasadenia spodných strukov) je nad uvedenou hranicou.



4. Variačné rozdelenie početnosti výšky porastu šošovice, 1987, parcela I - Variation distribution of the frequency of lentil culture height, 1987, field plot I



5. Variačné rozdelenie početnosti výšky porastu šošovice 1987, parcela II - Variation distribution of the frequency of lentil culture height, 1987, field plot II

Z obr. č. 6, 7 vyplýva, že viac ako 10 % strukov je pod limitnou výškou kosenia 40 mm. To znamená, že ak chceme zabezpečiť minimálne straty z titulu rozrezania a neodkosenia strukov je potrebné voliť zber v optimálnej zrelosti a v krátkom agrotechnickom termíne, t. j. zber vykonať za 2 až 3 dni prípadne 5 dní, pretože vplyvom klimatických podmienok každým dňom dochádza k zníženiu výšky porastu.

Sledovanie rozloženia strukov po výške porastu šošovice

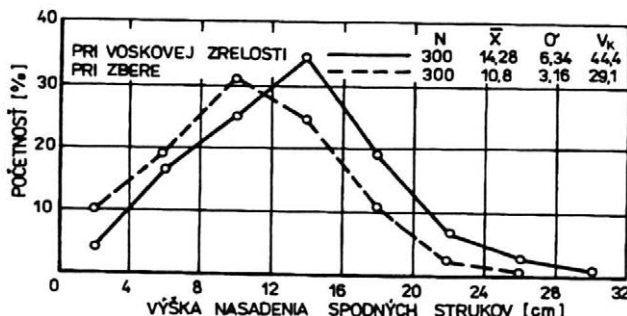
Rozloženie početnosti strukov po výške porastu šošovice patrí k najdôležitejším technologickým vlastnostiam zberaného porastu z hľadiska nároku na konštrukciu žacieho ústrojenstva.

Na obr. 8, 9 sú grafické závislosti rozloženia početnosti strukov vo výške porastu šošovice odrody Lenka pri voskovej zrelosti a pred zberom v rokoch 1986, 1987.

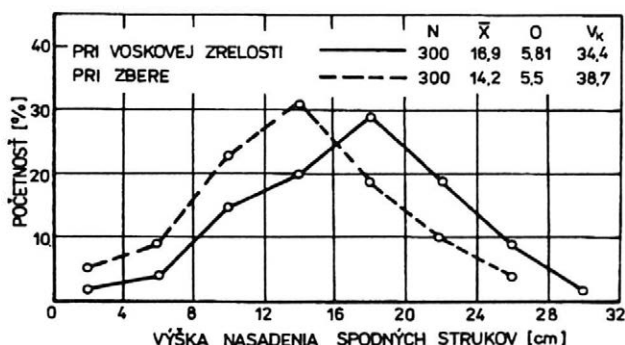
Z týchto závislostí vyplýva, že okolo 5 % strukov sa nachádza v poraste vo voskovej zrelosti do výšky 10 cm. Toto množstvo sa v zrelosti poraste zvýšilo na 9 %.

Podobnú závislosť sme zistili aj v roku 1987, kde 6 % strukov sa nachádzalo do výšky 5 cm. Toto množstvo sa pred zberom zvýšilo na 10,5 %.

6. Variačné rozdelenie početnosti výšky nasadenia spodných strukov, 1986 - Variation distribution of the frequency of the height of the setting of lower pods, 1986



7. Variačné rozdelenie početnosti výšky nasadenia spodných strukov, 1987 - Variation distribution of the frequency of the height of the setting of lower pods, 1987



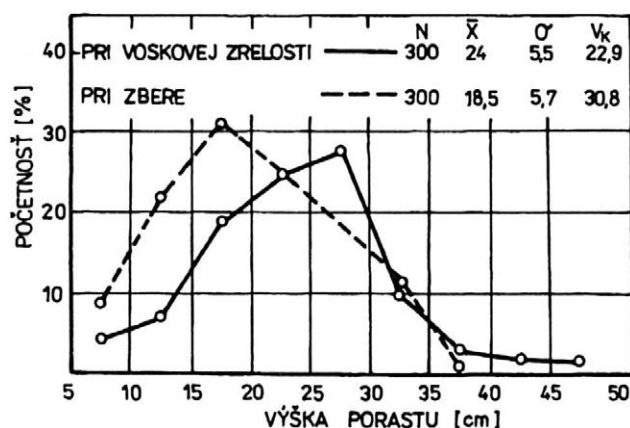
DISKUSIA

Nerovnomerná hustota porastu pri zbere šošovice spôsobuje nerovnomerné zaťaženie mechanizmov zberových strojov (kosa, zberací a mláčiace mechanizmus, čistiace a separačné ústrojenstvo), čo je príčinou strát a poškodenia semien.

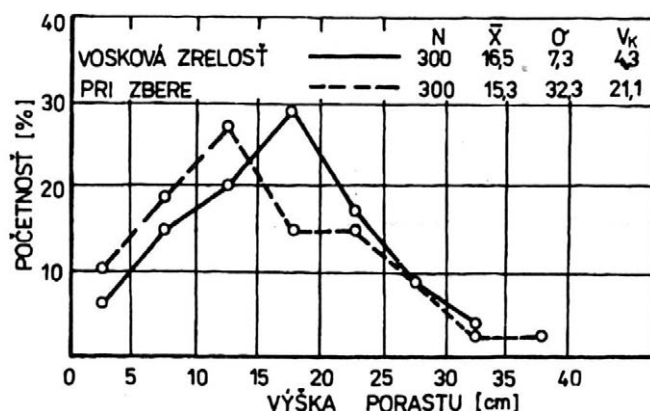
Údaje uvedené v tab. I sú vhodné pre šľachtiteľov, agronómov a tiež pre konštruktérov zberových strojov pre zistenie základných podkladov pre ďalšiu prácu. Údaje je možné využiť tiež pri zisťovaní príčin poškodzovania semien v mláčiacom ústrojenstve a tiež pri nastavovaní mechanizmov kombajnov pri zbere šošovice.

Z obr. 1 pre nás je veľmi dôležitá úroda semien, ktorá má tiež stúpajúci charakter. To znamená, že je možné ešte zvyšovať výsevek na hektár, ktorého veľkosť sa v praxi pohybuje okolo 2 mil. ks.ha⁻¹. Z obrázku ďalej vidno, že hmotnosť 1000 semien sa s počtom jedincov na hektár zvyšuje, ale to neznamená, že hmotnosť bude stále rásť. Z praxe poznáme, že rast hmotnosti 1000 semien sa zastaví po plnej zrelosti semien.

Mechanizovaný zber šošovice vyžaduje rovnomerný stojatý zapojený porast, pretože to je hlavná požiadavka pri zbere, či už pri dvojfázovom alebo priamom. Pri dvojfázovom zbere výška porastu má veľký vplyv na sformovanie riadku po kosení. V miestach, kde je nízky porast sa vytvorí riedky pokosený riadok, ktorý veľmi rýchlo uschne, z čoho vyplývajú straty pri zbere zberačmi, najmä bubnovými, pretože je známe, že pokiaľ sa nevytvorí vhodný tlak na prsty zberača, hmota sa bude odvalovať na zem, kým sa nevytvorí vhodný tlak na prsty zberača. Po tomto odvalovaní prezreté struky sa otvárajú a semená vypadávajú. Pri priamom zbere sa vyskytuje podobný problém. Pri riedkom a nízkom poraste vzniká pri kosení nevhodné zaťažovanie mláčiaceho mechanizmu, čo spôsobuje veľké množstvo poškodených semien.



8. Variačné rozdelenie početnosti strukov po výške porastu šošovice, 1986 - Variation distribution of pod frequency at different height levels in lentil crop canopy, 1986



9. Variačné rozdelenie početnosti strukov po výške porastu šošovice, 1987 - Variation distribution of pod frequency at different height levels in lentil crop canopy, 1987

Políhaním šošovice sa os rastliny skloní k zemi, čím sa zníži výška porastu a so zmenou výšky porastu sa mení aj výška nasadenia strukov nad povrchom poľa. Uvedená zmena je dôležitá pre operáciu kosenia.

Z uvedenej charakteristiky rozloženia strukov v poraste po výške vyplýva, že je potrebné zabezpečiť taký genetický materiál, ktorý bude mať pri poľahnutom poraste väčšinu strukov rozložených vo výške 90 - 150 mm.

ZÁVER

V praxi vysievame šošovicu na medziriadkovú vzdialenosť 12,5 cm. Rastlina šošovice nie je však náročná na priestor a z toho hľadiska by bolo možné medziriadkovú vzdialenosť zmenšiť.

Vznikajú tu však problémy nastavenia sejačky na menšiu medziriadkovú vzdialenosť (technicky riešiteľné) a vyššej ceny výsevu. Z výsledkov výskumu vo Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch vyplýva, že najväčšiu úrodu semien dosiahneme pri výsevu 3 - 3,5 mil. ks.ha⁻¹ (Gubišová, Pekár, 1980).

Z výsledkov meraní vyplýva potreba pestovať šošovicu s opornou rastlinou. Oporná rastlina musí mať pevné rovné stebľa, rovnaké vegetačné obdobie ako šošovica a jej semená sa musia dať po výmlate ľahko oddeliť od semien šošovice.

Uvedené výsledky z charakteristiky porastu jednoznačne poukazujú, ako je dôležité zachovať požadovaný počet jedincov na hektár, aby bola dosiahnutá plánovaná úroda, ďalej poukazujú na to, aký veľký význam má včasne, odborne a kvalitne vykonaná ochrana proti burinám, škodcom a chorobám.

Literatúra

- GUBISOVÁ, V. – PEKAR, M.: Štúdium organizácie porastu a výber vhodných lokalít pre pestovanie šošovice. Piešťany, VÚRV 1980.
- JECH, J. a kol.: Zber a výmlat šošovice na JRD ČSKP Bojničky. [Výskumná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1982.
- JECH, J.: Agrofyzikálne a biologické vlastnosti strukovín a ich vplyv na spôsob zberu, konštrukciu a pracovné režimy mechanizmov zberných strojov. In: Zbor. Ref. ved. Konf. Nitra, 1983, DT ČSVTS Banská bystrica, 1983.
- MOHSENIN, N.: Physical properties of plant and animal materials. New York, 1970.
- PIRŠEL, A. – ŠINSKÝ, T.: Systémy pestovania strukovín. Bratislava, 1983
- SLOBODA, A.: Teoretické základy určenia a hodnotenia konštrukčných parametrov mechanizmov pre zber strukovín. [Výskumná správa.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1987.

Došlo dňa 11.12.1990

JECH, J. – RATAJ, V. – GHANWI, I. (University of Agriculture in Nitra; Vocational Agricultural School at Zemianske Sady): *Technological properties of lentil cv. Lenka cultures*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 417–424.

Technological properties of lentil cv. Lenka cultures were examined during five growing seasons. Culture density, infestation with weeds, the weight of 1000 seeds, pod distribution in the crop canopy, and crop canopy height represent important parameters which can influence the quality of harvesting operations. The results obtained show that crop canopy height changes during the process of crop maturation which fact also influences the height of the pod set in the crop canopy. The cultures under examination did not reach optimum density which is an important factor for high-quality harvesting. Culture density is dependent on seed quality and on the amount of seeds drilled per acreage unit.

lentil; culture properties; culture density; weeds; yield

Adresa autorov:

Prof. ing. Ján J e c h, CSc., ing. Vladimír R a t a j, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosovova 2, 949 76 Nitra
Ing. Ibrahim G h a n w i, CSc., Stredné odborné učilište poľnohospodárske, 925 54 Zemianske Sady

HNILICA, P. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Fyzikální aspekty granulace krmných směsí a jejího řízení*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 425 – 438.

Článek je příspěvkem k teorii procesu granulace sypkých materiálů biologického původu. Výsledky jsou aplikovatelné v konstrukci granuláčnických listů a v řízení procesu. Jsou založené na experimentech s obilními šroty a krmnými směsí. Je odvozena korekce deformačních křivek sypkých hmot na tření o stěny v úzkých tvarovacích kanálech. Je zjištěn deformační zákon některých krmných směsí a stanoveny v něm vystupující konstanty. Dále je změřena závislost součinu koeficientu bočního tlaku a součinitele vnějšího tření směsí po oceli na deformaci a tlaku v rozmezí 0 až 120 MPa. Lze ji popsat polynomem min. třetího stupně. Na tomto součinu závisí třecí odpory při protlačování materiálu otvory matic granulátorů a příkon pro jejich pohon. Měrná spotřeba energie procesu odpovídá max. lisovacímu tlakům, vyšším než 100 MPa. Závisí na složení směsí a na jejím propaření vodní párou. Pevnost výlisků je přibližně nepřímo úměrná druhé odmocnině střední velikosti částic lisovaného materiálu. Za použití mechaniky sypkých hmot byla odvozena podmínka pro potřebný poměr tloušťky matrice a průměru jejich otvorů. Závisí na pevnosti granulí po vylisování.

granulace; tvarování; teorie granulace; krmné směsi; deformace směsí; součinitel bočního tlaku; třecí odpory v matici; lisovací tlaky; pevnost výlisků; tloušťka matrice; energetická náročnost procesu; řízení procesu

Granulace směsí partikulárních látek patří k základním technologickým procesům v různých průmyslových oborech, mezi nimi také v průmyslové výrobě krmiv. Je to proces velmi energeticky náročný, který je obtížné optimálně automaticky řídit. Problémem je sladit požadavky na mechanické vlastnosti granulí, výkonnost stroje a co nejmenší měrnou spotřebu energie.

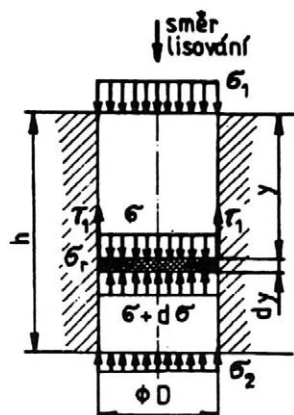
Na mechanické vlastnosti granulovaných krmiv je několik do jisté míry protichůdných požadavků. Granule mají být pevné, aby vznikl jen malý odrol při granulaci a následné manipulaci po zchlazení, ale tvrdé jen tak, aby nebyl omezován jejich příjem a rozpad v žaludečních zvířatech. Pro jejich splnění musí být hledán kompromis.

Průběh procesu granulace i vlastnosti výsledného produktu ovlivňuje podstatným způsobem několik fyzikálních charakteristik materiálu. Poznání jejich vlivu a vzájemných vztahů umožňuje vytvořit dostatečně přesný matematický model pro automatické řízení procesu počítačem.

Snadno přístupnými signály pro řízení procesu in line jsou: intenzita plnění stroje materiálem, příkon k pohonu stroje, teplota a tlak páry a údaje o jejím regulovaném přívodu. Signál o mechanických vlastnostech výlisků se v průběhu procesu velmi obtížně získává bez přímé účasti člověka. Fyzikální charakteristiky závisejí na složení směsí, na vlastnostech komponentů a na množství, teplotě a tlaku přidávané vodní páry. Nejvíce zastoupenými komponenty jsou obilní šroty.

Při studiu vlivů některých fyzikálních charakteristik byly získány nové poznatky o dějích při granulaci, které upřesňují některé dosavadní představy o ní (Schwanhart, 1969; Sitkei, 1986). Mohou se využít ke zpřesnění výpočtů matic granulátorů (Melnikov et al., 1969; Opočenský, 1971). Byly teoretickým podkladem

1. Schéma napětí působících na materiál v lisovacím kanále a označení veličin – A diagram of tensions acting on the material in the pressing channel and the designation of quantities.



při hledání možnosti úspory energie na granulaci v krmivářském průmyslu (Novotný et al., 1988).

ZÁKLADNÍ TEORIE TVAROVÁNÍ S TECHNICKOU APLIKACÍ

Základní rovnice tvarovacího pochodu řeší případ lisování pružného materiálu v tuhém válci s pevným protilehlým čelem. Stlačený materiál vyvíjí na stěny válce boční tlak, který je příčinou vzniku tečných třecích napětí. Schéma působících napětí je na obr. 1. Platí vztahy

$$\delta_r = \bar{n} \delta, \quad (1)$$

$$\tau_1 = f_1 \delta_r, \quad (2)$$

kde: δ – střední tlak v rovině kolmé k ose lisovacího kanálu,
 δ_r – boční tlak na stěny,
 $\bar{n}$ – střední součinitel bočního tlaku,
 f_1 – součinitel tření o stěny lisovacího kanálu,
 τ_1 – tečné třecí napětí na stěně.

Mechanismus vzniku bočního tlaku závisí na pohyblivosti kontaktů mezi zrny. Součinitel bočního tlaku se nejčastěji počítá ze zobecněného Hookeova zákona. Pro tuhou matici je

$$\bar{n} = \nu / (1 - \nu) \quad (3)$$

kde: ν – Poissonovo číslo lisovaného materiálu.

Za nízkých tlaků, kdy jsou kontakty dobře pohyblivé, lze pro ideálně sypký materiál a kruhový průřez válce odvodit

$$\bar{n} = \left\{ 1 + 2f^2 + 4f^2 \sqrt{1 + f^2} [1 - \cos^3(\arcsin(f_1/f))] / 3f_1^2 \right\}^{-1}, \quad (4)$$

kde: f – součinitel vnitřního tření materiálu.

Při větším stlačení lze f nahradit směrnicí přímky efektivních mezí kluzu (Jenike et al., 1958).

Ze silové rovnováhy objemového elementu o výšce dy plyne podle obr. 1 diferenciální rovnice

$$\frac{d\sigma}{\delta} = -f_1 \bar{n} \frac{dy}{r_h}, \quad (5)$$

kde: y – délková souřadnice ve směru lisovacího kanálu,
 r_h – hydraulický poloměr kanálu; pro kruhový průřez o průměru D je $r_h = D/4$.

Jestliže jsou $\bar{n}$ a f_1 konstantní, pak

$$\delta = \delta_1 \exp(-f_1 \bar{n} y / r_h), \quad (6)$$

kde: δ_1 – maximální lisovací tlak pro $y = 0$.

Rovnice (6) se nabízí k využití pro výpočet tloušťky matric. Označí-li se tlak ve vzdálenosti h , odpovídající tloušťce matrice, symbolem δ_2 , je poměr tloušťky k průměru otvoru v matrici

$$\frac{h}{D} = \frac{\ln(\delta_1 / \delta_2)}{4f_1 \bar{n}}. \quad (7)$$

Autoři (Melnikov et al., 1969) kladou pro účely výpočtu $\delta_2 = 1$. Protože je problematické dosazovat za δ_2 danou konkrétní hodnotu, je nutné pro ni najít přesnější a fyzikálně zdůvodněné kritérium.

Potřebné jsou také přesnější informace o tlakové nebo deformační závislosti $f_1 \bar{n}$. Na základě experimentů ji lze posoudit z upravené rovnice (7), protože δ_1 , δ_2 a h jsou snadno měřitelné. Podél výšky h je průměrně

$$(f_1 \bar{n})_{\text{st}} = \frac{r_h}{h} \ln \frac{\delta_1}{\delta_2} \quad (8)$$

kde: $(f_1 \bar{n})_{\text{st}}$ – vysvětleno v tab. I.

Mechanické chování materiálu se mění s tlakem. Je nutné si uvědomit, že v otvorech matric granulátorů se již materiál nestlačuje, ale jde naopak o určitou expanzi stlačeného materiálu při postupném poklesu tlaku. Toto se často neuvažuje.

Maximální tlak δ_1 a výška lisované vrstvy h nejsou nezávislé. Průběh lisování je ovlivněn také deformačním chováním směsi. Jeho popis lze zobecnit diferenciální rovnicí (Fed a, 1977)

$$d \left(\frac{\Delta h}{h_0} = C \frac{d\delta}{\delta^\alpha} \right), \quad (9)$$

kde: C – součinitel stlačitelnosti,
 α – exponent, vyjadřující intenzitu strukturálních změn (při $\alpha = 0$ změny nenastávají),
 h_0 – výška vrstvy stlačené počátečním tlakem δ_0 ,
 Δh – změna výšky vrstvy stlačovaného materiálu.

Rovnice (9) je přímo použitelná, jestliže se příliš neuplatňuje tření o stěny nádob, např. k popisu deformace nízkých vrstev. Při stlačování v úzkém válci není možné vliv vnějšího tření zanedbat. Z rovnic (5) a (9) lze odvodit

$$d\varepsilon = -\frac{f_1 \bar{n}}{r_h} \frac{C}{\delta^{\alpha-1}} \exp \left[+\frac{f_1 \bar{n}}{r_h} (\alpha - 1)y \right] dy, \quad (10)$$

kde: ε – lokální relativní deformace ve vzdálenosti y od roviny působení maximálního tlaku δ_1 .

Maximální relativní deformace v rovině působení σ_1 je řešením rovnice (9)

$$\varepsilon_{\max} = \frac{C}{\alpha - 1} \left[1/\delta_0^{\alpha-1} - 1/\delta_1^{\alpha-1} \right]. \quad (11)$$

Průměrná relativní deformace způsobená tlakem δ_1 je

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\Delta h}{h_0} = \frac{1}{h} \int_0^h \varepsilon dy. \quad (12)$$

Relativní deformace ε je řešením diferenciální rovnice (10) s podmínkou (11). Pro $\alpha \neq 1$ dostáváme

$$\varepsilon = \varepsilon_{\max} - \frac{C}{(\alpha - 1)\delta_1^{\alpha-1}} \left[\exp \left(\frac{f_1 \bar{n}}{r_h} (\alpha - 1)y \right) - 1 \right]. \quad (13)$$

Po integraci, aproximaci exponenciály třemi členy Maclaurinovy řady a úpravě dostáváme

$$\frac{\Delta h}{h_0} = C \cdot \frac{\ln \frac{\delta_1}{\delta_0} - \frac{1}{2} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0}{1 - \frac{C f_1 \bar{n}}{2 r_h} h_0} \quad (\text{pro } \alpha = 1), \quad (14)$$

$$\frac{\Delta h}{h_0} = 1 - \frac{1 - \frac{C}{\alpha - 1} \left[(1/\delta_0^{\alpha-1}) - (1/\delta_1^{\alpha-1}) \right]}{1 - \frac{1}{2!} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0 C / \sigma_1^{\alpha-1}} \quad (\text{pro } \alpha \neq 1). \quad (15)$$

K experimentálnímu určení materiálových konstant C a α je vhodnější použít derivovanou rovnici (15), protože ji lze již pro nepříliš vysoké tlaky δ_1 snadno linearizovat. Platí

$$\frac{d\delta_1}{d\bar{\varepsilon}} = \frac{1}{C} \delta^\alpha \frac{\left(1 - \frac{1}{2!} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0 C / \delta_1^{\alpha-1} \right)^2}{1 + [(\alpha - 1) - C / \delta_0^{\alpha-1}] \frac{1}{2!} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0}. \quad (16)$$

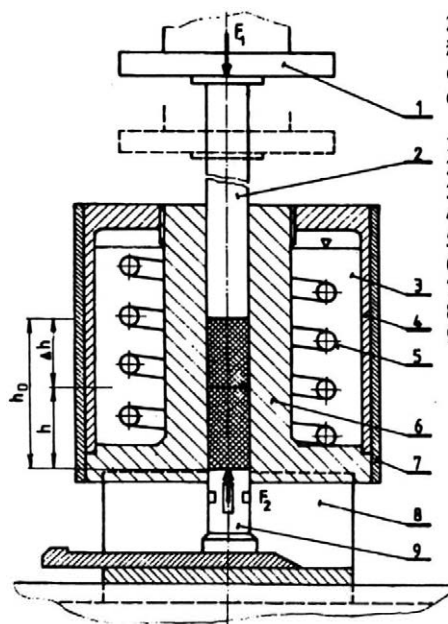
Pro $\alpha = 1$ platí rovnice (16) přesně.

Deformační energie na stlačení jednotky hmoty v nízké vrstvě tlakem δ_1 je

$$w_d = \frac{C}{\rho_2} \int_0^{\delta_1} \frac{d\delta}{\delta^{\alpha-1}} = \frac{C}{(2 - \alpha)\rho_2} \delta_1^{2-\alpha} \quad (\text{pro } \alpha < 2). \quad (17)$$

Měrná práce třecích sil při protlačování materiálu otvory v matici je

$$w_t = \frac{\delta_1}{\rho_2} \left[1 - \exp \left(-\frac{\bar{n} f_1}{r_h} h \right) \right]. \quad (18)$$



2. Zjednodušený výkres sestavy lisovacího přístroje použitého ke studiu tvarování sypkých krmiv – A simplified drawing of the pressing machine used to study the shaping of loose feeds.

- 1 – horní hlava trhačského stroje
- 2 – pohyblivý lisovací píst
- 3 – olejová náplň
- 4 – vnější plášť
- 5 – měděná trubka s izolovaným topným vodičem
- 6 – silnostěnný ocelový válec
- 7 – tepelné izolace
- 8 – těleso podstavce
- 9 – nepohyblivé čelo s tenzometrickým snímačem

Součtu obou uvedených energií (w_d, w_l) je úměrný příkon granulátoru. V obou rovnicích (17), (18) je ρ_2 objemová hmotnost materiálu stlačeného na výšku h .

EXPERIMENTÁLNÍ ZAŘÍZENÍ

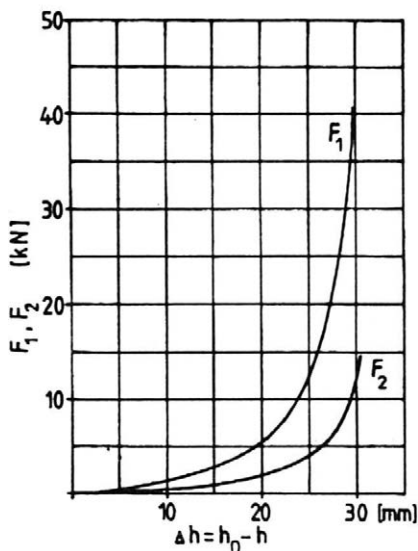
K experimentálnímu studiu lisování krmných směsí byl zkonstruován speciální lisovací přístroj. Je zjednodušeně znázorněn na obr. 2. Jeho hlavní částí je tlustostěnný ocelový válec o tloušťce stěny 24 mm a pohyblivý píst o průměru 21 mm. Délka válce je 150 mm. Protilehlým čelem je tenzometrický snímač téhož průměru. V průběhu lisování je zasunut asi 5 mm do válce. Tlustostěnný válec je obklopen ocelovým, tepelně izolovaným pláštěm. V prostoru mezi válcem a pláštěm je topné těleso ponořené do transformátorového oleje. Topné těleso je tvořeno spirálou z měděné trubky s vloženým odporovým drátem izolovaným keramickými izolátory. Ohřev oleje se reguluje na nastavenou teplotu, kterou snímá NTC termistor. Horní pohyblivý píst je během měření spojen s odporovým snímačem polohy.

Přístroj byl zkonstruován pro práci pod trhačím strojem na zkoušení kovů, pomocí něhož se na pohyblivý píst vyzvojuje lisovací síla F_1 . Píst stlačuje předem odvážený vzorek materiálu nasypáný do válce. Maximální používaná síla F_1 byla asi 40 kN, což odpovídá lisovacímu tlaku asi 120 MPa. Trhačí stroj neumožňoval konstantní rychlost deformace.

Síla F_2 působící na čelo dolního stacionárního pístu byla v průběhu experimentu zaznamenávána v závislosti na dráze horního pístu pomocí souřadnicového zapisovače. Hodnoty současně působící síly F_1 byly na záznam klíčovány operátorem ve formě pravidelných značek podle údajů stupnice trhačího stroje. Záznam z měření tedy nesl informaci také o závislosti F_1 na deformaci, která pak byla samostatně zaznamenána do grafu.

Materiál nasypáný do válce byl před experimentem standardně stlačen tlakem $\delta_o = 70$ kPa na počáteční výšku h_o .

3. Příklad závislosti sil na čelech pístů deformujících sykou krmnou směs ve válci na způsobené celkové deformaci; platí pro směs DOB o vlhkosti 9,8 %; počáteční výška vrstvy 57 mm, průměr válce 21 mm – (označení: F_1 - lisovací síla na pohyblivý píst; F_2 - síla na protilehlý stacionární píst; Δh - celková deformace vrstvy) – An example of the dependence of forces at the fronts of the pistons deforming a loose feed mixture in a cylinder on the inflicted total deformation; this particular case represents the DOB mixture with a 9.8 % moisture content; initial layer thickness 57 mm, cylinder diameter 21 mm (symbols: F_1 - pressing force on the movable piston; F_2 - force on the opposite stationary piston; Δh - the total deformation of the layer)



TESTOVANÉ MATERIÁLY A METODY MĚŘENÍ

Měření byla provedena na průmyslově vyráběných krmných směsích DOB a BR2 a u různých velikostních frakcí ječného šrotu s malou příměsí pšenice. Velikostní frakce byly odděleny síťováním.

Bylo provedeno několik typů měření. Zjišťovalo se celkové deformační chování směsí, charakter změn součinu $(f_1 \bar{n})_{st}$ s tlakem a deformací, vzájemné závislosti pevnosti v tlaku, objemové hmotnosti (hustoty) výlisků a měrné práce potřebné k lisování ve válci. U některých veličin nebo závislostí byl zkoumán vliv teploty, vlhkosti a zrnitosti lisovaného materiálu.

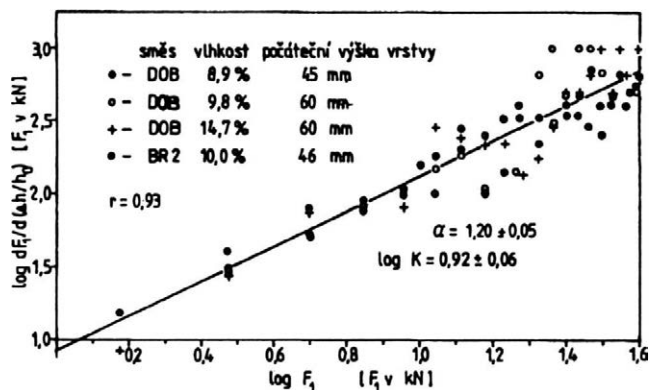
Pro studium deformačního chování ječného šrotu byly užity frakce ve velikostním rozmezí 0,500 - 2,500 mm, 0,365 - 0,500 mm a menší než 0,365 mm. Pro testy vlivu velikosti částic na pevnost výlisků bylo užito užších velikostních rozmezí se středem x_i uvedeným dále v závorce:

1,600 - 2,000 mm	($x_i = 1,800$ mm)
1,000 - 1,250 mm	($x_i = 1,125$ mm)
0,500 - 0,630 mm	($x_i = 0,565$ mm)
0,250 - 0,400 mm	($x_i = 0,325$ mm)
0,180 - 0,200 mm	($x_i = 0,190$ mm)

V době experimentu měla směs BR2 vlhkost 10,0%, směs DOB vlhkost 8,9%, 9,8% a 14,7%. Ječný šrot byl zvlhčen na 14,5% nebo 17,0%. Vlhčení bylo prováděno jemným rozstříkem vypočteného množství vody na materiál, který byl promíchán a při pokojové teplotě v utěsněném igelitovém obalu ponechán 24 h, aby se vlhkově vyrovnal. Konečná vlhkost byla stanovena vázkově s vysušením v sušárně při 105° C.

Způsob měření tlaků a deformací sloupců sykových materiálů byl popsán spolu s lisovacím přístrojem. Objemová hmotnost lisovaného materiálu a výlisků byla počítána z hmotnosti a rozměrů vzorků při stlačení, energie k lisování se určovala planimetricky z deformačních křivek $F_1 - \Delta h$.

4. Výsledky experimentů k posouzení deformačního zákona měřených sypkých směsí a určení jeho konstant (označení: F_1 - lisovací síla; $\Delta h/h_0$ - celková relativní deformace; α - exponent u tlaku v tlakové závislosti přetvárného modulu) - Results obtained in experiments aimed at estimating the deformation law of the examined loose mixtures and at determining its contents (symbols: F_1 - pressing force; $\Delta h/h_0$ - the total relative deformation; α - the exponent of pressure in pressure dependence of the deformational module).



Nápretí na mezi pevnosti výlisků bylo počítáno z maximální síly na jejich deformačních křivkách a z ploch jejich příčného průřezu. Deformační křivky výlisků ze směsí byly měřeny na testovacím stroji fy Amsler, výlisků z frakcí obilního šrotu na stroji fy Instron.

VÝSLEDKY

Deformační chování směsí dokumentují křivky na obr. 3. Základní charakter křivek byl podobný ve všech experimentech.

Materiálové konstanty α , C byly stanoveny za použití upraveného vztahu (16)

$$\log \frac{dF_1}{d(\Delta h/h_0)} = \log K + \alpha \log F_1, \quad (19)$$

kde:

$$K = \frac{1}{CS^{\alpha-1}} \frac{\left(1 - \frac{1}{2} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0 C / \delta_1^{\alpha-1}\right)^2}{1 + [(\alpha - 1) - C / \delta_0^{\alpha-1}] \frac{1}{2} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_0}, \quad (20)$$

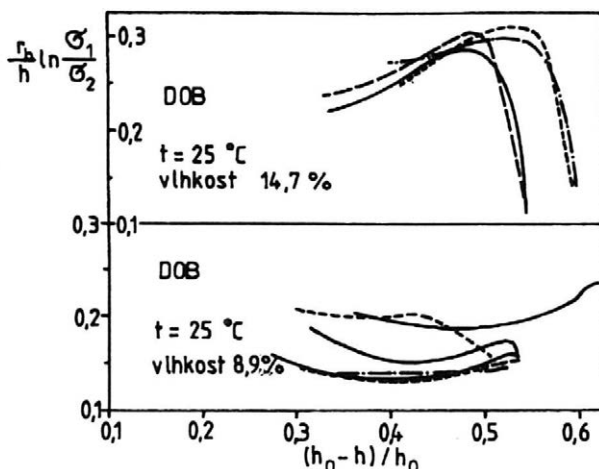
S - plocha čela lisovacího pístu.

Na obr. 4 jsou vyneseny výsledky čtyř deformačních testů s oběma uvedenými směsmi při různé počáteční vlhkosti a při různé výšce sloupce materiálu h_0 . V rámci experimentálních chyb není ve výsledcích žádný rozdíl; proto bylo možné proložit body společnou přímkou s koeficientem korelace 0,93. Její směrnice $\alpha = 1,20 \pm 0,05$, úsek na svislé ose $\log K = 0,92 \pm 0,06$ (pro F_1 v kN), tj. $K = 2,09 \pm 0,03 \text{ N}^{-0.2}$, $K' = KS^{\alpha-1} = 0,425 \pm 0,006 \text{ Pa}^{0.2}$.

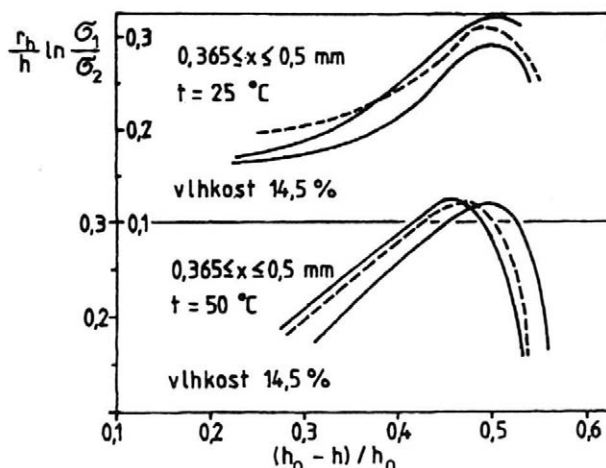
Z následujících grafů je patrný charakter změn součinitele tření o stěny f_1 a součinitele bočního tlaku $\bar{n}$ s deformací. Lokálně se relativní deformace mění s y přibližně lineárně, protože α je blízké jedné. Měření byla prováděna za různých podmínek a všechna dokazují, že součin obou veličin je podle očekávání tlakově závislý. Hodnocení bylo provedeno podle rovnice (8).

Obr. 5 ukazuje vliv vlhkosti na $(f_1 \bar{n})_{st}$. Sušší materiál vykazuje s deformací poměrně malé změny, u vlhčího jsou změny podstatně výraznější. Hodnota $(f_1 \bar{n})_{st}$ nejprve roste k maximum a pak v oblasti maximálních tlaků prudce klesá.

5. Závislost součinu $(f_1 \bar{n})_{\text{st}} = (r_h/h) \ln (\delta_1/\delta_2)$ na relativní deformaci pro směs DOB o různé vlhkosti při stejné počáteční teplotě 25 °C – The dependence of the product $(f_1 \bar{n})_{\text{st}} = (r_h/h) \ln (\delta_1/\delta_2)$ on the relative deformation for the DOB mixture of varying moisture content at the same initial temperature of 25 °C.



6. Závislost součinu $(f_1 \bar{n})_{\text{st}} = (r_h/h) \ln (\delta_1/\delta_2)$ na relativní deformaci pro frakci ječného šrotu s částicemi v rozmezí $0,365 \leq x \leq 0,500$ mm, vlhkosti 14,5 % a teplotách 25 a 50 °C – The dependence of the product $(f_1 \bar{n})_{\text{st}} = (r_h/h) \ln (\delta_1/\delta_2)$ on relative deformation for the fraction of ground barley with particles in a range $0.365 \leq x \leq 0.500$ mm, moisture content 14.5 %, and temperatures 25 and 50 °C.



Průběh závislosti je ovlivněn také teplotou směsi. Obr. 6 ukazuje některé výsledky pro frakci ječného šrotu 0,365 - 0,500 mm naměřené při dvou počátečních teplotách 25 a 50 °C a stejné počáteční vlhkosti 14,5 %. Zvýšená teplota zvýrazňuje tlakovou závislost $(f_1 \bar{n})_{\text{st}}$ podobně jako vlhkost. U propařených směsí lze při vyšších tlacích očekávat pokles součinu obou veličin pod 0,1.

Vliv na deformační závislost $(f_1 \bar{n})_{\text{st}}$ má také velikost částic materiálu (obr. 7). Proces lisování velmi jemných částic byl nestabilní.

V tab. I jsou shrnuty průměrné hodnoty $(f_1 \bar{n})_{\text{st}}$ pro obě směsi při každé z uvedených vlhkostí. Údaje pocházejí vždy z dvanácti záznamů deformačních křivek. Tabulka uvádí také hodnoty objemové hmotnosti směsí při předběžném stlačení konsolidační silou 70 kPa a při tlaku 100 - 120 MPa, dále rozmezí naměřených pevností výlsků a hodnoty měrné deformační práce dodané při maximálním stlačení. Hodnoty objemové hmotnosti při stlačení, pevnost a měrná deformační energie vykázaly vzájemnou

I. Veličiny charakterizující materiál a proces lisování krmných směsí v ocelovém válci [označení: $(f_1 \bar{n})_{st}$ – průměrná hodnota součinu součinitele tření materiálu o stěny válce a součinitele bočního tlaku, ρ_1 – objemová hmotnost směsi před lisováním (stlačené počátečním konsolidačním tlakem 70 kPa), ρ_2 – objemová hmotnost směsi při maximálním stlačení tlakem 100 - 120 MPa, δ_d – pevnost výtlisků v tlaku, w – dodaná maximální měrná deformační energie] - Quantities characterizing the material and the process of pressing the feed mixtures in a steel cylinder [symbols: $(f_1 \bar{n})_{st}$ – mean value of the product of the coefficient of friction of the material with cylinder walls and the coefficient of lateral pressure, ρ_1 – bulk density of the mixture before pressing (pressed with an initial consolidation pressure of 70 kPa), ρ_2 – bulk density of the mixture at maximum compression with a pressure of 100 - 120 MPa, δ_d – the pressure strength limit of extruded granules, w – the supplied maximum specific deformation energy].

Veličina	Druh směsi a její vlhkost			
	DOB [%]			BR2 [%]
	8,9	9,8	14,7	10,0
$(f_1 \bar{n})_{st}$	0,17 ± 0,03	0,19 ± 0,04	0,23 ± 0,06	0,20 ± 0,02
ρ_1 [kg.m ⁻³]	660 ± 40	650 ± 30	620 ± 30	750 ± 10
ρ_2 [kg.m ⁻³]	1470 ± 230	1500 ± 80	1470 ± 40	1410 ± 40
ρ_d [MPa]	1,1 až 5,8	2,7 až 5,8	4,6 až 5,8	1,1 až 1,9
w [kJ.kg ⁻¹]	7,1 až 18,0	9,2 až 12,4	7,1 až 9,0	8,7 až 12,8

kladnou korelační závislost, s korelačními koeficienty 0,51 až 0,98. Kromě dvou nejnižších hodnot jsou koeficienty statisticky průkazné. Rozdíly v dodané měrné deformační energii byly způsobeny lisováním nestejných množství materiálu při rozdílné počáteční výšce vrstvy. Třecí síly byly překonávány na rozdílné dráze. Průměrné hodnoty $(f_1 \bar{n})_{st} = 0,20$ bylo použito k výpočtu součinitele stlačitelnosti C . Úpravou rovnice (20) se pro něj dostane

$$AC^2 - BC = 0, \quad (21)$$

$$\text{kde:} \quad A = K' a \delta_0^{\alpha-1} + (a / \delta_1^{\alpha-1})^2, \quad (22)$$

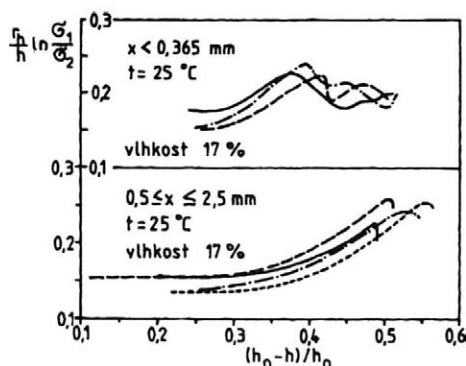
$$B = K' [1 + a (\alpha - 1)] + 2a / \delta_1^{\alpha-1} \quad (23)$$

$$a = \frac{1}{2} \frac{f_1 \bar{n}}{r_h} h_o. \quad (24)$$

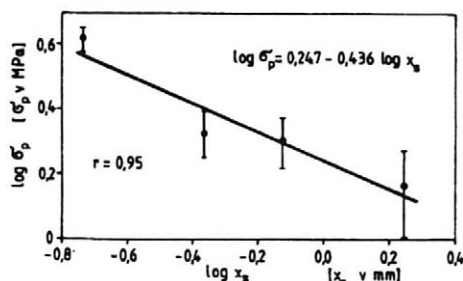
Relativní velikost členů se δ_1 je malá. Při výpočtu C byla dosazena průměrná hodnota $\sigma_1 = 45,2$ MPa. Vypočtený součinitel $C = 2,13$ Pa^{0,2}.

Zpevňování granulí použitím vyšších tlaků je ekonomicky nevýhodné. Proto byl zkoumán vliv velikosti částic směsi na pevnost. Byl k tomu použit (pokud jde o složení) jednoduchý materiál – úzké velikostní frakce čistého obilního šrotu o vlhkosti 17,0 %, jejichž velikostní rozmezí bylo uvedeno v charakteristice materiálů. Lisování proběhlo při teplotě 25° C. Výsledky jsou vyneseny do grafu (obr. 8). Logaritmus pevnosti v tlaku vykázal lineární závislost na logaritmu středního rozměru zrn s koeficientem korelace 0,95, což umožňuje popsat výsledek empirickou rovnicí

$$\delta_d = 1,77 x_r^{-0,436} \quad [\text{MPa}, \text{mm}]. \quad (25)$$



7. Průběhy závislosti $(f_1 \bar{n})_{st} = (r_h / h) \ln (\delta_1 / \delta_2)$ na relativní deformaci dvou velikostních frakcí částic ječmene šrotu, 0,500 až 2,500 mm a menších než 0,365 mm, o vlhkosti 17 % a počáteční teplotě 25 °C – Courses of dependences $(f_1 \bar{n})_{st} = (r_h / h) \ln (\delta_1 / \delta_2)$ on relative deformation of two sizes of the particles of ground barley that is from 0.500 to 2.500 mm, and smaller than 0.365 mm, with water content of 17 %, and initial temperature 25 °C.



8. Závislost pevnosti tlaku δ_d výlisků z ječmene šrotu vyrobených při vlhkosti 17 % na střední velikosti částic frakce – The dependence of the pressure strength limit δ_d of compacts from ground barley at a moisture content of 17 % on the mean size of the fraction particles.

Materiál byl v těchto experimentech stlačen stálým maximálním tlakem 115 MPa. Měrná deformační práce závisela na velikosti částic.

Vypočtená měrná deformační práce na stlačení směsi je podle rovnice (17) při maximálním lisovacím tlaku $\delta_1 = 110$ MPa rovna $w_d = 4,9$ kJ.kg⁻¹; je tedy menší než při lisování v úzkém válci (tab. I).

DISKUSE A ZÁVĚRY

Modul přetvárnosti δ^α / C odpovídá přibližně hodnotám, jaké uvádí Schwanerhart (1969) pro Youngův modul krmné mouky. Objemové hmotnosti při maximálním stlačení odpovídají hustotám velmi sklovitých obilných zrn (Hnilica, 1988); jsou důkazem velké plastické deformace částic při tlacích kolem 100 MPa. Pevnost endospermu ječmene o vlhkosti asi 11,5 % je 50 až 70 MPa (Hnilica, 1988).

Závislosti součinu $(f_1 \bar{n})_{st}$ na deformaci svědčí o změně mechanismu vzniku bočního tlaku. Hodnoty naměřené za nízkých tlaků (obr. 5 až 7) jsou blízké hodnotám vypočteným z rovnice (4) po dosazení dostupných hodnot součinitele tření: Zencov (1964) uvádí u obilní mouky $f = 0,57$ až 1,16, při jejím tření po oceli $f_1 = 0,49$ až 0,65. Pro otruby udává $f = 1,14$ a f_1 při tření po oceli 1,00 až 1,44. Hodnoty platí pro skladovací vlhkost. Pro mouku vyjde v průměru $\bar{n} = 0,22$ a pro otruby $\bar{n} = 0,11$. Součin $f_1 \bar{n}$ je pro oba materiály blízký 0,13.

S rostoucí plastickou deformací přestává převládat vliv posuvů částic na deformační chování. Součin $(f_1 \bar{n})_{st}$ roste až nad 0,3. Pokud se f_1 ještě příliš nemění a lze uvažovat alespoň přibližně uvedených 0,57, dosahuje součinitel bočního tlaku obvyklé hodnoty kolem 0,55. Ta odpovídá Poissonovu číslu směsi kolem 0,35. Poissonovo číslo a s ním $\bar{n}$ roste s poklesem stlačitelnosti, čímž lze vysvětlit počáteční fázi růstu $(f_1 \bar{n})_{st}$ se stlačením.

Následný pokles hodnot tohoto součinu (obr. 5 a 6) (hlavně u materiálů o vyšší vlhkosti a při vyšší teplotě) zřejmě souvisí s působením vysokých tlaků na vytlačovací kapilárně vázané vody a pravděpodobně i vody absorpčně vázané v polymolekulárních vrstvách. Z publikovaných údajů (Čmýr, 1972) je zřejmé, že se voda v endospermu váže do vlhkosti asi 9 % v monomolekulární vrstvě, při 14 až 15 % se začíná objevovat kapilární vazba.

Pokles součinitele tření s teplotou při vyšších tlacích může také souviset s uvolňováním vazby vody. Termodynamický potenciál vody s teplotou roste a klesá její povrchové napětí. Při vyšších teplotách také dochází k mazovatění škrobu. Použitá teplota 50 °C je ve srovnání s obvyklými teplotami při granulaci krmiv nízká, ale zvyšuje se poněkud přeměnou deformační energie na teplo. Za předpokladu adiabatické přeměny by při měrném teple asi 1,34 kJ.kg⁻¹ (udaná hodnota je měrné teplo obilního zrna, jak uvádí Baeyer (1982) a dodané práci $w \approx 13 \text{ kJ.kg}^{-1}$ došlo k ohřátí asi o 10 °C. Při 60 °C již mohou menší škrobová zrna, ulpělá na povrchu částic materiálu, začít mazovatět a snižovat kluzné tření o matici.

Měrná energie w_i na protlačení směsi otvory o průměru 8 mm v matici o tloušťce 40 mm tlakem 110 MPa je podle rovnice (18) a za předpokladu $(f_1 \bar{n})_{\text{eff}} = 0,1$ rovna 65,0 kJ.kg⁻¹. Celková měrná energie na vlastní granulaci je $w_d + w_i = 70 \text{ kJ.kg}^{-1} = 19,4 \text{ kWh.t}^{-1}$ a odpovídá měrné spotřebě energie naměřené se směsí A1 na granulátoru v provozu, s maticí s otvory průměru 5 mm. Při použití směsi CDP byla spotřeba 21,2 kWh.t⁻¹ (Novotný, 1988). Výsledky potvrzují skutečnost, že maximální granulární tlaky jsou kolem 100 MPa. Literatura uvádí hodnoty značně nižší, kolem 30 MPa (Čurda, Mulač, 1980), ale i vyšší, až 157 MPa (Schwanhart, 1969). Složka třecích energetických ztrát je řádově vyšší než ztrát deformačních. Vypočtené měrné spotřebě energie odpovídá adiabatický ohřev asi o 95 °C.

V diskusi mechanismů zpevňování granulí je zajímavé srovnat empirickou rovnici (25) s Rumpfovým a Smithovým vzorcem pro pevnost výlisků (Rumpf, 1958)

$$\delta_i = \frac{1-p}{\pi} m x_i^{-2} F_i, \quad (26)$$

kde: δ_i – tahová pevnost
 x_i – střední rozměr zrn
 p – poréznost
 F_i – obecná vazebná síla
 m – koordinační číslo sypké hmoty (střední počet kontaktů mezi částicemi).

Tahová a tlaková pevnost jsou úměrné.

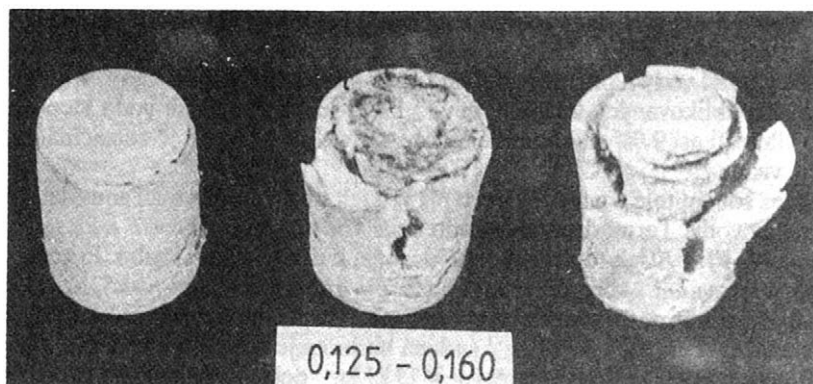
Rozdíly v poréznosti výlisků nebyly příčinou rozdílů v pevnosti, protože rozdíly v jejich hustotách byly malé a neprůkazné. Rozdíl v exponentech x_i v rovnicích (25) a (26) je proto zapříčiněn závislostí vazebné síly na velikosti částic.

Bylo naměřeno

$$F_1 \approx x_i^{1,5}. \quad (27)$$

Vazebné síly mohou působit jen v nejbližším okolí kontaktních plošek se sousedními zrny. Plošky se vytvoří plasticou deformací. Mohou to být síly van der Waalovy, kapilární síly aj. Za nejvýznamnější se považuje vazba vodíkovými můstky s povrchovými polárními skupinami polysacharidů a proteinů.

Naměřený výsledek může být interpretován pomocí následující úvahy:



9. Příklady porušení soudržnosti výlisků z jemnozrnných frakcí ječného šrotu během jejich vytlačování z lisovaného válce. Examples of the failure of the coherence of compacts from fine-particle fractions of ground barley during their extrusion from a pressurized cylinder

Poloměr kontaktu dvou pružných koulí o poloměru x_s je podle Hertzova řešení

$$r = \left(\frac{3\pi}{4} \frac{1 - \nu_m^2}{E_m} \cdot x_s \right)^{1/3} \cdot F^{1/3} \quad (28)$$

kde: E_m – Youngův modul

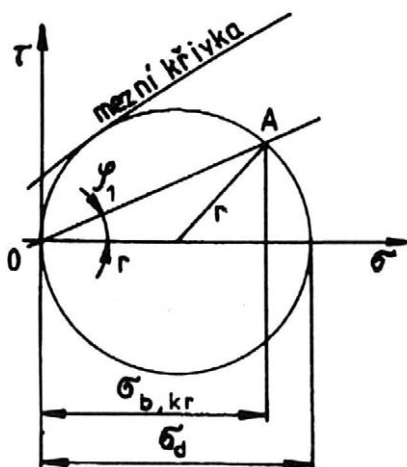
ν_m – Poissonovo číslo materiálu koulí.

U zatíženého vzorku je síla F přenášena jedním zrnem ležícím v rovině kolmému řezu úměrná x_s^2 . Poloměr kontaktní plochy bude proto úměrný první mocnině x_s . Při vysokých tlacích jsou deformace v blízkosti kontaktních plošek jak pružné, tak plastické. Vazebná síla musí být funkcí rozměrů zbytkové kontaktní plošky po odeznění pružné složky deformací.

Jestliže se bude v první aproximaci předpokládat přibližná úměra poloměru zbytkové plošky poloměru r podle předchozí rovnice (28), bude v případě platnosti $F_i \approx r^2$ platit $\delta_d \approx x_s^2$. V případě platnosti $F_i \approx r$ bude $\delta_d \approx x_s^{-1}$. Naměřená hodnota exponentu leží mezi 0 a -1. Lze proto konstatovat, že vazebné síly působí nejen na samotných kontaktních ploškách, ale i na obvodu v jejich nejbližším okolí. Původcem sil působících po obvodu jsou kapilární jevy. Je vidět, že pojiva nepřilíší viskózní za teplot granulace mohou zvýraznit závislost pevnosti granulí na velikosti částic.

Koordinátní číslo sytké hmoty závisí na distribuci velikostí částic, nikoliv na velikosti samotné. U přirozeně zrnitých materiálů je vyšší než u monodispersních (Fed a, 1977). Zvýšení počáteční teploty lisování z 25 na 50 °C mělo za následek zvýšení pevnosti výlisků o 23 %, zřejmě v důsledku zvýšených pojivových účinků zmazovatělého škrobu.

Nestabilita pochodu při lisování jemných částic (obr. 7) může být důsledkem přerušovaného pohybu části lisovaného sloupce a opakovaného lpění a klouzání po stěně válce, kdy se uplatňuje rozdíl v kinematickém a statickém součiniteli tření. Na základě naměřených výsledků je možné upřesnit způsob výpočtu matic granulátorů. Při výstupu z otvorů v matici granulátoru dochází v materiálu k rychlým změnám napjatého stavu. Normální tlaky v rovinách příčných řezů rychle klesají k nule, avšak boční tlak v tomto místě nemůže být a není nulový díky pružnosti a nabyté soudržnosti výlisku. Boční tlaky se stanou aktivními; spolu s třením o stěny mohou být příčinou porušení soudržnosti tvarované hmoty při výstupu a růstu odrolu (obr. 9). K tomuto jevu dochá-



10. Hlavní Mohrova kružnice pro mezní napjatý stav slisované sypké hmoty u volného povrchu; bod A určuje napjatý stav na stěně lisovacího kanálu (označení: δ_d - pevnost v tlaku; $\delta_{b,kr}$ - kritický boční tlak; φ_1 - úhel tření materiálu o stěny) - The main Mohr circle for the limiting tight status of pressed loose materials at free surface; the point A determines the tight status at the wall of the pressing channel (symbols: δ_d - compression strenght; $\delta_{b,kr}$ - critical lateral pressure; φ_1 - the angle of the friction between the material and the walls).

zelo při vytlačování výlisků z nejjemnějších frakcí obilního šrotu z válce lisovacího přístroje po vysunutí čela s tenzometrem.

Kritické podmínky pro uvedené porušení lze odvodit při použití mechanicky sypkých hmot. Výlisek lze totiž považovat za sypké těleso ze značně konsolidovaného materiálu se značnou soudržností. Pevnost takového tělesa je určena hlavní Mohrovou kružnicí procházející počátkem a dotýkající se mezní křivky. Kružnice znázorňuje mezní napjatý stav na volném povrchu tělesa, blízký situaci u výstupu z otvoru v matici. Tečná a normální napětí na stěně jsou dána průsečíkem kružnice s přímkou vedenou pod úhlem vnějšího tření φ_1 k ose δ . Průsečíkem je také určen kritický boční tlak

$$\delta_{b,kr} = \delta_d \cos^2 \varphi_1. \quad (29)$$

Situace je znázorněna na obr. 10. Z obrázku a z rovnic (1) a (6) plyne podmínka

$$\delta_d \cos^2 \varphi_1 > \bar{n} \delta_1 \cdot \exp(-f_1 \bar{n} h / r_h) \quad (30)$$

a z ní kritérium

$$\frac{h}{D} > \frac{1}{4f_1 \bar{n}} \ln \frac{\bar{n} \delta_1}{\delta_d \cos^2 \varphi_1}, \quad (31)$$

kde: δ_d - pevnost po vylisování, která závisí na lisovacím tlaku δ_1 .

Závislost δ_d na δ_1 v této práci nebyla měřena.

Kritérium lze porovnat s existující skutečností, nejsou však k dispozici přesné hodnoty pro směs propařenou obvyklým způsobem. Budou proto použity naměřené hodnoty. Průměrná hodnota $(f_1 \bar{n})_{pr}$ byla v oblasti nejvyšších tlaků také asi 0,2. Vezme-li koeficient tření $f_1 = 0,5$, vyjde výpočtem $\bar{n} = 0,4$. Pro lisovací tlak $\delta_1 = 110$ MPa a naměřenou pevnost výlisků $\delta_d = 1,5$ MPa vypočítáme $h/D = 4,5$. Nová matrice lisu GBL 600 vyráběného TMS Pardubice má pro otvory průměru 8 mm tloušťku 40 mm, tj. $h/D = 5$.

Příkon lisu velmi citlivě reaguje na δ_1 a tedy na $(f_1 \bar{n})_{pr}$, nereaguje však příliš citlivě na změnu deformačních vlastností charakterizovaných C a α , které se ani v použitém rozmezí vlhkostí příliš neměnily. Příkon lisu tím reaguje na propaření směsi, je-li intenzita plnění lisu konstantní.

Přesné vztahy popisující proces granulace musí obsahovat deformační nebo tlakovou závislost ($f_1 \bar{n}$), kterou je nutné s ohledem na naměřené výsledky popsat polynomm alespoň třetího stupně. Koeficienty polynomu budou pro každou skupinu směsí empirickou funkcí vlhkosti a teploty směsi. Závislost nebyla změřena, ale vliv přidávaného množství a termodynamického stavu páry na proces granulace je ze starších prací rámcově znám (Čurda, Novotný, 1967; Opočenský, 1971).

Literatura

- BAYER, J.: Ústní sdělení. 1982.
 ČMYR, A.: K teorii granulování kombinovaných na pressach s kolcevoj metricej. Mukomolnoelev. i kombokorm. Prom., 1972, č. 3, s. 27 - 28.
 ČURDA, K. - NOVOTNÝ, L.: Vyhodnocení vlivu různého tlaku páry při granulování. Krmivářství, 1967, č. 3, s. 106 - 108.
 ČURDA, K. - MULAČ, J.: Technologie výroby krmiv a úpravy plodin. Praha, SZN 1980.
 FEDA, J.: Základy mechaniky partikulárních látek. Praha, Academia 1977.
 HNILICA, P.: Reologie zrna v technologických procesech a manipulaci. Praha, MON 1988.
 JENIKE, A.W. - ELSEY, P.J. - WOOLEY, R. H.: Flow properties of bulk solids. Bull. Univ. Utah, 49, 1958, č. 23.
 MELNIKOV, S. V. - ANDREJEV, P. V. - BAZENKOV, V. P. - VAGIN, B. I. - ŽEVLAČOV, P. K. - FARBMAN, G. J.: Mechanizacija životnovodčeskich ferm. Moskva, Kolos 1969.
 NOVOTNÝ, L. a kol.: Snížení energetických vstupů technologických operací výroby krmných směsí. [Výzkumná zpráva]. Pečky, Výzkumný ústav krmivářského průmyslu a služeb 1988.
 OPOČENSKÝ, J.: Granulování sypkých hmot. Potravn. a chlad. Techn., 2, 1971, č. 11, s. 12 - 20.
 RUMPF, H.: Grundlagen und Methoden des Granulierens. Chem. Ing. Techn., 30, 1958, s. 144 - 158.
 SCHWANGHART, H.: Messung und Berechnung von Druckverhältnissen und Durchsatz in einer Ringkollert-Strangpresse. Aufbereit. Techn., 10, 1969, s. 713 - 722.
 SITKEI, G.: Mechanics of agricultural materials. Budapest, Akademiai Kiadó 1986.
 ZENKOV, R. L.: Mechanika nasypnych gruzov. Moskva, Mašinostrojenije, 1964.

Dodalo dne 12.3. 1991

HNILICA, P. (University of Agriculture in Praha): *Physical aspects of the granulation of feed mixtures and of its regulations*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 425 - 438.

This paper is a contribution to the theory of the process of granulation of loose materials of biological origin. The results obtained can be used in designing the granulation presses and in the regulation process. They were obtained in experiments with ground cereal and feed mixtures. A correction of deformation curves of loose materials, taking into account the friction with the walls of narrow shaping channels, has been inferred. A deformation law applicable to some feed mixtures has been defined and its constants have been determined. The dependence of the product of the coefficient of lateral pressure and the coefficient of external friction of the mixture having the steel surface on the deformation and pressure in range from 0 to 120 MPa has also been determined. It can be described in terms of polynome of at least the third order. Friction resistances during pressing the materials through openings in granulator matrices and power input necessary for granulator driving are dependent on this result. Specific energy consumption in the process corresponds to maximum pressures, higher than 1000 MPa. It depends on feed mixture composition and on its steaming with water vapour. The resistance of the extruded granules is approximately inversely proportional to the square root of the mean size of the particles of the pressed material. The ratio of the necessary thickness of the matrix and the diameter of its openings was inferred in experiments conducted with loose feeds. It is dependent on the resistance of the granules after pressing.

granulation; shaping; theory of granulation; feed mixtures; feed mixture deformation; lateral pressure coefficient; friction resistances in matrix; pressing pressures; the resistance of extruded granules; matrix thickness; energy consumption in the process; regulation of the process

Adresa autora:

Doc. ing. Petr Hnilica, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6-Suchbát

SKÚŠKY ZDRUŽENEJ ELEKTROHYDRAULICKEJ REGULÁCIE TROJBODOVÉHO ZÁVESU

Eva Kurucová, V. Ochodnický, M. Mancovič, I. Petranský

KURUCOVÁ, E. – OCHODNICKÝ, V. – MANCOVIČ, M. – PETRANSKÝ, I. (Závody ťažkého strojárstva, Výskumno-vývojový ústav a.s., Martin; Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra): *Skúšky združenej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu. Zeméd. Techn., 37, 1991 (8): 439 – 447.*

Príspevok nadväzuje na popis združenej elektrohydraulickej regulácie poľnohospodárskeho traktora a zaoberá sa výsledkami skúšok tejto regulácie. Popísaná je metodika skúšky traktora Z 162 45 rady UR IIC a taktiež metodika porovnávacích skúšok dvoch traktorov Z 123 45 rady UR IV. U porovnávacích skúšok sa dôraz kládol na meranie spotreby paliva. Uvádzaný systém metodík skúšok preukázal, že vytýčené ciele s pozitívnymi dopadmi na ekológiu a ekonomiu boli dosiahnuté. Skúšky taktiež poukázali na možnosti a uzly regulácie, ktoré je možné zlepšiť. Skúškami bola v 12. mesiaci 1990 ukončená I. etapa koncepčných zámerov. V súčasnosti je rozpracovaná II. a III. etapa riešenia regulačného a hydraulického systému traktora s cieľom ukončiť ho v roku 1991 a 1992.

poľnohospodársky traktor; združená regulácia; trojbodový záves; skúšky; metodika

V práci Kurucová a kol., (1991a) sme sa zaoberali popisom združenej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu a spaľovacieho motora. Po realizácii troch poľnohospodárskych traktorov s funkčnými vzormi regulácie boli uskutočnené na poľnohospodárskom družstve Járók pri Nitre a na poľnohospodárskom družstve Šalgovce pri Piešťanoch exploatačné skúšky. Regulácia bola zabudovaná do jedného poľnohospodárskeho traktora ťažkej rady UR IIC Z 162 45 a do dvoch poľnohospodárskych traktorov ľahkej rady UR IV Z 123 45. Pri skúškach rôzneho typu a počtu sa kládol dôraz na skúšanie orebnej súpravy (Kurucová a kol., 1991b; Petranský a kol., 1990).

METÓDA

Riešenie združenej elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu bolo podmienené okrem zaistenia všetkých funkcií, ktoré plní mechanicko-hydraulický systém regulácie (ďalej MHR), splnenie ďalších kritérií ako napríklad dodržanie parametrov kolísania hĺbky orby a pritom eliminovanie preklzu, dosiahnuté úspory pohonných hmôt apod.

S cieľom preukázať splnenie hore menovaných kritérií bola rozpracovaná metodika skúšok. Skúšky regulácie boli rozdelené na tri časti: stacionárne skúšky, agregáčne skúšky, prevádzkové skúšky.

Stacionárne skúšky pozostávali z nasledujúcich bodov:

- meranie presnosti nastavenia náradia s rôznou záťažou (polohovanie);
- meranie návratnosti náradia do predvolenej polohy pre rôzne záťaže;
- meranie časov rýchlozdvíhania a rýchlospúšťania;
- merania časov pomalého spúšťania a zdvíhania.

Skúšky v agregácii

Bolo rozhodnuté, že skúšky sa vykonajú s neseným štvorradičným pluhom a s poloneseným päťradičným pluhom na troch typoch pozemkov:

- pozemok s nehomogennou podložkou – rovinný,
- pozemok s terénnymi vlnami (dĺžka poľviny menšia ako dĺžka orebnej súpravy),
- svahovitý pozemok.

Prevádzkové skúšky boli realizované na poľnohospodárskom družstve Plavnica pri Starej Ľubovni. Skúška bola zameraná na sledovanie životnostných a spoľahlivostných parametrov.

Pred zahájením skúšok bol zmeraný výkon motora poľnohospodárskeho traktora cez vývodový hriadel a skontrolované a nastavené jednotlivé parametre podľa technických podmienok.

Vlastná práca

Na traktore sme monitorovali nasledujúce veličiny:

1. Poloha náradia voči rámu traktora, miesto merania – pravé horné rameno trojbodového závesu mechanizmu s vačkou,
 - spôsob merania – indukčný snímač polohy.
2. Otáčky spaľovacieho motora,
 - miesto merania – ozubený veniec zotrvačníka motora,
 - spôsob merania – indukčný snímač otáčiek.
3. Žiadané otáčky spaľovacieho motora,
 - miesto merania – pedál plynu,
 - spôsob merania – indukčný snímač polohy.
4. Sila v ťahadlách trojbodového závesu (ďalej TBZ),
 - miesto merania – ľavé a pravé dolné ťahadlo,
 - spôsob merania – tenzometrické snímače.
5. Poloha regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla,
 - miesto merania – vstrekovacie čerpadlo,
 - spôsob merania – indukčný snímač polohy.
6. Tlak v priamočarých hydromotoroch pracovných hydrauliky TBZ,
 - miesto merania – vstupné hydraulické vedenie vonkajších pracovných priamočarých hydromotorov (ďalej PHM),
 - spôsob merania – tenzometrický snímač tlaku typu TT rozsah 0 až 20 MPa.

Meracím magnetofonom sme zaznamenávali:

- skutočné otáčky spaľovacieho motora – n_m ,
- žiadané otáčky spaľovacieho motora – n_z ,
- polohu zasunutia regulačnej tyče h_t ,
- tlak v PHM – P_p ,
- polohu TBZ – H_1 ,
- silu v ťahadlách TBZ – $F_{LDT}, \sum F$,
- počet zásahov regulačného hydraulického systému.

Program skúšok

1. Pozemok rovinný s meniacou sa hutnosťou pôdy:
 - hĺbka orby – 30 cm,
 - meraný úsek – 100 m,
 - zaradený prevodový stupeň III/1-zajac, zaradený predný náhon.
- 1.1 Pluh štvorradičný nesený, predvolená regulácia:
 - a. polohová,
 - b. polohovo-rýchlostná,
 - c. zmiešaná, polohovo-silová (30 % silovej),
 - d. zmiešaná, silovo-polohová (60 % silovej),
 - e. silová.

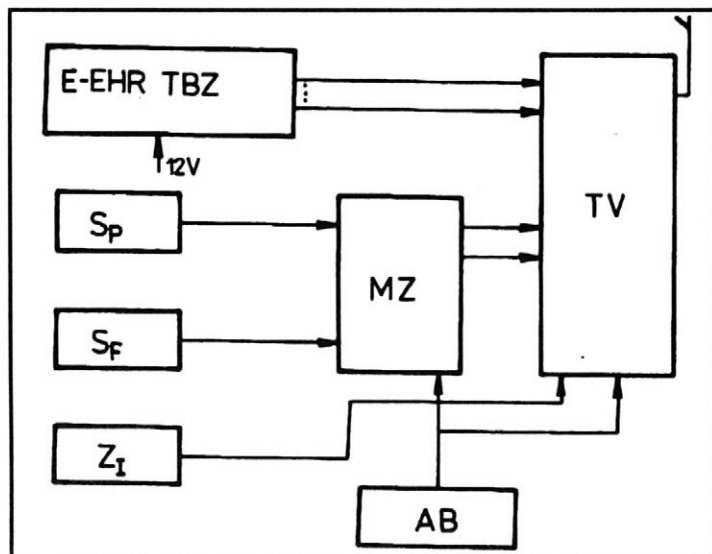
Každé meranie opakovať dvakrát, celkový počet meraní desať.

- 1.2 Zmena pluhu – pätradičný návesný, predvolená regulácia (detto bod 1.1). Zaradený prevodový stupeň II/1-zajac, zaradený predný náhon,
2. mena terénu, ďalej detto (1.1 a 1.2),
3. mena terénu, detto (1.1 a 1.2).

Vyššie uvedenou metodikou a postupom bol testovaný traktor Z 162 45 UR IIC so zabudovanou funkčnou vzorkou elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu (ďalej EHR TBZ). Metodika a postup merania oboch traktorov rady UR IV boli modifikované. Jednalo sa porovnávacie skúšky dvoch konštrukčne zhodných traktorov. Jedno vozidlo malo klasický mechanicko-hydraulický regulačný systém a druhé vozidlo malo elektrohydraulickú združenú reguláciu.

Merané veličiny boli rozšírené o meranie spotreby paliva – miesto merania – výstupná vetva z dopravného čerpadla paliva,

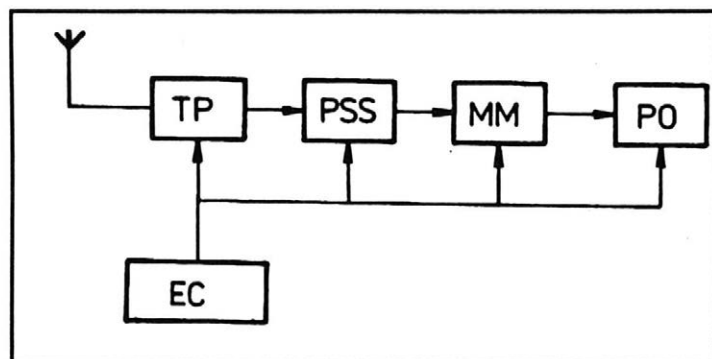
- spôsob merania – snímač prietoku s odmeriavaním množstva pretečeného paliva – FÖVÁROSI FI-NOMMECHANIKAI VALLALAT, Budapest.



1. Bloková schéma reťaza – vysielacia časť – Block diagram metering chain – transmitting part

E – EHR TBZ – elektronika elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu;
 Sp – snímanie tlaku TT 32 MPa, v.č. 4478 ZPA Jinonice;
 Sf – snímač sily (interná výroba);
 Zr – zdroj impulzov (interná výroba);
 MZ – merací zosilňovač 6 x PR9872, Philips – Holandsko;
 AB – akumulátorová batéria 12V, 150 Ah;
 TV – telemetrický vysielateľ K 1180, Kayser – SRN;

E – EHR TBZ – electronics of electrohydraulic control of three-point mounting;
 Sp – sensing of pressure TT 32 MPa, production number 4478, ZPA Jinonice;
 Sf – sensor of power (internal production);
 Zr – source of pulses (internal production);
 MZ – metering amplifier 6 x PR9872, Philips, Netherlands;
 AB – accumulator battery 12 V, 150 Ah;
 TV – telemetering transmitter K 1180, Kayser – Germany;

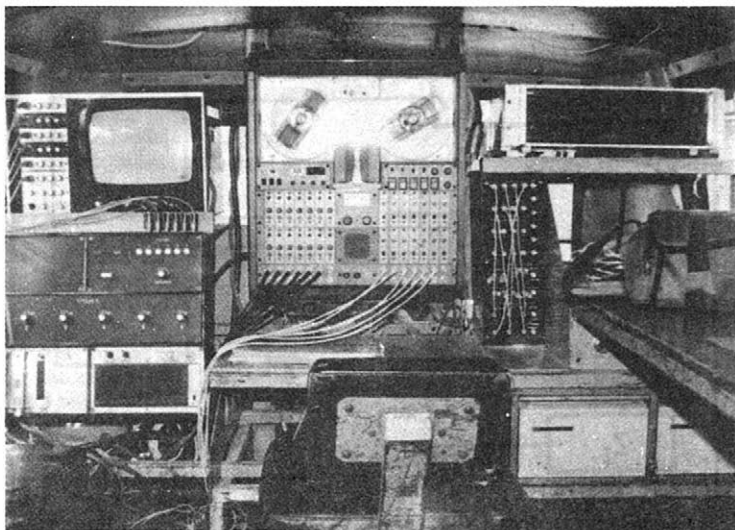


2. Bloková schéma meracieho stanovišťa – prijímacia časť – Block diagram of metering side – receiving part

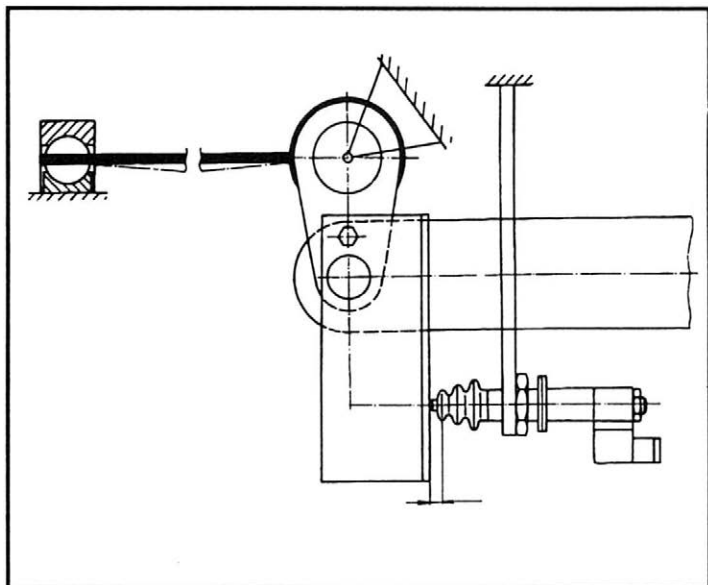
TP – telemetrický prijímač K1221, Kayser – SRN;
 PSS – prijímacia skrinka signálov (interná výroba);
 MM – merací magnetofón SR51, TEAC – Japonsko;
 PO – pomalobežný osciloskop, TESLA Val. Meziříč;í;
 EC – elektrocentrála ZB5 - ACG 60, BEZ Bratislava;

TP – telemetering receiver K121, Kayser – Germany;
 PSS – receiving box of signals (internal production);
 MM – metering tape recorder SR51, TEAC – Japan;
 PO – low-speed oscilloscope, TESLA Val. Meziříč;í;
 EC – electric power station ZB5 - ACG 60, BEZ Bratislava;

3. FOTO – prístrojové vybavenie telemetrického voza – PHOTO equipment of telemetric vehicle



4. Situovanie indukčného snímača sily – Location of the induction sensor of force



Na traktore s mechanicko-hydraulickým systémom bol pre snímanie polohy regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla s príslušnou úpravou namontovaný indukčný snímač fy. Philips.

Program skúšok bol rovnaký ako u traktora rady UR IIC.

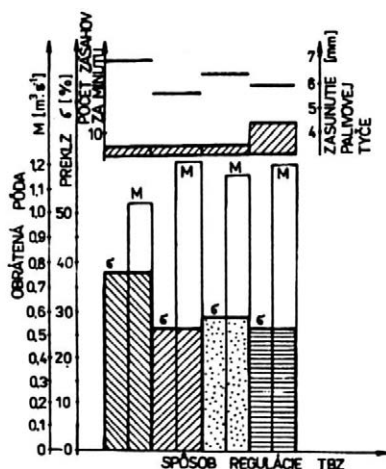
U traktora s mechanicko-hydraulickým systémom bola predvolená regulácia polohová, zmiešaná I, zmiešaná II a silová.

Použité meracie zariadenie

Pri meraní sme použili telemetriu Závodov ťažkého strojárstva, Výskumno – vývojový ústav, a.s., Martin.

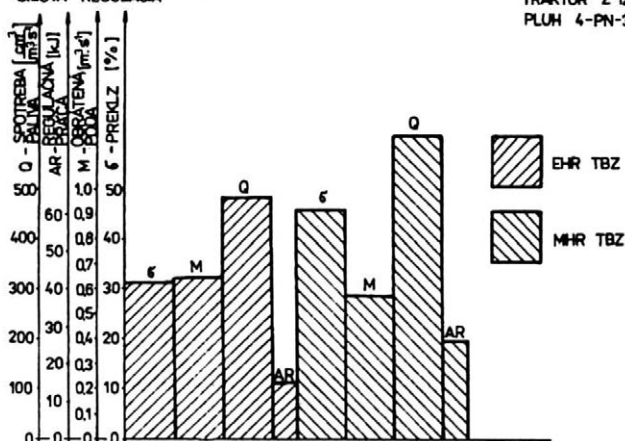
Bloková schéma vysielačnej časti telemetrie na traktore je na obr. 1. Meracie stanovište – prijímacia časť je na obr. 2. Pohľad na prístrojové vybavenie je na obr. 3.

Pri skúškach sme overili aj možnosť spôsobu snímania súčtu síl v ľavom dolnom ťahadle pomocou indukčného snímača polohy. Pohľad na zabudovanie indukčného snímača polohy pre monitorovanie sily je na obr. 4.



5. Stĺpcový diagram výsledkov meraní orebnej súpravy s traktorom rady UR IIC Z 162 45 a päťradličním pluhom 5 PHX-35-H – The bar graph of the results of metering of the tillage system with tractor of UR IIC Z 162 45 series and five-bottom plough 5 PHX-35-H

POROVNANIE EHR TBZ a MHR TBZ
SILOVÁ REGULÁCIA



6. Stĺpcový diagram výsledkov meraní orebných súprav s traktormi rady UR IV Z 123 45 a štvorradličním pluhom (porovnanie silovej regulácie) – The bar graph of the results of metering of the tillage systems with the tractor of UR IV Z 123 45 series and four-bottom plough (comparison of power control)

Pri meraniach sme použili štvorradliční nesený pluh 4 PN-30-2 a návesný päťradliční pluh 5 PHX 35-H.

Pred skúškou bolo zmerané rozloženie hmotností traktora na jednotlivých kolesách. Merný odpor pôdy bol meraný penetrometrom.

VÝSLEDKY MERANIA

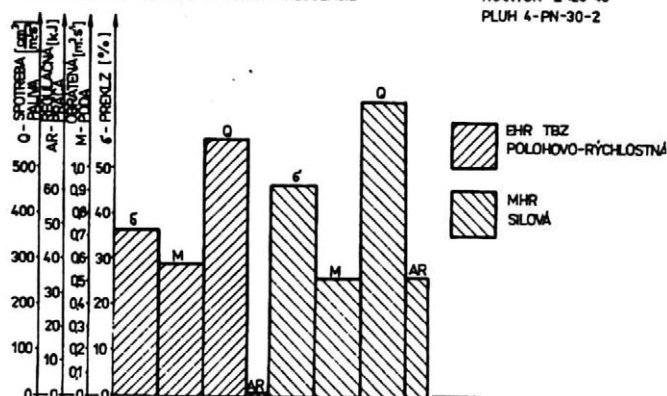
Technické parametre hydraulického systému so zabudovanou elektrohydraulickou reguláciou TBZ zodpovedajú technickým podmienkam platným pre pôvodne hydraulické systémy traktorov Z 162 45 a Z 123 45. Navyše systém umožňuje zdvíhanie náradia pomocou rýchlozdvihov s dobrzdovaním náradia v hornej polohe.

Výsledky meraní orebných súprav boli názorne spracované do stĺpcových diagramov.

U orebnej súpravy s traktorem rady UR IIC boli porovnané hodnôt preklzu, množstva obrátenej pôdy za sekundu, počtu regulačných zásahov hydraulického systé-

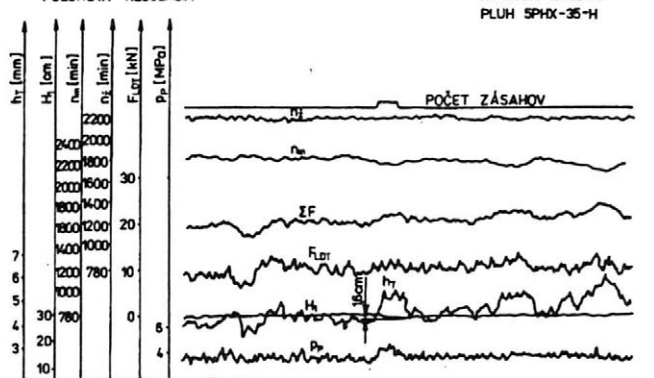
7. Stĺpcový diagram výsledkov meraní orebných súprav s traktormi rady UR IV Z 123 45 a štvorradičným pluhom (porovnanie polohovo-rýchlostnej regulácie a silovej regulácie) – The bar graph of the results of metering of tillage systems with the tractors of UR IV Z 123 45 series and four-bottom plough (comparison of position-speed control and power control)

POROVNANIE EHR TBZ a MHR TBZ
POLOHOVO-RÝCHLOSTNEJ A SILovej REGULÁCIE



8. Záznam z meraní – orebná súprava s traktorom rady UR IIC Z 162 45 a pluhom 5 PHX – 35-H, navolená polohová regulácia, orba dole svahom – Record of meterings – tillage system with the tractor of UR IIC Z 162 45 series and plough 5 PHX – 35-H, preselected positional control, down-the-slope tillage

ZÁZNAM Z MERANÍ
POLOHOVÁ REGULÁCIA



mu za minútu a polohy regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla spaľovacieho motora pre všetky nastavené spôsoby regulácie TBZ. Na obr. 5 je pre názornosť uvedený jeden z týchto diagramov, ktorý demonštruje výhodnosť navolenia polohovo-rýchlostnej regulácie pre rovinný suchý pozemok s meniacou sa tuhosťou pôdy (pozemok po zbere kukurice). Hodnota prekľzu je u polohovo-rýchlostnej regulácie o 12 % menšia než u regulácie polohovej a vyrovná sa hodnote prekľzu u regulácie silovej. Pritom množstvo obrátenej pôdy za sekundu je u polohovo-rýchlostnej regulácie najväčšie $1,22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, t. j. o 16 % viac než u regulácie polohovej. Absolutná odchylka hĺbky orby pri práci so štvorradičným pluhom a hlbkej orbe bola 3,4 až 6,9 % pre všetky navolené regulácie a pri práci s päťradičným pluhom 2,6 až 5,4 % pre všetky navolené regulácie. Najlepšie výsledky boli dosiahnuté s polohovou a polohovo-rýchlostnou reguláciou, kedy pri priemernej hĺbke orby 29,6 cm (priemerná hodnota z 35 meraní hĺbky orby na úseku 100 m) bola absolutná odchylka 0,8 cm, t. j. 2,6 % a pri priemernej hĺbke orby 32,9 cm bola absolutná odchylka 0,9 cm, t. j. 3 %.

U orebných súprav s traktormi rady UR IV boli do stĺpcových diagramov vynesené porovnanie hodnota prekľzu, množstva spotrebovaných pohonných hmôt vztiahnuté na množstvo obrátenej pôdy za sekundu a regulačná práca hydraulického systému. Na obr. 6 je porovnanie EHR a MHR pre navolenú silovú reguláciu, ktorá sa ukázala pre skúšaný mokrý svahovitý pozemok s meniacou sa tuhosťou pôdy najvhodnejšia. Na obr. 7 je porovnanie EHR a MHR pre navolenú polohovo-rýchlostnú reguláciu u traktora s EHR a silovú reguláciu u traktora s MHR na mokrom rovinnom pozemku so značne meniacou sa homogenitou pôdy (pozemok po zbere cukrovej repy s veľkou četnosťou prejazdu sberovej techniky a rok nazad oraný priečne). Aj v tomto prípade sa javila polohovo-rýchlostná regulácia ako vhodná, vyrovnala sa regulácii silovej, regulačná práca však bola menšia.

Pri hĺbkovej orbe so štvorradičným pluhom a traktorom s elektrohydraulickou reguláciou bola absolútna odchýlka pre všetky spôsoby regulácie 4,2 až 11,5 %. Najlepšie výsledky boli dosiahnuté s polohovou reguláciou, kedy bola absolútna odchýlka 1,4 cm, t. j. 4,6 % pri priemernej hĺbke orby 30,7 cm. U silovej regulácie, ktorá sa javila z hľadiska eliminácie prekľzov a spotreby paliva najvhodnejšia pre svahovitý a mokrý terén, sa absolútne odchýlky hĺbky orby pohybovali od 1,7 do 1,9 cm, t. j. pri priemerných hĺbkách orby 31,6 až 32,1 cm 5,4 až 8,9 %. Najlepšie výsledky čo do dodržania hĺbky orby pri skúškach s orebnou súpravou a traktorom s mechanicko-hydraulickým systémom regulácie a štvorradičným pluhom boli dosiahnuté pri navolení zmiešanej regulácie, kedy absolútna odchýlka bola 1,1 cm pri priemernej hĺbke orby 30,1 cm, t. j. 3,7 %. Absolútne odchýlky sa pre všetky navolené spôsoby regulácie pohybovali od 3,7 do 12,3 %. Na obr. 8 je uvedený jeden zo záznamov meraných veličín. Ide o meranie s orebnou súpravou s traktorom Z 162 45 a pluhom 5 PHX – 35H, navolená regulácia polohová, orba dole svahom. Priebeh veličín od hora značí počet zásahov regulácie, žiadané otáčky spaľovacieho motora n_z , skutočné otáčky spaľovacieho motora n_m , sila v ľavom dolnom ťahadle F_{LDT} , súčet síl v dolných ťahadlách $TBZ \sum F$, poloha regulačnej tyče vstrekovacieho čerpadla h_i , poloha náradia H_1 vŕči rámu traktora a priebeh pracovného tlaku P_p .

ZÁVER

Skúšky orebnej súpravy s traktorom Z 162 45 so zabudovaným funkčným vzorom elektrohydraulickej regulácie trojbodového závesu preukázali schopnosť regulačného systému pracovať s „ľahkým náradím“ (nesený pluh 4 PN – 30 – 2) práve tak, ako s ťažkým návesným pluhom (5 PHX – 35-H), keď pri práci s ním bol skúšaný traktor Z 162 45 plne vyťažený. Na všetkých meraných úsekoch bola dodržaná kvalita orby čo do dodržania hĺbky orby. Počet regulačných zásahov pracovnej hydrauliky bol minimalizovaný u polohovej, polohovo-rýchlostnej a zmiešanej regulácie na 1 až 6 za minútu, u silovej na 3 až 14 za minútu.

Skúšky orebných súprav s traktormi rady UR IV 123 45 boli čiastočne ovplyvnené nepriaznivými povetnostnými podmienkami. Uskutočnili sa koncom novembra pri daždi, pôda bola premočená. Napriek uvedeným podmienkam bola na všetkých meraných úsekoch dodržaná kvalita orby pre všetky navolené spôsoby regulácie. Hodnoty prekľzov boli u všetkých meraní s elektrohydraulickou reguláciou menšie, u silovej regulácie až o 14 %. Hodnoty obrátenej pôdy za sekundu boli tiež u elektrohydraulickej regulácie väčšie. Spotreby paliva vztiahnuté na množstvo pôdy obrátenej za sekundu boli u traktora s elektrohydraulickou reguláciou nižšie, pro navolení regulácie až o 20 %, alebo vyrovnané. Z energetického hľadiska je tiež zaujímavý výsledok, že elektrohydraulická regulácia pracuje vo všetkých prípadoch s menšou hodnotou regulačnej práce

(u traktora s EHR 0,6 až 21 KJ, u traktora s MHR 9,6 až 38 KJ na meraných 100 m dlhých úsekoch).

Podľa výsledkov z meraní (obr. 6) korešponduje signál od indukčného snímača polohy deformácie pružného elementu, vyhodnocujúci súčet sil v pravom a ľavom ťahadle trojbodového závesu, s priebehom signálu od sily v ľavom dolnom ťahadle. Variantne je možné tento spôsob snímania sily využiť pre reguláciu.

Prednosťou systému sa ukázala, okrem toho, že prináša nový spôsob regulácie schopný znížiť preklz zmenou predvoľby žiadaných otáčiek spaľovacieho motora bez zásahu obsluhy a zároveň zohľadňuje spotrebu paliva, aj možnosť navolenia ľubovoľného pomeru silovej a polohovej regulácie, tzn. je možné zvoliť pre každé orebné podmienky (traktor, pluh, pôda) vhodný spôsob regulácie.

Literatúra

- KURUCOVÁ, E. a kol.: Elektrohydraulická regulácia trojbodového závesu a hnacieho agregátu. Zeměd. Techn., 37, 1991a (v tlači).
KURUCOVÁ, E. a kol.: Skúšky funkčného vzoru združenej EHR TBZ zabudovanej do traktora Z 123 45 [Výskumná správa.] Martin, Výskumný a vývojový ústav 1991b.
PETRANSKÝ, I. a kol.: Skúšky funkčného vzoru združenej EHR TBZ zabudovanej do traktora Z 162 45. Sbor. vys. šk. poľnosp., Nitra, 1990.

Došlo dňa 25.2.1991

KURUCOVÁ, E. – OCHODNICKÝ, V. – MANCOVIČ, M. – PETRANSKÝ, I. (Heavy Engineering Works, Research and Development Institute a.s. Martin; University of Agriculture, Nitra): *Tests of the combined electrohydraulic control of three-point implement hitch*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 439 – 447.

The treatise describes the electrohydraulic control of agricultural tractor and deals with the test results of this control. The solution of the combined electrohydraulic control of three-points implement hitch was conditional on both the provision of all functions which fulfil the existing mechanic and hydraulic system of control (MHC), and the fulfilment of other criteria, as for example the observance of the parameters of tillage depth fluctuation and at the same time the elimination of slipping, saving of fuel etc. Test methods were worked out to prove the fulfilment of criteria mentioned above. The test of control were divided into three parts: stationary, aggregate, operating tests. In tractors the authors were monitoring the implement position towards the tractor frame H_1 , revolutions of combustion engine n_M , desired revolutions of combustion engine n_Z , force in the bars of three-point implement hitch (THP, hereinafter) (force in the left bottom bar F_{LBB} , sum of forces in both the bottom bars $\sum F$), position of governing rod of injection pump h_T , pressure in linear hydraulic motors of operating hydraulics THP_{PP} . A metering tape recorder recorded the actual revolutions of internal combustion engine – n_M , desired revolutions of internal combustion engine – n_Z , the shift position of governing rod – h_i , pressure in linear hydraulic motors P_p , THP position – H_1 , force in THP bars – F_{LBB} , $\sum F$. The authors put to the test the Z 162 45 UR IIC tractor with a functional model of electrohydraulic control of three-point implement hitch built in (EHC THP, hereinafter). The metering methods and procedure implemented in both the tractors of UR IV series were modified. This was the question of the comparison tests of two tractors with the same construction. One vehicle had a classic mechanic and hydraulic control system while the other one had a combined electrohydraulic control. The measuring of saving of fuel was added to the values measured. For the purpose of sensing the position of governing rod of injection pump, the induction sensor of the Philips firm, specially adapted, was attached to the tractor with the mechanic and hydraulic system. The programme of test was the same as in the tractor of UR IIC series. In the tractor with the mechanic and hydraulic system the preselected control was as follows: positional, mixed I, mixed II and power. We used the telemetry of the Heavy Engineering Works, Research and Development Institute a.s. Martin. In tests the possibilities of sensing the sum of forces in the left and right bottom bars by means of the induction sensor of THP position were verified. The implements used in metering were a four-bottom mounted plough 4 PN – 30 – 2 and five-bottom trailed plough 5 PHX – 35-H. In a tillage system with the tractor of UR IIC series the values of slippage, quantity of turned soil per second, number of the controlling interventions of hydraulic system per minute as well as the positions of governing rod of injection pump for all the preselected methods of THP control were compared. The absolute deviation of tillage depth at deep tillage with the four-bottom plough was 3.4 to 6.9 % for all the preselected controls whereas using the five-bottom plough the absolute deviation was 2.6 to 5.4 % for all the preselected controls. The best results were reached by means of positional and position-speed controls when the absolute deviation was 0.8 cm, i. e. 2.6 %, the average tillage depth being 29.6 cm (the average value from 35 meterings

of tillage depth on the area of 100 m), and 0.9 cm, i. e. 3 %, the average tillage depth being 32.9 cm. The advantage of this system was, apart from the fact that it brought a new method of control able to reduce slippage by the change of preselection of desired revolutions of combustion engine without an operator's intervention and that it considered the saving of fuel at the same time, also the possibility of selection of any ratio of power/positional control. This means that it enables to select a suitable method of control for any tillage conditions (tractor, plough, soil).

agricultural tractor; combined control; three-point implement hitch; tests; methods

Adresy autorů:

Ing. Eva Kurucová, prom. fyz. Vladimír Ochodnický, ing. Milan Mancovič, Závody těžkého strojířtva, Výzkumno-vývojový ústav, a.s., Thurzova 16, 036 21 Martin
Doc. ing. Ivan Petránský, CSc., Vysoká škola poľnohospodárska, Lomonosova 2, 949 76 Nitra



**VÝHODNÝ LEASING
STROJŮ A ZAŘÍZENÍ
NEJEN PRO ZAČÍNÁJÍCÍ
PODNIKATELE**

ADEKO, a.s. Vám nabízí

- ☐ kapitálovou účast v jiných podnikatelských subjektech
- ☐ společné podnikání
- ☐ poradenskou, konzultační a zprostředkovatelskou činnost v oboru ekologie
- ☐ investorskou a investiční činnost
- ☐ řešení odbytových potíží výrobcům a obchodním organizacím formou leasingového financování

**ADEKO, a.s.
Slezská 7
120 56 PRAHA 2
Tel.: 25 83 42
FAX: 20 72 29**

VLIV PŘESNOSTI VÝROBY A OPOTŘEBENÍ DÍLŮ HYDRAULICKÝCH TRYSEK POSTŘIKOVAČŮ NA JEJICH FUNKCI

K. Trunečka

TRUNEČKA, K. (Vysoká škola zemědělská, Brno): *Vliv přesnosti výroby a opotřebení dílů hydraulických trysek postřikovačů na jejich funkci.* Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 449 – 456.

Funkční vlastnosti trysek postřikovačů na ochranu rostlin ovlivňují nejen účinnost ochranných zásahů, ale mají také rozhodující vliv na stav životního prostředí. Příspěvek se věnuje u vybraných skupin hydraulických trysek zkoumání vlivu přesnosti výroby a opotřebení dílů trysek na kvalitativní ukazatele funkce. Rozhodující vliv na kvalitu práce mají rozměry dávkovacích otvorů trysek, u vířivých trysek ji ovlivňují též rozměry a provedení vířičů. Potvrzuje se, že nestandardní provedení vířičů zapříčiňuje nepovolené odchylky v objemovém průtoku, úhlu rozptylu i v tvorbě postřikového spektra. Opotřebením dávkovacích clon zůstává postřikové spektrum vyrovnané. Rozhodující je potřeba precizní výroby trysek, což dokazují negativní výsledky dosažené u štěrbinových trysek F4 a F5 z Maďarska. Náhradním řešením umožňujícím využívání stávajících trysek je jejich opakovaná kalibrace. Opakovaně se potvrzuje, že výroba a vývoj trysek na úrovni nespecializovaných výrobců přináší škody.

testování trysek; přesnost výroby; opotřebení; kalibrace; trysky vířivé, štěrbinové; dávkovací clona; vířič; výrobci trysek

Úspěšné uplatnění postřikovacích strojů a zařízení na ochranu rostlin je v dnešní době podmíněno řadou předpokladů. Zvýšená náročnost na funkci rozhodujících prvků této skupiny strojů je opodstatněna nároky vyplývajícími z měnících se podmínek nejen v zemědělství, ale i v ekologické a ekonomické oblasti našeho života. Kvalita provedení trysek a jejich funkce rozhoduje nejen o biologické účinnosti ochranného zásahu, ale je i podmínkou přesné aplikace agrochemikálií s vyloučením nežádoucích a vedlejších účinků chemických zásahů v zemědělské výrobě i v ochraně životního prostředí.

Pro posuzování kvality práce trysek existuje několik skupin hodnotících postupů. Tento příspěvek se věnuje u vybraných skupin hydraulických trysek zkoumání souvislostí mezi konstrukčními parametry důležitých dílů úplných trysek a kvalitativními ukazateli jejich funkce. Výsledky dosažené při technické kontrole jsou základními poznatky o testovaných tryskách. Spolu s vyjádřením kvalitativních ukazatelů se dotváří celkový obraz o plnění požadavků na disperzi postřikových kapalin.

Cílem příspěvku je u několika typů trysek, používaných na pozemních nebo leteckých aplikačních zařízeních, prokázat důležitost co nej přesnějšího provedení dílů trysek, zejména dílů zajišťujících disperzi kapaliny, pro splnění agrotechnických požadavků (ATP). Současně příspěvek přináší pojednání o opotřebením hlavních částí vířivých trysek a objektivizuje kvalitu dvou velikostí štěrbinových trysek řady F z Maďarska.

MATERIÁL A METODY

Posouzení přesnosti dílů trysek je provedeno v laboratorních podmínkách u leteckých vířivých trysek $\varnothing$ 3,2 mm s membránových ventilem a u trysek štěrbinových F 4 a F 5 používaných zejména na pozemních postřikovačích Kertitox a ORC. Vliv opotřebení dílů trysek na kvalitu jejich práce je sledovaný u vířivých trysek $\varnothing$ 1,7 mm se šroubovým vířičem ze strojů ORC 1000.

Výběr trysek k testování byl proveden ze souborů obsahujících cca 120 kusů trysek, a to z běžného vybavení mechanizačních prostředků na ochranu rostlin. U trysek vířivých určených především pro československé letecké aplikační zařízení byly záměrně vyhledávány trysky, u kterých vizuálně nebo jednoduchým měřením byly zjištěny odchylky od standardního provedení dávkovacích clon a vířičů. Tím byl vyloučen případ, že by byly k testování nahodile vybrány jen trysky bez odchylek. Z celkového počtu byla v této fázi předběžně označena 2 % trysek za trysky s odchylkami a z nich byly tři kusy zařazeny do testované skupiny pěti trysek. U pěti trysek označených pořadovými čísly 1 až 5 jsou zkoumány závislosti mezi výsledky technické kontroly a kvalitativními ukazateli z funkčního testu s čistou vodou.

U trysek vířivých ϕ 1,7 mm bylo vyhodnocení vlivu opotřebení provedeno po 170 hodinách práce a hodnoty jednotlivých ukazatelů porovnávány s tryskami novými. V tabulkách jsou označeny nové trysky pořadovými čísly 1, 2, 3 a trysky opotřebované čísly 4, 5, 6.

U trysek štěrbinových F 4 a F 5 byla pozornost soustředěna na hodnocení kvality nových trysek pomocí minutového dávkování a úhlu rozptýlu.

Pro laboratorní hodnocení vybraných hydraulických trysek postřikovačů je použito jednotných metodických postupů (T r u n e č k a, 1988) navazujících na ČSN 470128. Měření velikosti kapek postřikového spektra bylo prováděno přímou metodou v metylsilikonovém oleji. Dosažené hodnoty jednotlivých ukazatelů jsou porovnávány mj. s požadavky z karet požadavků Systav strojů pro komplexní mechanizaci zemědělství.

Technické údaje a popis zkoušených trysek

Vířivá tryska ϕ 3,2 mm s membránovým ventilem

Určení: Letecký postřik

Označení: Membránová tryska ϕ 3,2 mm

Výrobce: Slovair Bratislava, ČSFR

Tryska sestává z tělesa s membránovým zpětným ventilem, filtrem, vířiče, dávkovací clony a přesuvné matice. Je vyráběna s některými úpravami podle originálního vzoru trysky firmy Spraying Systems, Co., označeného Teejet 8360 D 8 - 46.

Dávkovací clona je z plastické hmoty, vířič z mosazi. Doporučený pracovní tlak je 0,1 - 0,5 MPa, rozsah dávkování 1,2 - 6,2 l.min⁻¹. Používá se v ČSFR na všech leteckých postřikovacích zařízeních.

Vířivá tryska ϕ 1,7 mm

Určení: Plošný postřik

Označení: ϕ 1,7 se šroubovým vířivou vložkou

Výrobce: PILMET Wrocław, Polsko

Úplná tryska je složena z držáku trysky s upevňovacím třmenem, přesuvnou maticí, dávkovací clonou s vířičem se šroubovým jádrem. Materiál vířiče je plastická hmota a mosaz, dávkovací clona je z oceli. Doporučený pracovní tlak je 0,5 - 1,5 MPa, dávkování 1,57 - 2,81 l.min⁻¹, rozteč trysek 500 mm.

Štěrbínová tryska F 4, F 5

Určení: Plošný postřik

Označení: F 4 - modrá, F 5 - červená

Výrobce: SZIKTI Budapest, Maďarsko

Úplná tryska je alternativně sestavována spojením držáku s membránovým nebo kuličkovým zpětným ventilem. Ostatní díly tvoří štěrbinová tryska, filtr, těsnění a přesuvná matice.

Materiály vlastní trysky jsou plastická hmota a korund. Doporučený pracovní tlak je 0,15 - 0,5 MPa, dávkování F 4 1,2 - 2,0 l.min⁻¹, F 5 1,5 - 2,5 l.min⁻¹, úhel rozptýlu 100 - 120°, pracovní výška a rozteč trysek na rámu 500 mm.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky technické kontroly a funkčních zkoušek jsou uvedeny v tab. I až VIII a na obr. 1 až 3.

Rozhodující vliv na kvalitu práce hydraulických trysek mají rozměry dávkovacích otvorů trysek, u vířivých trysek ji ovlivňují též rozměry a provedení vířičů.

Trysky vířivé ϕ 3,2 mm s membránovým ventilem (letecké) mají přesně vyrobené dávkovací clony (rozdíly max. 0,26 %), ale u vířičů se vyskytují nepřesnosti ovlivňující průřezy průtokových otvorů vyjádřené variačním koeficientem vyšším než 75 %. Nesourodost clon a vířičů nebyla zjištěna. Zjištěné hodnoty kvalitativních ukazatelů překračují tolerance dané ATP. Potvrzuje se, že nestandardní provedení vířičů způsobuje značné

I. Světlost a průtoková plocha dávkovací clony a víříče leteckých vířivých trysek Ø 3,2 mm - The inner diameter and flow passage of the metering diaphragm and vortex ring in aerial whirling nozzles Ø 3,2 mm

Ukazatel	Pořadové číslo trysky					$\bar{x}$	σ	v [%]
	1	2	3	4	5			
Světlost clony [mm]	3,10	3,08	3,10	3,09	3,10	3,094	0,008	0,26
Průtoková plocha clony [mm ²]	7,55	7,45	7,55	7,50	7,55	7,52	0,040	0,53
Průtoková plocha víříče [mm ²]	10,8	6,0	45,0	11,0	46,5	23,86	17,97	75,31

II. Minutová dávka (objemový průtok) vířivých trysek Ø 3,2 mm - Rate of flow per 1 minute in whirling nozzles Ø 3.2 mm

Pracovní tlak [MPa]	Objemový průtok [ml.min ⁻¹]					$\bar{x}$	σ	v [%]
	1	2	3	4	5			
0,1	2180	1690	3560	2240	3600	2654	779,89	29,38
0,2	2840	2300	4740	2900	4770	3510	-	-
0,3	3380	2670	5660	3430	5700	4168	1263	30,31
0,4	3860	3020	6500	3930	6540	4770	-	-
0,5	4300	3360	7230	4350	7260	5300	1627	30,69

III. Výstřikový úhel vířivých trysek Ø 3,2 mm - Spraying angle in whirling nozzles Ø 3.2 mm

Pracovní tlak [MPa]	Úhel [%]					
	tryska					
	1	2	3	4	5	$\bar{x}$
0,1	85	80	50	85	50	70
0,2	87	88	55	88	57	75
0,3	92	93	58	90	58	78
0,4	95	94	61	92	60	80
0,5	96	95	63	95	60	82
Střední hodnota úhlu						77
Absolutní odchylka						+5 -7

odchylky v objemovém průtoku průměrně 30 %), úhlu rozptýlu i v tvorbě postřikového spektra. Každá hodnocená tryska produkuje spektrum o jiném složení, což odporuje obecnému požadavku na co nejužší a homogenní postřikové spektrum bez částic náchylných k úletu a odpařování. Takovým postřikovým spektrem podle platných Československých ATP jsou kapičky o rozměrech 100 - 600 μ m, které tvoří minimálně 80 % objemu aplikované kapaliny. I když laboratorní měření velikosti kapek bylo u leteckých trysek prováděno bez vlivu vzduchového proudu, poskytlo relativní hodnoty umožňující důkladné porovnání funkce trysky i jejich jakosti. Při porovnání československých trysky s údaji o trysce Teejet 8360 D 8 - 46, (Firemní literatura, 1987) vyplývá, že zahraniční trysky se nejvíce v průtocích a výstřikových úhlech přibližují trysky pořadových čísel 3 a 5.

Vířivé trysky Ø 1,7 mm mají dávkovací clony vyrobené z oceli. Oproti výchozímu stavu u nových trysky clony po 170 hodinách práce vykazovaly průměrné zvětšení vrtání

IV. Složení postřikového spektra vířivých trysek Ø 3,2 mm při pracovním tlaku 0,22 MPa - Composition of the spraying spectrum in whirling nozzles Ø 3.2 mm at the working pressure of 0.22 MPa

Velikostní skupiny [μm]	Pořadové číslo trysky									
	1		2		3		4		5	
	Zastoupení kapek [%]									
	Počet-ně	Obje-mově	Počet-ně	Obje-mově	Počet-ně	Obje-mově	Počet-ně	Obje-mově	Počet-ně	Obje-mově
do 100	2,20	0,00	15,3	0,01	14,5	0,01	3,80	0,00	2,7	0,00
101 – 600	83,60	53,07	82,3	60,30	85,0	50,60	86,60	62,40	82,6	42,00
601 – (900)	14,20	46,93	2,4	39,69	0,5	49,39	9,60	37,60	14,7	58,00
Střední početní průměr NMD [μm]	366,9		225,0		211,5		380,5		360,2	
Střední objemový průměr VMD [μm]	574		397		572		530		683	
Poměr VMD/NMD	1,56		1,76		2,74		1,39		1,90	

V. Světlost dávkovací clony mm vířivé trysky Ø 1,7 mm - Inner diameter in metering diaphragm mm of the whirling nozzle Ø 1.7 mm

Tryska nová				Tryska opotřebovaná			
1	2	3	$\bar{x}$	4	5	6	$\bar{x}$
1,700	1,705	1,680	1,695	1,775	1,740	1,735	1,750
Směrodatná odchylka [mm]			0,0154	0,022			
Variační koeficient [%]			0,91	1,25			

VI. Minutová dávka vířivé trysky Ø 1,7 mm - Rate of flow in the whirling nozzle Ø 1.7 mm

Pracovní tlak [MPa]	Objemový průtok [ml.min ⁻¹]							
	tryska nová				tryska opotřebovaná			
	1	2	3	$\bar{x}$	4	5	6	$\bar{x}$
0,1	1000	1100	930	1010	1060	1040	1050	1050
0,2	1250	1320	1180	1250	1370	1350	1360	1350
0,4	1650	1710	1600	1653	1830	1810	1820	1820
0,6	1960	2010	1920	1963	2210	2220	2230	2220
0,8	2240	2260	2200	2233	2540	2520	2530	2530
1,0	2470	2510	2410	2463	2870	2820	2830	2840
Průměrný objemový průtok				1762	1968			
Změna objemového průtoku				100 %	111,7 %			
Nerovnoměrnost objemového průtoku				1,65 %	0,45 %			

o 0,055 mm (5,2 %), patrně bylo i opotřebování plochy clon na straně přilehlé k vířiči. Opotřebování vířičů nebylo zjištěno. Průtočnost se zvýšila v průměru o 11,7 %, výstřikový úhel o 4°. Příčná nerovnoměrnost rozptylu se prakticky nezměnila. Postřikové spektrum

VII. Výstřikový úhel vířivé trysky Ø 1,7 mm - Spraying angle in the whirling nozzle Ø 1.7 mm

Pracovní tlak [MPa]	Úhel [%]							
	tryska nová				tryska opotřebovaná			
	1	2	3	$\bar{x}$	4	5	6	$\bar{x}$
0,1	67	63	70	67	66	73	73	71
0,2	70	65	73	69	72	73	74	73
0,4	74	68	75	72	74	76	76	75
0,6	78	70	78	75	76	77	77	77
0,8	81	71	79	77	78	78	78	78
1,0	82	72	80	78	78	78	78	78
Střední hodnota úhlu	73				75			
Absolutní odchylka	+5				+3			
	-6				-4			

VIII. Složení postřikového spektra u vířivé trysky Ø 1,7 mm při pracovním tlaku 0,6 MPa - Composition of spraying spectrum in the whirling nozzle Ø 1.7 mm at the working pressure of 0.6 MPa

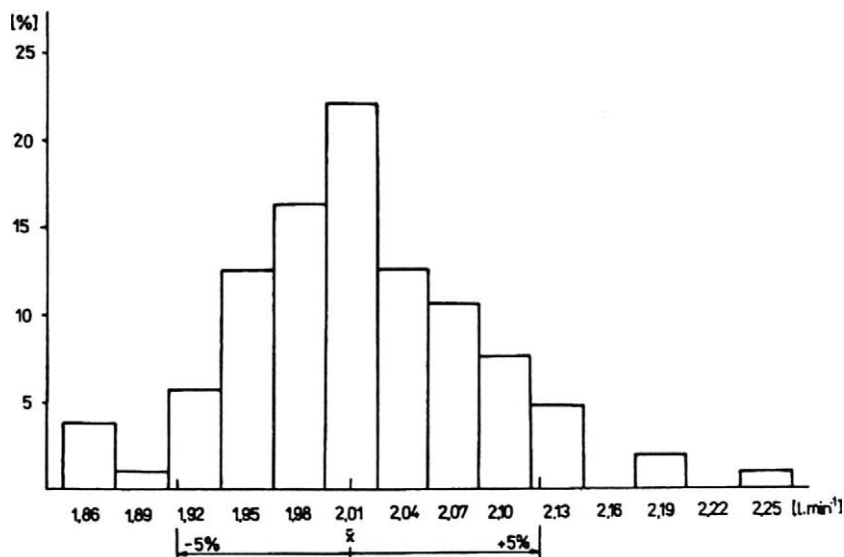
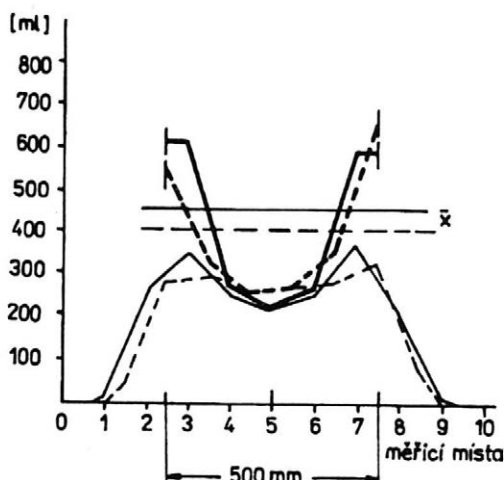
Velikostní skupiny [μm]	Tryska nová		Tryska opotřebovaná	
	zastoupení kapek podle			
	počtu [%]	objemu [%]	počtu [%]	objemu [%]
do 100	30,00	0,66	4,00	0,07
101 – 700	70,00	99,34	96,00	99,93
nad 700	–	–	–	–
NMD	175,7 μm		259,9 μm	
VMD	418 μm		365 μm	

bylo vyrovnanější, snížil se počet kapiček pod 100 µm, nastalo mírné zmenšení VMD (to vše v důsledku zmenšení hydraulických odporů uvnitř částečně opotřebované trysky).

Kritéria pro stanovení maximálního přípustného opotřebování (doby životnosti) trysek nejsou pevně stanovena. Uvádí se například, že mezním opotřebováním je takový stav, kdy se objemový průtok zvýšil o 20 % a změna velikosti kapek přesahuje 25 % výchozích rozměrů (B e c k e r, 1961). Z hlediska použitých materiálů je popsáno, že po 300 hodinách se zvětšení objemového průtoku pohybuje u mosazných trysek o 40 – 60 %, u keramických a plastických trysek o 8 – 10 %, u legovaných ocelí je zvětšení zanedbatelné (C h l á d e k, 1989). Maďarský výrobce keramických trysek, dodávaných i do ČSFR, garantuje po dobu 600 hodin maximální nárůst minutového dávkování do 5 %, přičemž nepřesnost dávkování by neměla nikdy překročit 5% (F i r e m n í l i t e r a t u r a, 1988). Ale právě u šterbinových trysek maďarské výroby byly zjištěny nedostatky. I když se jednalo o trysky nové, překročilo ze 104 kusů trysek F 4 povolenou 5 % toleranci nerovnoměrnosti minutového dávkování 11,2 % trysek (maximální odchylky + 11,72 až – 7,65 %, variační koeficient 3,54 %). U velikosti F 5 tomuto požadavku nevyhovělo ze 106 trysek 56,7 % maximální odchylky + 13,14 až – 12,29 %, variační koeficient 7,51 %). Nepřípustné odchylky v úhlech rozptylu se vyskytly i 1,5 % trysek. Na rozdíl od předcházejících postupů, při kterých bylo z celých souborů trysek vybráno k testování 3 – 5 kusů, bylo zkoušení trysek F 4 a F 5 provedeno u všech 210 trysek. Oba zhodnocené ukazatele podmiňují dodržování hektarové dávky, složení postřikového

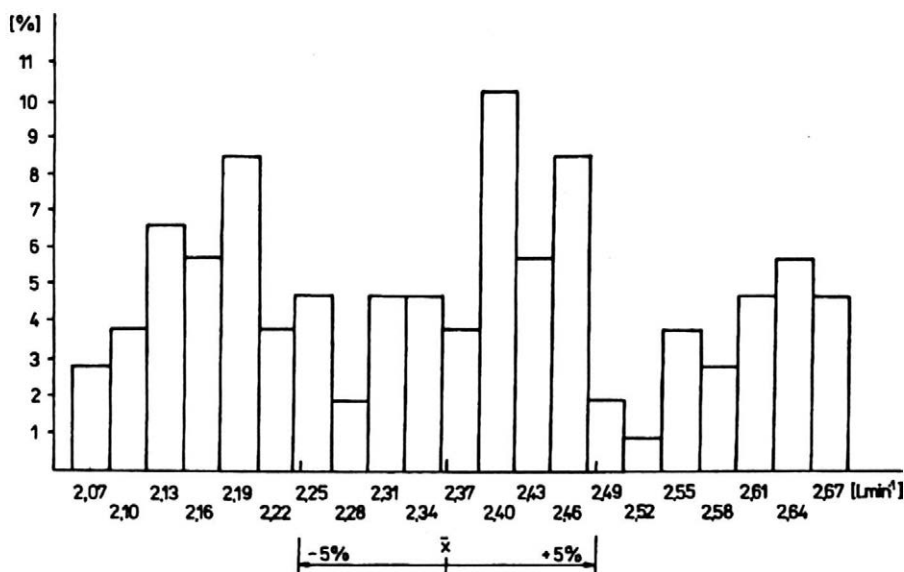
1. Příčná nerovnoměrnost rozptýlu vířivých trysek $\varnothing$ 1,7 mm při pracovním tlaku 0,6 MPa
 – Cross transversal unevenness in the dispersion of whirling nozzles $\varnothing$ 1.7 mm at the working pressure of 0.6 MPa

Tryska nová, opotřebovaná ———;
 záběr celkový/pracovní 800/500 mm,
 900/500 mm; střední množství 410 ml, 456 ml;
 směrodatná odchylka $\pm 251,92$, $\pm 277,51$; va-
 riační koeficient 68,29 %, 60,86 % –
 New nozzle ———, wear out ———; total
 width/working width 800/500 mm: medium
 amount 410 ml, 456 ml; standart deviation
 ± 251.92 , ± 277.51 ; coefficient of variance
 68.29 %, 60.86 %)



2. Variabilita minutového dávkování souboru štěrbinových trysek F 4 při pracovním tlaku 0,4 MPa s vyznačením relativních četností a toleračního pole $\pm 5\%$ od průměrné minutové dávky – Variability of minute metering in the set of slot nozzles F 4 at the working pressure of 0.4 MPa with the indication of relative frequencies and field of tolerance $\pm 5\%$ different from the mean rate of flow per 1 minute

spektra a u trysek na plošném rámu i rovnoměrnost rozptýlu kapaliny. Protože v rámci uskutečněného hodnocení trysek se zabýváme vlastními tryskami, je nutné připomenout, že zjištěné nedodržení kvalitativních ukazatelů dále při praktickém používání úplných trysek, resp. strojů na ochranu rostlin, narůstá chybami v dalších prvcích hydraulického systému postřikovače; i proto by vlastní tryska nebo její díly zajišťující dávkování a disperzi kapaliny měly být vždy přesně vyrobeny.



3. Variabilita minutového dávkování souboru štěrbinových trysek F 5 při pracovním tlaku 0,4 MPa s vyznačením relativních četností a tolerančního pole $\pm 5\%$ od průměrné minutové dávky – Variability of minute metering in the set of slot nozzles F 5 at the working pressure of 0.4 MPa with the indication of relative frequencies and field of tolerance $\pm 5\%$ different from the mean rate of flow per 1 minute.

ZÁVĚR

Funkce trysek při aplikaci agrochemikálií přímo ovlivňuje kvalitu aplikace i dopad těchto zásahů na životní prostředí.

Laboratorní zkoušky vybraných hydraulických trysek určených pro stroje na ochranu rostlin odhalily řadu závislostí mezi technickým stavem dílů trysek a kvalitou práce trysek. Vyplývají z nich nejen poznatky výzkumné, ale i závěry pro praktické využití:

- negativní ovlivnění kvalitativních ukazatelů je výraznější v důsledku nepřesné výroby dílů trysek než vlivem postupného opotřebení;
- dodržení co nejvyšší přesnosti dílů trysek musí vycházet ze správné volby vhodných materiálů a výrobních postupů k jejich výrobě a z důsledné výrobní kontroly;
- pokud je u vířivých trysek přesně vyroben vířič, dochází ke změnám kvalitativních ukazatelů (při stejném pracovním tlaku) především v důsledku opotřebení dávkovacích clon;
- u trysek vykazujících odchylky (hlavně v objemovém průtoku, úhlu rozptylu a disperzi), je nutno provést kalibraci. Trysky po rozdělení do nově sestavených sad podle velikosti tolerancí je možné používat. Např. u štěrbinových trysek F 5 (hodnocených v této práci) je možné celý soubor rozdělit na 2–3 části a tak také osadit 2–4 stroje tryskami s povolenou tolerancí v rámci zmíněného minutového (hektarového) dávkování. Tímto náhradním řešením dojde k využití již existujících trysek a k relativnímu snížení počtu nevyhovujících trysek ze zjištěných 57 % na únosných 10–15 %;
- pokud výrobci postřikovacích zařízení nemají možnost vybavovat stroje hydraulickými tryskami se zaručenými parametry, je nutné volit k rozptylu kapalin jiné druhy trysek (např. rotační trysky).

Tryska jako velmi důležitý článek strojů na ochranu rostlin vyžaduje ve fázi vývoje, výroby i využití kvalifikovaný přístup. Výroba a vývoj trysek na úrovni nespécializovaných výrobců nezaručuje vždy očekávanou produkci kvalitně pracujících trysek, což potvrzují i výsledky této práce.

Literatura

BECKER, E.: Untersuchungen über die Arbeitsqualität von Düsen bei Pflanzenschutzmaschinen. Tagungsberichte, 40. 1961, s. 77 – 91.

ČSN 470128. Zkoušení strojů na ochranu rostlin. 1974.

Firemní literatura: Korund termekék, SZIKKI Budapest, Katalog, 1988.

Firemní literatura: Agricultural Spray Products Teejet; Spraying Systems Co., USA, Katalog, 39, 1987, 64 s.

CHLÁDEK, Z.: Mechanizace chemické ochrany rostlin. Praha, SZN 1989, 215 s.

TRUNEČKA, K.: Laboratorní hodnocení trysek postřikovačů určených k ochraně rostlin. Zeměd. Techn., 34, 1988, č. 4, s. 215 – 226.

Došlo 18.4.1991

TRUNEČKA, K. (The University of Agriculture, Brno): *The effect of the production accuracy and wear of the parts of hydraulic nozzles in sprinklers on their function.* Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 449 – 456.

The function properties of the nozzles in sprinklers used in plant protection influences not only the effectiveness of a protective treatment but they also have a decisive effect on the environment. In the contribution, the effect of the production accuracy and wear in nozzle parts on the quality function indicators are researched in the selected groups. The decisive effect on the quality of labour have the dimensions of the nozzle metering outlets, in whirling nozzles there is also the influence of the dimensions and construction of vortex rings. It has been confirmed that the non-standard construction of the vortex rings causes unpermitted deviations in the rate of flow, angle of dispersion as well as in the formation of irrigation spectrum. The irrigation spectrum remains balanced with the wear which occurs in desing diaphragms. A decisive factor is the need of the precise production of nozzles; this is proved by the negative results reached in the slot nozzles F 4 and F 5 produced in Hungary. A substitute solution, which enables the use of the present nozzles is their repeated calibration. It has been repeatedly confirmed that the production and development of nozzles on the level of the non-specialized producers cause damage.

testing of nozzles; accuracy of production; wear; calibration; whirling nozzles; slot nozzles; metering diaphragm; vortex ring; producers of nozzles

Adresa autora:

Ing. Karel Trunečka, Vysoká škola zemědělská, Ústav mechanizace rostlinné výroby, Zemědělská 1, 613 00 Brno.

PREDBEŽNÉ URČENIE ÚROVNE ZDRUŽENÉHO OSVETLENIA OBJEKTOV POĽNOHOSPODÁRSKEJ VÝROBY

D. Katunský

KATUNSKÝ, D. (Technická univerzita Košice): *Predbežné určenie úrovne združeného osvetlenia objektov poľnohospodárskej výroby*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 457 – 464.

Návrh a tvorba denného, umelého ako aj združeného osvetlenia poľnohospodárskych objektov sú v súčasnosti do značnej miery zanedbávané. Osvetlenie vnútorného priestoru vplyva nielen na človeka, na jeho pracovnú činnosť a celkovú pohodu pri zrakovom úkone, ale aj na hospodárske zvieratá. Dynamika denného svetla je pre ne veľmi významná najmä z fyziologického hľadiska. Umelý osvetľovací systém je potrebný k vytvoreniu potrebnej úrovne osvetlenosti v zónach zrakového úkonu počas večera a noci ako aj pri poklese úrovne vonkajšej horizontálnej osvetlenosti v kombinácii so svetlom denným. Za akých podmienok je možné nechať obidva osvetľovacie systémy (denný a umelý) pôsobiť v interiéri v súčinnosti ostáva dodnes otázkou, ktorá je riešená na mnohých pracoviskách. Uvedený článok je malým príspevkom k predbežnému určeniu osvetlenosti vnútorného priestoru objektov určených k poľnohospodárskej výrobe združeným osvetlením.

denné svetlo; umelé osvetlenie; združené osvetlenie; činiteľ dennej osvetlenosti

Aj napriek tomu, že prírodné denné svetlo sa vyznačuje svojou dynamikou a premenlivosťou nielen počas roka, ale aj počas dňa, je nevyhnutné pre každý stavebný objekt občianskej, priemyselnej, ale aj poľnohospodárskej výstavby. Tento fakt je veľmi významný nielen pre človeka, ale aj pre hospodárske zvieratá z fyziologického hľadiska.

Voľba, aké presvetľovacie konštrukcie v danom objekte použiť, závisí od nosného konštrukčného systému, od dispozičného riešenia daného objektu a od druhu činnosti, ktorá sa bude v objekte uskutočňovať. V bytovej, občianskej výstavbe, v objektoch ľahkého priemyslu, ako aj v objektoch poľnohospodárskej výstavby v prevládajúcej miere ide o okenné výplňové konštrukcie, ktoré však nie vždy zabezpečia dostatočnú mieru osvetlenosti vnútorného priestoru, najmä ak je priestor príliš rozsiahly. V takýchto prípadoch je nevyhnutné doplniť prírodné denné svetlo osvetlením umelým. Priestory bez denného osvetlenia, ktorých výstavba sa presadzovala v minulosti, sa neujali z mnohých príčin. Prvoradou z nich bola absencia vnemu prepojenia interiéru s exteriérom. V takýchto priestoroch, kde sa využívala jedine osvetľovacia sústava umelého osvetlenia, chýbalo prirodzené vetranie, do vnútorného priestoru sa nedostávala ultrafialová zložka slnečného žiarenia a pod. Pri návrhu konštrukčných systémov s dostatočnou mierou denného osvetlenia nie vždy je však zaručená dostatočná ožiarenosť vnútorného priestoru slnečným žiarením. Použitie konštrukčných systémov denného osvetlenia má mnoho výhod, ale k ich návrhu a tvorbe je potrebné pristupovať citlivo.

NORMATÍVNE PREDPOKLADY NÁVRHU OSVETĽOVACÍCH SÚSTAV

V poslednom období došlo k revízii svetlotechnických noriem, a to ako noriem dotýkajúcich sa tvorby a návrhu osvetľovacích systémov denného svetla, tak aj umelého osvetľovania. Predbežnej diskusii bola podstúpená ČSN, ktorá sa zaoberala otázkami tvorby vnútorného priestoru pri využívaní denného a umelého osvetlenia v súčinnosti,

I. Zatriedenie jednotlivých účelových priestorov poľnohospodárskej výroby do jednotlivých svetlotechnických tried (Kleissner, 1986), - Classification of different facilities of farm production into individual light-technical classes (Kleissner, 1986)

Svetlotechnická trieda	Účelový priestor
I.	Veľmi jemné práce (v poľnohospodárskej výstavbe sa v prevažnej miere nevyskytujú)
II.	operačné sály veterinárnej medicíny
III.	mikrobiologické laboratória, miestnosti pre jarovitáciu zemiakov, opravovne a montážne dielne traktorových staníc
IV.	zátkové miestnosti veterinárnych zariadení, príprava a triedenie poľnohospodárskych plodín
V.	maštale pri veterinárnych zariadeniach, inseminačné a inkubačné miestnosti, teliatníky a chlievy pre prasnice, kraviny s mechanickým dojením
VI.	stajne pre kone, ovce, výkrm prasiat, hydiny, sklady poľnohospodárskych produktov
VII.	doprava materiálov, sklady veľmi hrubého materiálu, komunikačné priestory, celkový dohľad

t.j. osvetlením združeným. Doposiaľ sa tomuto problému venovali iba niektoré vybrané články predchádzajúcich svetlotechnických noriem. Ide o kvalitatívne nové formulovanie normatívnych kritérií, zahrňujúcich nové prístupy k návrhu a k tvorbe osvetľovacích systémov. Novonavrhovaná ČSN 36 0020 Združené osvetlenie budov stanovuje minimálne potrebné činitele dennej osvetlenosti (ďalej ČDO) pre jednotlivé priestory podľa ich účelu. Tieto hodnoty sú základom pre aplikáciu osvetlenia združeného. Hodnoty ČDO pre priestory využívajúce obidva osvetľovacie systémy v súčinnosti sú veľmi malé. Základným stanoviskom pre určenie požiadaviek na úroveň združeného osvetlenia je zaradenie zrakovej činnosti podľa zrakovej obtiažnosti v súlade s pomernou pozorovacou vzdialenosťou kritického detailu a s charakteristikou zrakovej činnosti podľa novej ČSN 73 0580 Denné osvetlenie budov a ČSN 36 0450 Umelé osvetlenie vnútorných priestorov. Podľa charakteristiky zrakovej činnosti a pomernej pozorovacej vzdialenosti sa zrakové práce blízkeho videnia zaraďujú podľa citovanej normy pre návrh konštrukčných systémov denného osvetlenia do siedmich svetlotechnických tried. V zmysle zásad pre navrhovanie a posudzovanie budov z hľadiska stavebnej svetelnej techniky majú jednotlivé priestory poľnohospodárskej výroby spĺňať určité kritériá vizuálneho vnímania. Tab. I poukazuje na zatriedenie účelových miestností a priestorov poľnohospodárskej výroby do jednotlivých svetlotechnických tried. Priestory využívajúce jedine denné osvetlenie by mali byť navrhnuté tak, aby spĺňovali minimálne potrebné hodnoty ČDO v kritických bodoch, t.j. 1 m od najhlbšieho bodu v trakte v zmysle požiadaviek uvedených v tab. I ČSN 73 0580. V tejto tabuľke sú uvedené odporúčané hodnoty minimálnych a priemerných hodnôt ČDO pre bočný a horný osvetľovací systém denného osvetlenia separátne.

Hodnoty ČDO na zrovnávacej rovine, t.j. v zóne zrakového úkonu, musia spĺňať kritériá tab. I ČSN 73 0580 iba v tom prípade, keď priestor využíva jedine niektorý zo systémov denného osvetlenia. V prípade, že k výkonu zrakovej činnosti bude využívané dosvetľovanie umelým svetlom, možno spomínané hodnoty ČDO znížiť v zmysle návrhu predpísaných, prípadne najmenšie prípustných hodnôt ČDO pri celkovom alebo odstupňovanom združenom osvetlení vnútorného priestoru. Tieto hodnoty udáva nasledujúca tab. II.

II. Hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti pri použití združeného osvetlenia podľa návrhu normy ČSN 36 0020
- Values of the factor of daily lighting according to the draft of the Czechoslovak standard ČSN 36 0020

Svetlotechnická trieda v zmysle ČSN 73 0580 ^{x)}	Predpísané hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti e [%]		Najmenšie prípustné hodnoty činiteľa dennej osvetlenosti e [%]	
	$e_{\min}$	e_m	$e_{\min}$	e_m
I.	2,0	6,0	1,2	3,0
II.	1,5	4,2	1,0	2,5
III.	1,2	3,5	0,7	2,0
IV.	0,9	3,0	0,5	1,5
V.	0,6	1,8	0,3	1,0
VI.	0,3	1,2	0,2	0,7
VII.	0,1	0,5	0,1	0,35

$e_{\min}$ – minimálny činiteľ dennej osvetlenosti [%];

e_m – priemerný činiteľ dennej osvetlenosti v zóne zrakového úkonu [%]

^{x)} podľa tab. I

Osvetlenie vnútorných priestorov združeným osvetlením sa pre priestory s krátkodobým alebo prechodným pobytom ľudí určí tak, že aby aj v čase najnižších hodnôt denného osvetlenia nebolo menšie než osvetlenie požadovaná pre dané zrakové činnosti. Výsledná osvetlenosť združeným svetlom sa vypočíta pre miesto, kde sa vykonáva zraková činnosť, jednoduchou superpozíciou úrovne denného a umelého osvetlenia podľa vzťahu (1).

$$E_{v, zd} = E_{i, d} + E_{i, u} \quad [\text{lx}] \quad [1]$$

kde: $E_{v, zd}$ – výsledná osvetlenosť združeným osvetlením [lx]
 $E_{i, d}$ – interiérové osvetlenie denným svetlom [lx]
 $E_{i, u}$ – interiérové osvetlenie umelým svetlom [lx]

Interiérovú horizontálnu osvetlenosť na pozorovacej rovine od denného svetla možno vypočítať z definície činiteľa dennej osvetlenosti e podľa vzťahu (3).

$$e = \frac{E_{i, h}}{E_{e, h}} \cdot 100 \quad [\%], \quad [2]$$

potom

$$E_{i, h} = \frac{e \cdot E_{e, h}}{100} \quad [\text{lx}], \quad [3]$$

III. Hodnoty doplňujúceho umelého osvetlenia pri združenom osvetľovacom systéme, ako ich predbežne stanovila ČSN 36 0020 - Values of supplementing artificial lighting in combined lighting system as they were determined preliminary by the ČSN 36 0020

Kategória osvetlenia podľa ČSN 36 0450	Doplňujúce umelé osvetlenie majúce kontrast $E_{i,u}$ [lx]		
	malý	stredný	veľký
A ₁	1000	1000	1000
A ₂	750	750	750
A ₃	750	750	750
B ₁	500	500	500
B ₂	500	400	400
B ₃	400	400	300
C ₁	200	200	200
C ₂	200	200	200
C ₃	200	200	200
D ₁	200	200	200
D ₂	200	200	200
D ₃	200	200	200

- kde: $E_{i,h}$ - - interiérová horizontálna osvetlenosť na pozorovacej rovine v zóne zrakového úkonu (zvyčajne 0,85 m od úrovne podlahy), vo vzťahu (1) $E_{i,d} = E_{i,h}$,
 $E_{e,h}$ - - exteriérová horizontálna osvetlenosť ničím nezastienennej roviny (podľa komisie CIE stanovená hodnotou 5000 lx).

Potrebnú úroveň interiérového osvetlenia umelým svetlom stanovuje pre jednotlivé kategórie ČSN 36 0450, V závislosti od pozorovacej vzdialenosti a kontrastu pozorovacieho detailu. Pri použití umelého osvetľovacieho systému ako doplňujúceho osvetlenia pri niektorom zo systémov denného svetla stanovuje potrebnú úroveň dosvetlenia tab. III.

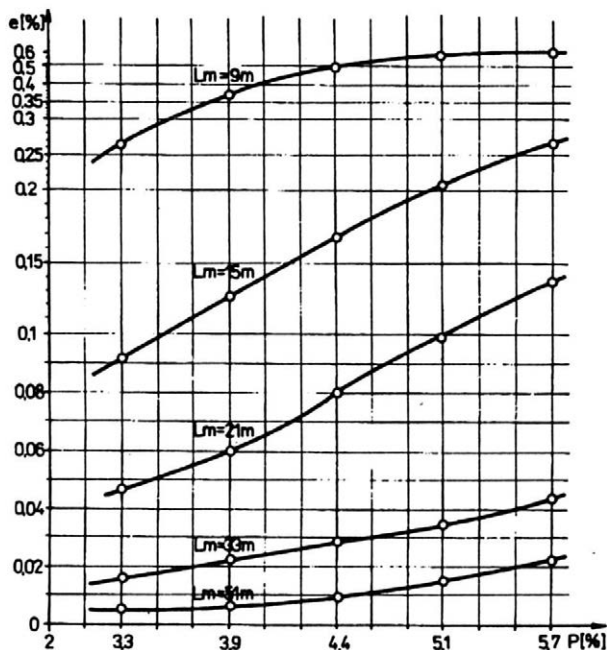
RIEŠENIE PROBLÉMU

Pre približné určenie potrebnej miery osvetlenia denným svetlom v ľubovoľnej vzdialenosti od okien osadených vo zvislej rovine bol odvodený graf (obr. 1) na odčítanie ČDO v závislosti od percenta zasklenia P ako pomeru presklených častí obvodového plášťa k celkovej podlažnej ploche uvažovaného priestoru (viď. vzťah 4).

$$P = \frac{S_{okien}}{S_{podlahy}} \cdot 100 \quad [\%] \quad [4]$$

- kde: S_{okien} - - plocha okien v obvodovom plášti [m²],
 $S_{podlahy}$ - - plocha podlahy danej prevádzky [m²].

Odvedená grafická závislosť bola získaná konfrontáciou alternatívnych výpočtov úrovne denného osvetlenia pre veľkoplošné prevádzky s výsledkami nameranými testovacími meraniami v konkrétnych interiéroch týchto prevádzok. Výpočty činiteľa dennej osvetlenosti boli uskutočnené za pomoci výpočtovej techniky numerickou integráciou Lambert-Beerovho integrálu pre jeho oblohovú zložku a empirickými vzťahmi odvode-



1. Približné stanovenie činiteľa dennej osvetlenosti e v závislosti od percenta zasklenia P a vzdialenosti pozorovacieho bodu od okna – Approximate determination of the factor of daily lighting in dependence on the percentage of glassing P and the distance of the point of observation from the window

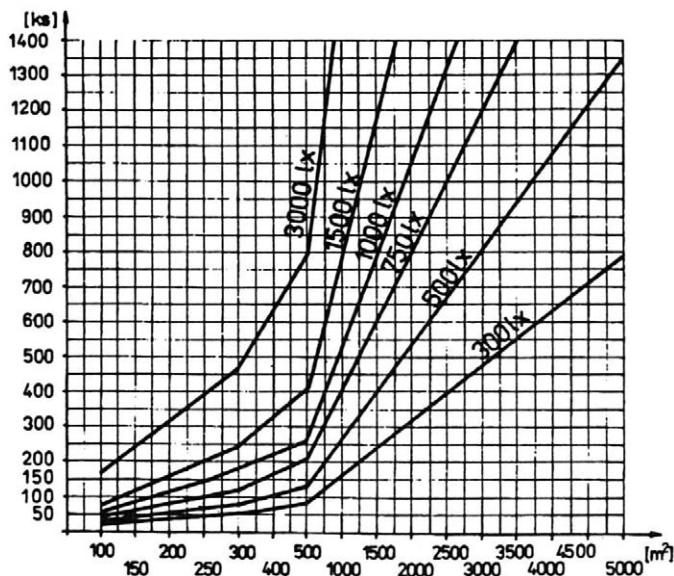
nými pre priestory výrobných dielní pre jeho odrazové zložky. Keďže odrazové zložky ČDO je pre veľkoplošný priestor obtiažne stanoviť vzhľadom k tomu, že v reálnom interiéri dochádza k mnohonásobnej interreflexii, odvodená grafická závislosť zohľadňuje nezrovnalosti testovacích meraní a alternatívnych výpočtov. Takže graf na obr. 1 umožňuje odčítať výsledné hodnoty ČDO v súčinnosti oblohovej, ako aj internej a externej odrazovej zložky. Graf umožňuje predurčenie výsledného ČDO v ľubovoľnej vzdialenosti od okennej výplňovej konštrukcie, ako aj návrh veľkosti presvetľovacej sústavy denného osvetlenia, ktorá by mala zaručiť minimálne potrebné hodnoty ČDO ako základ k aplikácii osvetlenia združeného.

Grafická závislosť na obr. 1 bola odvodená pre určité okrajové podmienky, ktoré limitujú jej použiteľnosť. Odvodené ČDO možno použiť pre priestory vyznačujúce sa veľkou rozľahlosťou (do 54 x 54 m). So zmenou šírkových parametrov priestoru hodnoty ČDO v strede uvažovanej prevádzky sa vzájomne diametrálne nemenia. Priestor musí využívať združené okná, t.j. súvislý pás okien v jednej obvodovej stene, ktorých plocha vzťahovaná k podlažnej výmere sa pohybuje v rozmedzí od 3 do 6 %. Kontrolné pozorovacie body v zóne zrakového činnosti sa nachádzajú vo výške parapetu. Objekt musí mať referenčné zasklenie, t.j. tradičné zdvojené zasklenie s normálnovou svetelnou priepustnosťou jedného skla 0,9 a nesmie byť tiený okolitou zástavbou.

Návrh osvetľovacej sústavy umelého osvetlenia je závislý od použitého druhu zdrojov umelého osvetlenia a od typu svietidiel (priame, polopriame, zmiešané, polonepriame a nepriame), ktoré znižujú distribúciu svetelného toku. V priestoroch poľnohospodárskej výroby sa vo veľkej miere používajú žiarivkové svietidlá, ktoré umožňujú priame osvetlenie zóny zrakového úkonu, t.j. svetelný tok smeruje skoro v 90 až 100 % smerom dole. Pre určenie potrebného počtu žiarivkových svietidiel v závislosti od podlahovej plochy a potrebnej úrovne osvetlenosti bol, na základe alternatívneho výpočtu svietidiel tokovou metódou, odvodený graf na obr. 2. Pri konfrontácii s testova-

2. Určenie potrebného počtu žiaroviek pre umelé osvetlenie v závislosti na podlahovej ploche a potrebnej miere osvetlenosti vnútorného priestoru – Determination of required number of tube lights for artificial lighting in dependence on surface area and required intensity of lighting of interior

(vodorovná os: podlahová plocha S_{podl} , svislá os: potrebný počet svetidiel žiarivky o výkone 80 W, 4400 lm – horizontal axis: surface area S_{podl} , vertical axis: required number of lighting fitting – bulb of power 80 W, 4400 lx)



cími meraniami v reálnych interiéroch sa táto metóda predbežného určenia počtu svetidiel zdá byť dostatočne presná. Ide o bežne vyrábané žiarivky s výkonom 80 W a svietivosti 4 440 lx.

Graf bol odvodený pre nasledovné okrajové podmienky:

– účinnosť osvetľovacej sústavy	0,74
– činiteľ znečistenia	0,69
– činiteľ starnutia	0,85
– činiteľ znehodnotenia	0,59
– činiteľ tvaru miestnosti	7,75
– činiteľ využitia	0,98
– činitele odrazu svetla stropu	0,80
stien	0,50
podlahy	0,30.

Účinnosť osvetľovacej sústavy udáva výrobca svetidiel v katalógu príslušných výrobkov. Súčin činiteľa starnutia a činiteľa znečistenia je činiteľom znehodnotenia. Tieto hodnoty možno nájsť v ČSN 36 0450 v prílohe I. pod bodom 5 ako výpočet udržiavacieho činiteľa. Činiteľ využitia závisí od činiteľa tvaru miestnosti, ktorý je funkčne závislý od šírkových a dĺžkových rozmerových parametrov uvažovaného priestoru, ako aj od výšky svetidla nad zrovnávacou rovinou. Predmetné grafické závislosti na obr. 2 boli odvodené pre výšku svetidla 3,5 m nad zónou pozorovania kritický detail. Grafy by sa mohli zredukovať na jediný použitím závislosti potrebného počtu svetidiel na referenčnú hodnotu osvetlenosti (napr. 1 000 lx) vzhľadom k tomu, že sú navzájom lineárne závislé. Pri potrebnej osvetlenosti E vyššej alebo nižšej by bolo potrebné počet svetidiel korigovať koeficientom k :

$$k = \frac{E}{1000} \quad [5]$$

Tento postup možno aplikovať pre medziľahlé hodnoty osvetlenosti, ktoré nie sú uvedené v grafických závislostiach na obr. 2. Potrebný počet svetidiel, zabezpečujúci

potrebnú mieru osvetlenia, možno získať prenasobením počtu svietidiel prislúchajúcim referenčnej osvetlenosti 1 000 lx koeficientom k .

Činitele odrazu svetla stropom, stenami a podlahovou konštrukciou sa môžu predbežne určiť podľa ČSN 73 0580, v zmysle farebného ponímania jednotlivých povrchov.

Grafické závislosti odvodené na obr. 1 a 2 postačujú k predikcii návrhu denného a umelého osvetlenia objektov poľnohospodárskej výroby, pri zohľadnení podmienok, za akých boli odvodené. Predmetné závislosti sa dajú použiť aj k návrhu združeného osvetľovacieho systému.

ZÁVER

Aj napriek tomu, že graficko-výpočtové metódy predurčovania činiteľa dennej osvetlenosti sú pomerne jednoduché a časovo nenáročné, pre veľkoplošný priestor v poľnohospodárskej výstavbe je výhodnejšie použitie k návrhu denného osvetlenia výpočtovú techniku. Nie vždy je k návrhu úrovne ČDO k dispozícii výpočtová technika pre rýchle a presné stanovenie okrajových charakteristík svetelnej mikroklimy stavebného objektu. V takomto prípade je výhodnejšie použiť pri predikcii návrhu denného, umelého, prípadne združeného osvetľovacieho systému grafické závislosti odvodené za určitých okrajových podmienok. V prípade, že sa vnútorné podmienky nejakým spôsobom líšia oproti odvodeným grafickým závislostiam, je možné zmenené okrajové podmienky pri predurčení uvažovať.

Pri projektovaní stavebného diela je potrebné brať do úvahy osvetlenie vnútorných priestorov na úroveň normatívnych požiadaviek. Dotýka sa to v plnej miere aj objektov poľnohospodárskej výstavby. Jednotlivé objekty musia spĺňať normatívne kritériá návrhu denného a umelého osvetlenia. Túto úroveň možno dosiahnuť správnou voľbou presvetľovacích výplňových konštrukcií, ktoré by zaručili bezproblémový výkon pri práci. Presvetľovacie konštrukcie denného osvetlenia nezaručia však za každých podmienok dostatočnú úroveň osvetlenia vnútorného priestoru, najmä ak je priestor plošne veľmi rozsiahly, ak dochádza k nadmernému znečisteniu horného osvetľovacieho systému, príp. ak sú kritické body vo veľkej vzdialenosti od okenných výplňových konštrukcií, alebo je objekt nadmerne tienенý okolitou zástavbou. Vo všetkých týchto prípadoch je potrebné doplniť prírodné denné svetlo osvetlením umelým. Z uvedeného vyplýva, že najviac používaný je združený osvetľovací systém, ktorého návrh a tvorba bola doposiaľ zanedbávaná. Predbežne ju charakterizoval návrh novej ČSN, ktorej autorom bola MUDr. Krtílová, DrSc., z Institutu hygieny a epidemiologie Praha. Uvedený príspevok sa zaoberá predbežným návrhom poľnohospodárskych objektov z hľadiska požiadaviek ako denného, umelého tak aj združeného osvetľovacieho systému.

Literatura

- KATUNSKÝ, D.: Návrh a tvorba združeného osvetlenia poľnohospodárskych objektov. In: Zbor. Ref. Fyzikálno-technické aspekty objektov pre poľnohospodársku výrobu, Košice, DTZSVTS 1990.
KLEISSNER, J.: Podklady pro navrhování a posuzování průmyslových staveb, Stavební světelná technika. Praha, Výzkumný ústav pozemního stavitelství 1986, 2 sv.
ČSN 73 0580. Denní osvětlení budov.
ČSN 36 0450. Umělé osvětlení vnitřních prostorů.
ČSN 36 0020. Sdružené osvětlení budov (návrh normy).

Došlo dňa 16. 5. 1991

KATUNSKÝ, D. (Technical University, Košice): *Preliminary determination of the level combined lighting of farm building*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 457 – 464.

Nowadays, a design and formation of daily, as artificial as combined lighting of farm buildings are neglected to a high degree. Lighting of internal space affects not only a man, his work and total coziness while seeing as general, as on livestock. The dynamics of daily light is of very great importance, mainly from physiological

view-point. Artificial lighting is required for sufficient lighting in the zones of visual act during evening and night, as well as in the decrease in the level of external horizontal lighting in combination with the daily light. That is still a question under which conditions both the systems (natural and artificial) may be applied in interior at the same time. This paper is a contribution to the preliminary determination of light rate of an interior of farm by combined lighting.

daily light; illumination - artificial lighting; combined lighting; factor of daily lighting

Adresa autora:

Ing. Dušan K a t u n s k ý, odb.as., Technická univerzita, stavební fakulta, Švermova 9, 042 00 Košice

NÁKLADY NA DIAGNOSTICKÉ PREHLIADKY A OPRAVY CHLADIACICH ZARIADENÍ

J. Juríček

JURÍČEK, J. (Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Bratislava): *Náklady na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení*. Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 465 – 470.

Sledované boli náklady na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení pri rôznych diagnostických intervaloch. Skracovaním diagnostického intervalu klesajú priemerné ročné náklady na opravy a stúpajú priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky chladiacich zariadení. Celkové priemerné náklady na opravy a diagnostické prehliadky za rok skracovaním diagnostického intervalu klesajú, čo závisí od typu chladiaceho zariadenia.

chladiace zariadenie; náklady na diagnostickú prehliadku; náklady na opravu; diagnostický interval

K najdôležitejším produktom živočíšnej výroby patrí i mlieko. Úlohou poľnohospodárov bolo a je zlepšovať i jeho kvalitu a to najmä po nadobudnutí platnosti ČSN 570529.

Chladiaca technika taktiež ovplyvňuje kvalitu mlieka. Je to z toho dôvodu, že mikroorganizmy pre svoj život potrebujú teplo, výživu a vodu. V priaznivých podmienkach sa veľmi rýchlo rozmnožujú. Za každých 20 minút sa v teplom neschladenom mlieku rozmnožujú na dvojnásobný počet. V takýchto podmienkach po 10 hodinách vznikne z jedného zárodku 800 miliónov ďalších mikroorganizmov. Rozmnožovanie mikroorganizmov prebieha i v schladenom mlieku. Rozmnožovanie mikroorganizmov v mlieku uskladnenom pri teplote 4° v čase od 0 – 50 hodín je obsiahnuté v tab. I (Rabold, 1986). Uvedený autor zdôrazňuje nutnosť urýchleného schladenia mlieka hneď po nadojení, čo je možné dosiahnuť len chladiacim zariadením v dobrom technickom stave. Tento názor potvrdzujú i ďalší autori (Lobotka, 1987; Nosal, 1990).

Pri zabezpečovaní činnosti chladiacej techniky sú dôležitým činiteľom náklady na jej prevádzku. Stredné jednotkové náklady na obnovu a prevádzku chladiaceho zariadenia podľa autorov Havlíček a kol. (1977) pozostávajú zo stredných nákladov na obnovu, stredných nákladov na odstránenie porúch, stredných diagnostických nákladov a z nákladov spojených so zmenami ekonomiky prevádzky chladiaceho zariadenia, vyvolanými zmenami technického stavu.

Pri sledovaní nákladov na schladenie mlieka náklady na opravy chladiacich zariadení (objem 1000 – 2000 l) predstavujú len 2,5 % (Nosal, 1989). Najväčšiu časť predstavujú náklady na energiu ako uvádzajú Flückiger, Walter (1974), pričom náklady na opravy tvoria len 2 %.

Za účelom zlepšenia funkcie a technického stavu chladiacich zariadení boli spracované jednotné metodické postupy diagnostických prehliadok (Juríček, 1987). Tieto v zmysle Vestníka MPVŽ SR 4/1983 vykonávajú na Slovensku jedenkrát za šesť mesiacov.

I. Rozmnožovanie mikroorganizmov v mlieku uskladnenom pri 4 °C – Reproduction of microorganisms in milk stored at the temperature 4 °C

Doba uskladnenia po dojení [h]	Celkový počet	Maximálne povolený počet
Počiatkový stav	40 000	38 000
10	42 000	38 000
20	46 000	38 000
30	54 000	38 000
40	70 000	38 000
50	102 000	38 000
Nížšia úroveň hygieny pri dojení		
Počiatkový stav	150 000	132 000
10	168 000	132 000
20	204 000	132 000
30	276 000	132 000
40	420 000	132 000
50	708 000	132 000

II. Typová štruktúra chladiacich zariadení, na ktorých boli vykonané experimenty - Type structure of cooling equipment subject to experiments

Okres	Typ chladiaceho zariadenia		
	CM 500, CM 1000	ZD 6-017	ZD 6-014, ZD 6-016
Bratislava – vidiek	10	3	12
Čadca	7	–	–
Dunajská Streda	12	7	10
Lipt. Mikuláš	182	4	6
Nové Zámky	–	4	–
Žilina	4	3	–
Spolu	215	21	28

MATERIÁL A METÓDA

Pre vyhodnotenie nákladov na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení boli sledované údaje pri typoch CM 500, CM 1000, ZD 6-017, ZD 6-016 a ZD 6-014. Tieto zariadenia boli v prevádzke v okresoch Bratislava – vidiek, Čadca, Dunajská Streda, Liptovský Mikuláš, Nové Zámky a Žilina. Celkovo bolo sledovaných 215 kusov zariadení typov CM 500 a CM 1000, 21 kusov ZD 6-017 a 28 kusov typov ZD 6-016 a ZD 6-014 (tab. II). V období rokov 1986 – 1989 boli sledované podľa prvej evidencie v STS náklady na diagnostické prehliadky a opravy zariadení, termíny vykonanie týchto úkonov a materiálové náklady. Diagnostické úkony boli vykonávané servisnými pracovníkmi STS podľa jednotnej metodiky spracovanej pre každý typ a odsúhlasenej výrobcom chladiacej techniky.

Z týchto údajov boli vypočítané priemerné diagnostické intervaly pre jednotlivé typy a dané roky. Váženým aritmetickým priemerom boli vypočítané priemerné náklady na jednu diagnostickú prehliadku a jednu opravu pre príslušný diagnostický interval. Takýmto spôsobom boli vypočítané i priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy. Tieto údaje boli vypočítané pre každý sledovaný typ chladiaceho zariadenia. Výsledky boli spracované na počítači Robotron 1834/XT.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri vykonávaných experimentoch boli v jednotlivých rokoch menené diagnostické intervaly. Najväčšie skrátenie priemerného diagnostického intervalu bolo dosiahnuté

III. Priemerné náklady na jednu diagnostickú prehliadku a jednu opravu chladiaceho zariadenia v rokoch 1986 - 1989 - Average costs per single diagnostic examination and single repair of cooling equipment in the years 1986 to 1989

Typ	Rok	Priemerný diagnostický interval [deň]	Náklady na 1 diagnostickú prehliadku [Kčs]	Náklady na 1 opravu [Kčs]
CM 500	1986	292,94	384,11	799,13
CM 1000	1987	285,50	389,42	728,60
	1988	192,93	380,59	550,10
	1989	211,08	387,59	634,58
ZD 6-017	1986	283,83	1 293,64	866,71
	1987	215,68	1 137,40	824,65
	1988	173,81	1 128,33	730,28
	1989	156,45	1 144,45	637,15
ZD 6-014	1986	239,53	1 325,37	762,34
ZD 6-016	1987	234,64	1 167,86	805,14
	1988	163,44	1 135,18	627,83
	1989	139,05	1 106,28	500,80

pri chladiacich zariadeniach typu ZD 6-017. Najkratší priemerný diagnostický interval - 139,05 dňa - bol pri zariadeniach typu ZD 6-014 a ZD 6-016 v roku 1989 (tab. III).

Pri hodnotení nákladov na jednu diagnostickú prehliadku možno konštatovať, že pri typoch CM 500 a CM 1000 sú vyrovnané. Pri zariadeniach typovej rady ZD 6 boli najväčšie v roku 1986 - najdlhší priemerný diagnostický interval. V rokoch 1987 - 1989 sú aj tieto náklady pomerne vyrovnané. Možno konštatovať, že skracovaním priemerného diagnostického intervalu mierne klesajú aj náklady na diagnostickú prehliadku.

K pozoruhodným výsledkom sa dospelo pri sledovaní nákladov na jednu opravu. Pri všetkých typoch chladiacich zariadení skracovaním diagnostického intervalu podstatne klesajú náklady na jednu opravu. Najväčšie zníženie bolo dosiahnuté pri typoch ZD 6-014 a ZD 6-016 a to o 304,34 Kčs, čo predstavuje zníženie o 37,80 %.

Pri porovnávaní priemerných nákladov na diagnostickú prehliadku za rok sa tieto náklady skracovaním diagnostického intervalu zväčšujú (tab. IV). Tak napr. skrátením priemerného diagnostického intervalu pri zariadeniach typu CM 500 a CM 1000 o 51,82 %, zvýšia priemerné ročné náklady na diagnostickú prehliadku o 50,4 %, pri type ZD 6-017 skrátením intervalu o 81,40 % vzrastú náklady na prehliadku o 60,5 % a pri skrátení priemerného diagnostického intervalu chladiacich zariadení typov ZD 6-014 a ZD 6-016 o 68,78 % sa zvýšia priemerné ročné náklady na diagnostickú prehliadku o 50,29 %.

Pri hodnotení priemerných ročných nákladov na opravy možno konštatovať, že skracovaním diagnostického intervalu sa podstatne zníži ich objem. Najväčšie zníženie sa dosiahlo pri typoch ZD 6-014 a ZD 6-016 - o 2356,33 Kčs, t.j. o 51,63 % a pri type ZD 6-017 o 1886,82 Kčs, t.j. o 48,38 %.

Pre zabezpečenie realizácie technického servisu sú dôležité celkové ročné náklady na technickú prehliadku a opravy techniky. Tieto boli najmenšie pri typoch CM 500 a CM 1000 pri priemernom diagnostickom intervale 211,08 dní. Pri zariadeniach typovej rady ZD 6 skracovaním diagnostického intervalu klesali i celkové náklady - pri typoch ZD 6-014 a ZD 6-016 až o 1384,56 Kčs, t.j. o 21,31 %. Pri chladiacich zariadeniach typu

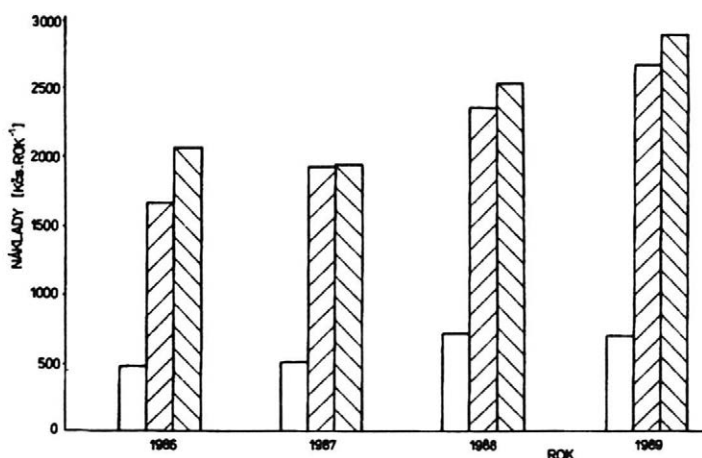
IV. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení v rokoch 1986 - 1989
- Average annual costs of diagnostic examinations and repairs of cooling equipment in the years 1986 to 1989

Typ	Rok	Priemerný diagnostický interval [deň]	Náklady na diagnostické prehliadky [Kčs]	Náklady na opravy [Kčs]	Náklady na diagnostické prehliadky a opravy [Kčs]
CM 500	1986	292,94	478,60	2527,67	3006,24
CM 1000	1987	285,50	500,01	2516,59	3016,60
	1988	192,93	720,08	2240,68	2960,76
	1989	211,08	670,14	2283,23	2953,37
ZD 6-017	1986	283,83	1663,62	3900,20	5563,82
	1987	215,68	1924,48	3362,08	5286,56
	1988	173,81	2369,49	2504,88	4874,37
	1989	156,45	2670,00	2013,38	4683,38
ZD 6-014	1986	239,53	2062,28	4383,24	6445,52
ZD 6-016	1987	234,64	1932,22	4564,36	6496,58
	1988	163,44	2534,86	3043,73	5578,59
	1989	139,05	2903,99	2208,03	5112,02

Náklady na diagnostické prehliadky, na opravy, na diagnostické prehliadky a opravy sú za 1 rok - Costs of diagnostic examinations, repairs and of diagnostic examinations and repairs are for 1 year.

1. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky chladiacich zariadení v rokoch 1986 - 1989 - Average annual costs of diagnostic examinations of cooling equipment in the years 1986 to 1989

- - typy CM 500 a CM 1000 - CM 500 and CM 1000 types
- ▨ - typ ZD 6-017 - ZD 6-017 type
- ▩ - typy ZD 6-014 a ZD 6-016 - ZD 6-014 and ZD 6-016

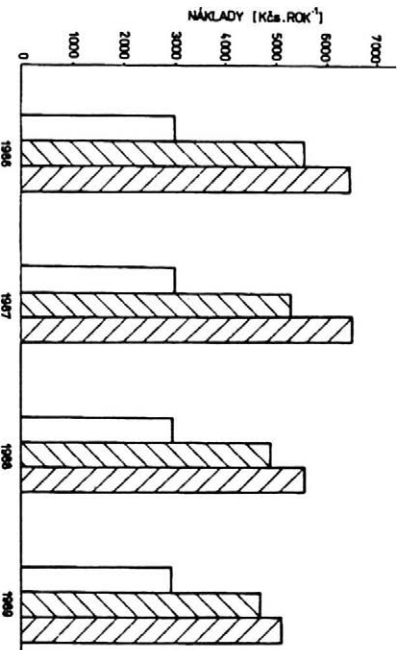
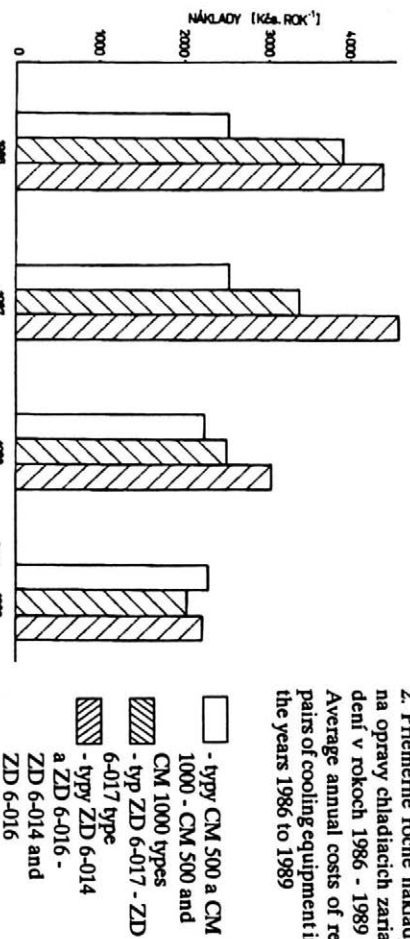


ZD 6-017 boli celkové priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy najmenšie pri priemernom diagnostickom intervale 156,45 dní a pri typoch ZD 6-014 a ZD 6-016 pri 139,05 dní. Je potrebné zdôrazniť, že pri typovej rade ZD 6 je potrebné zistiť uvedené náklady aj pri kratších diagnostických intervaloch.

V súlade s dosiahnutými poznatkami z teoretickej oblasti, ako uvádza Köbel (1988), možno konštatovať, že skracovaním diagnostického intervalu rastú náklady na diagnostické prehliadky a klesajú náklady na opravy.

Podobne ako pri dojacích zariadeniach, ako uvádza Dalsgaard (1991), je potrebné na základe týchto kritérií nájsť optimálny interval vykonávania diagnostických prehliadok.

2. Priemerné ročné náklady na opravy chladiacich zariadení v rokoch 1986 - 1989 - Average annual costs of repairs of cooling equipment in the years 1986 to 1989



3. Priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy chladiacich zariadení v rokoch 1986 - 1989 - Average annual costs of diagnostic examination and repairs of cooling equipment in the years 1986 to 1989

ZÁVER

Pri sledovaní vplyvu zmeny diagnostických intervalov na náklady na jednu diagnostickú prehliadku a jednu opravu chladiaceho zariadenia je možné konštatovať, že skracovaním diagnostických intervalov podstatne klesajú aj priemerné náklady na jednu opravu (najmä pri veľkokapacitných zariadeniach). Priemerné náklady na diagnostickú prehliadku pritom klesajú miernejšie, pričom pri chladiacich zariadeniach typov CM 500 a CM 1000 sú takmer rovnaké. Nadväzne priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky skracovaním diagnostického intervalu podstatne stúpajú, pričom index skrátenie intervalu je väčší ako index nárastu nákladov.

Priemerné ročné náklady na opravy skrátením diagnostického intervalu sa podstatne zmenšili (až o 51,63 % pri typoch ZD 6-014 a ZD 6-016).

Celkové priemerné ročné náklady na diagnostické prehliadky a opravy skracovaním diagnostického intervalu klesajú. Pri zariadeniach CM 500 a CM 1000 skrátením intervalu pod 211 dní celkové náklady začínajú stúpať. Pri zariadeniach typovej rady ZD 6 je potrebné overiť ďalšie skracovanie diagnostického intervalu a takýmto spôsobom stanoviť jeho optimálnu hodnotu.

Literatúra

- DALSGAARD, H.: Vplyv dojenia a dojacích zariadení na výšku dojivosti a zdravotní stav vemien. In: Symp. Dni dánskej techniky. Bratislava, 22.2.1991.
- FLÜCKIGER, E. – WALTER, F.: Ergebnisse einer vergleichenden Prüfung von Tauchkühlern für die Kühlung nicht vorgekühlter, frisch ermilchender Milch in Kannen. EFAM – Inform. 1974, č. 6, s. 1 - 8.
- HAVLÍČEK, J. a kol.: Teoretický rozbor zásad optimální péče o provozní spolehlivost stroje. Podklady pro rozběr experimentálních pracovišť. [Výzkumná správa.] Praha, VŠZ 1977.
- JURÍČEK, J.: Diagnostika dojacej a chladiacej techniky. In: Agromech. 87. Bratislava, DT ČSVTS, 119/1987, s. 223 - 226.
- KOBEL, R.: Fuemdgegangen Verfügbarkeit und Kosten im Griff. In: Techno-Tip, 1988, s. 270 - 274.
- LOBOTKA, J. a kol.: Zariadenia na dojenie, chladenie a ošetrovanie mlieka. Bratislava, Príroda 1987, s. 228.
- NOSAL, D.: Kosten der Milchkühlung und Wärmerückgewinnung. FAT-Berichte, 1989, č. 364, s. 1 - 9.
- NOSAL, D.: Zugelassene Milchkühlungsgeräte. In: FAT-Berichte, 1990, č. 395, s. 1 - 54.
- RABOLD, G.: Hygiene bei Melken. In: Wbl. Landwirtsch., 1986, č. 28, s. 23 - 24.

Došlo dne 5.6.1991

JURÍČEK, J. (Economic Research Institute of Agricultural and Food Production, Bratislava): *Cost of diagnostic examinations and repairs of cooling equipment*. Zeměd. Techn., 37, (8): 465 - 470.

Costs of diagnostic examinations and repairs of cooling devices were studied at different diagnostic intervals. By shorting the diagnostic interval, average annual costs of repairs drop and average annual costs of diagnostic examinations of cooling devices increase. Total average costs of repairs and diagnostic examinations for a year are decreasing owing to the shorter diagnostic interval in dependence on the type of cooling arrangement.

cooling equipment; costs of diagnostic examination; costs of repairs; diagnostic interval

Adresa autora:

Ing. Ján Juríček, CSc, Výskumný ústav ekonomiky poľnohospodárstva a potravinárstva, Trenčianska 55, 824 80 Bratislava

VÝBĚR HLAVNÍCH EXPLOATAČNÍCH PARAMETRŮ SKLÍZECÍCH MLÁTIČEK

J. Oubrecht

OUBRECHT, J. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Výběr hlavních exploatačních parametrů sklízecích mlátiček*. Zeměd. Techn., 37, 1991(8): 471 – 476.

Sklízecí mlátičky neztratí na svém významu, ať již bude polní zemědělská výroba provozována soukromě, družstevně nebo půjde o jiný vlastnický vztah. Sezónní výkonnost sklízecích mlátiček je předem dána, a to vztahem mezi počtem hektarů, na kterých jsou zasety zrniny a počtem sklízecích. Ostatní plodiny sklizené sklízecí mlátičkou zvyšují nepatrně sezónní výkonnost. V ČR připadá v průměru na jednu sklízecí mlátičku 150 ha, které jsou rozděleny nejčastěji na pět plodin, které mají rozdílnou agrotechnickou lhůtu sklizně. V krátké agrotechnické lhůtě musí tedy sklídit jedna sklízecí mlátička 30 ha. Při odpovídajícím počasí je možné každou plodinu sklídit za tři dny. I přes tento malý úkol dochází ke ztrátám na zrně, a to hlavně z technických příčin, tj. nedokonalostí konstrukce sklízecí. Při optimalizaci pracovního záběru sklízecí zavádíme do výpočtu důležitý parametr, který značně ovlivní velikost pracovního záběru. Jde o penalizaci za nečasnou sklizeň.

pracovní záběr; pracovní rychlost; sezónní výkonnost; penalizace za nečasnost; součinitel včasnosti; měrná cena stroje

Výroba obilí v České republice se v r. 1990 dostala na velmi dobrou úroveň, výnos vyšší než $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, kterého bylo v celostátním průměru dosaženo, je výsledkem mnohaletého snažení ve šlechtění, agrotechnice a též v dobrém vybavení technikou. Technika představuje nejdůležitější faktor, který má vliv na včasnost ukončování operací. V šedesátých letech byl zaveden do rovnice pro výpočet pracovního záběru součinitel včasnosti $[\text{m} \cdot \text{h}^{-1}]$ (Scott, 1965). Další autoři (Hunt, 1973; Šepovalov, 1969; Kirtbaja, 1978; Špeliņa, 1980 aj.) se zabývají penalizací za nečasnost. Do vztahu pro výpočet pracovního záběru se zavádí plánovaná výměra na sklizeň za rok, mzda obsluhy, penalizace za nečasnost, měrná cena sklízecí, pracovní rychlost, roční odpisová sazba a součinitel využití času směny. Základem pro optimalizaci pracovního záběru sklízecí je nákladová rovnice, která v závislosti na pracovním záběru představuje hyperbolu.

MATERIÁL A METODA

Omezit ztráty biologické úrody na minimum se stále nedaří. Důležitou roli hrají mechanizační prostředky, hlavně při sklizni zrnin a olejnin. Uvedeme některé možnosti výběru vhodné sklízecí mlátičky s ohledem na minimalizaci ztrát.

Scott (1965) vychází při své úvaze o optimálním vztahu mezi pracovním záběrem a pracovní rychlostí z předpokladu, že většina parametrů vcházejících do optimalizačního modelu je přímo závislá na pracovním záběru, a proto nejsou do modelu zařazeny.

$$C_s = T_z \cdot p_h \quad [\text{Kčs} \cdot \text{ž}^{-1}] \quad (1)$$

- kde: C_s – cena stroje (odepisuje se po dobu ekonomické životnosti) $[\text{Kčs} \cdot \text{ž}^{-1}]$
 k_s – odpisová sazba (podíl za rok) $[\text{rok}^{-1}]$
 T_z – hodiny odpracované za životnost $[\text{h} \cdot \text{ž}^{-1}]$
 p_h – cena jedné hodiny práce $[\text{Kčs} \cdot \text{h}^{-1}]$

- T_r – plánované nebo odpracované hodiny za rok [h.rok^{-1}]
 W_r – plošná výkonnost za rok = $0,36 B_p \cdot v_p \cdot T_r$ [ha.rok^{-1}]
 B_p – pracovní záběr stroje [m]
 c_s – měrná cena stroje [Kčs.m^{-1}]
 v_p – pracovní rychlost stroje [m.s^{-1}]
 τ – součinitel využití času směny

$$C_s \cdot k_s = T_r \cdot p_h \quad [\text{Kčs.rok}^{-1}] \quad (2)$$

$$\text{nebo} \quad B_p \cdot c_s \cdot k_s = W_r \cdot p_h / 0,36 B_p \cdot v_p \cdot \tau \quad [\text{Kčs.rok}^{-1}] \quad (3)$$

Každý zemědělský manažer má přesný přehled o využití stroje v průběhu roku, což vyjadřuje T_r . Do ceny stroje C_s je třeba zakalkulovat i předpokládanou inflaci. Odpisová sazba k_s je odvozena od T_r a T_z .

Po úpravě má rovnice (3) následující tvar:

$$B_p = \sqrt{\frac{W_r \cdot p_h}{0,36 v_p \cdot \tau \cdot k_s \cdot c_s}} \quad [\text{m}] \quad (4)$$

Ke stejné rovnici pro výpočet pracovního záběru stroje dojdeme, derivujeme-li nákladovou rovnici $N_c = f(B_p)$.

$$N_c = B_p \cdot c_s \cdot k_s + T_r / B_p (n + m) + B_p (o + u) + B_p (p_j + s + \dot{u}) + p + p' / [\text{Kčs.rok}^{-1}], \quad (4a)$$

- kde: N_c – celkové náklady na soupravu za sezónu nebo rok [Kčs.rok^{-1}]
 $n, m, o, u, p_j, s, \dot{u}$ – měrná hodinová cena paliva, mazadel, oprav, údržeb, pojištění, uskladnění a úroky z půjček [$\text{Kčs.m}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$],
 p – mzda obsluhy za hodinu [Kčs.h^{-1}],
 p' – penalizace za nečasnost [Kčs.h^{-1}],

$$T_r = \frac{W_r}{0,36 B_p \cdot v_p \cdot \tau} \quad [\text{Kčs.h}^{-1}].$$

Po úpravě dostaneme:

$$B_p = \sqrt{\frac{W_r(p + p')}{0,36 v_p \cdot \tau \cdot k_s \cdot c_s}} \quad [\text{m}]. \quad (5)$$

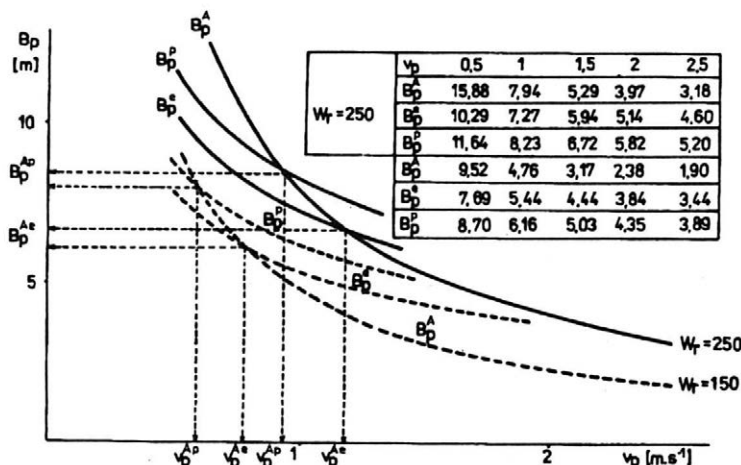
Rovnice (5) se liší od rovnice (4) pouze zavedením nového parametru, tj. penalizace za nečasnost. Tento parametr zavedl do výpočtu H u n t (1973). Výpočet penalizace za nečasnost je poměrně snadný u sklizně zrnin, okopanin a dalších plodin, u kterých je možné po sklizni najít na poli nesklizenou úrodu. Do těchto ztrát patří i ztráty způsobené požerem, vypadáním atd.

Rovnice pro výpočet penalizace za nečasnost u sklizeň:

$$T = \frac{\text{ztráty úrody} [t \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]}{\text{hektarový výnos} [t \cdot \text{ha}^{-1}]} \quad [\text{den}^{-1}]$$

$$p' = \frac{W_{pl} \cdot Q \cdot C_p \cdot T}{n' \cdot l' \cdot T_s} \quad [\text{Kčs.h}^{-1}] \quad (6)$$

- kde: W_{pl} – výměra plodiny připadající na jeden sklizeň [ha],
 Q – výnos hlavního produktu [$t \cdot \text{ha}^{-1}$],
 C_p – realizovaná cena hlavního produktu [Kčs.t^{-1}],



1. Plnění agrotechnických podmínek technickoekonomickými parametry sklízecích mlátiček (při $W_r = 150$ ha.rok⁻¹ je počítáno s $c_s = 40\ 000$ Kčs.m⁻¹) – Meeting the conditions of agricultural practices by technical and economic parameters of threshing machines (at $W_r = 150$ ha per year is taken account of $c_s = 40,000$ Kčs per m)

T_s – průměrný fond pracovního dne [h.den⁻¹].

V ČR připadá na jednu sklízecí mlátičku 150 - 200 ha zrnin a olejnin. Větší počet hektarů je v tom roce, ve kterém se nepodaří dát do provozuschopného stavu všechny sklízecí mlátičky. Při sklizni zrnin a olejnin bude pouze jedno období ve kterém je možné dosáhnout maximálního výnosu ($n' = 1$; $t' = 4$), protože se vždy snažíme zahájit sklizeň těsně před optimální zralostí a ukončit co nejdříve po tomto období. Na jeden sklizeň připadá v ČR 20 - 40 ha plodiny (ječmen ozimý, jarní, pšenice ozimá, jarní, žito, oves, kukuřice, řepka atd.). Připadá-li tak malá výměra jednotlivé plodiny na jeden sklizeň, mohou být ztráty zaviněné nevhodnou sklizní velmi nízké.

VÝSLEDKY

Na základě stanovených podmínek a kritériální funkce byl sestrojen obr. 1, kde je znázorněna funkce podmíněná pevnou agrotechnickou lhůtou a dvěma ročními úkoly.

Závislost $B_p^A = f(v_p)$ pro $W_r = 250$ ha a $W_r = 150$ ha.

$$B_p^A = \frac{W_r}{0,36v_p \cdot \tau \cdot T_r} = 7,94 / v_p \quad (\text{pro } W_r = 250 \text{ ha.rok}^{-1})$$

$$= 4,76 / v_p \quad (\text{pro } W_r = 150 \text{ ha.rok}^{-1}).$$

$$T_r = 125 \text{ h.rok}^{-1},$$

$$v_p = 1,5 \text{ m.s}^{-1},$$

$$\tau = 0,7.$$

$$\text{Závislosti } B_p^B = \sqrt{52,9 / v_p},$$

$$B_p^C = \sqrt{31,7 / v_p}$$

vycházejí z úvah autora, a to opět pro stejná vstupní data. Jelikož tento autor (Scott, 1965) zavádí do rovnice i ekonomické vztahy [rovnice (1), (2), (3), (4)], musíme znát další vstupní data:

$$p_b = 300 \text{ Kčs.h}^{-1},$$

$$c_s = 37500 \text{ Kčs.m}^{-1},$$

$$k_s = 0,15.$$

Z uvedeného je zřejmé, že požadavky agrotechnické B_p^A nejsou tak přísné jako technickoekonomické B_p^B , což vyplývá z nerovnosti

$$B_p^c > B_p^d.$$

Větší pracovní záběr B_p^c bude finančně uhrazen ze snížených ztrát při sklizni.

Je další možnost výpočtu pracovního záběru, kdy jedna hodina práce sklizeče je nahrazena hodinovou mzdou a penalizací za nečasnost. Abychom mohli vypočítat penalizaci za nečasnost, je nutné zjistit součinitel včasnosti T' .

$$T' = \frac{\text{ztráty} [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]}{\text{výnos zrna} [\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}]} = \frac{110}{5000} = 0,022 [\text{den}^{-1}].$$

$$\text{Potom: } p' = W_{p1} \cdot Q \cdot C_p \cdot T' / n' \cdot t' \cdot T_s = 30.5.2000.0,22 / 1.4.6 = 275 [\text{Kčs} \cdot \text{h}^{-1}],$$

kde $T_s = 6 \text{ h} \cdot \text{den}^{-1}$ (Uvedené hodnoty jsou průměrem v ČR).

$$\text{Potom } B_p^c = \sqrt{67,77 / v_p}, \text{ nebo } B_p^c = \sqrt{40,6 / v_p}.$$

Podle výše uvedených výpočtů platí, že základní křivkou na obr.1 je $B_p^d = f(v_p)$. Splnění agrotechnických požadavků představují průsečíky základní křivky s ostatními.

Průběh závislosti $B_p^d, B_p^c, B_p^e = f(v_p)$ pro dva různé roční úkoly je zaveden na obr. 1 na základě metodik z literatury (H u n t, 1973; O u b r e c h t, 1980; S c o t t o n, 1965). V závislosti na použité metodice se pracovní záběr pohybuje od 6,1 do 8,4 m. Jde o pracovní záběry při kterých se plní agronomické požadavky na sklizeň, které jsou určeny křivkou $B_p^d = f(v_p)$.

Na obr.2 je uveden průběh ročních nákladů nezávislých na záběru stroje, a to opět pro různé dva roční úkoly. Průběh křivek odpovídá kritériální funkci „minimální roční náklady na sklízecí mlátičku“. Pro úkol 150 ha.rok⁻¹ vychází $B_{opt} = 4,5 - 5 \text{ m}$ a pro úkol 250 ha.rok⁻¹ bude nutné pracovat se záběrem $B_{opt} = 5,5 - 6,5 \text{ m}$.

Optimální pracovní záběr sklízecí mlátičky ovlivňují následující parametry:

W_r	– roční úkol [ha.rok ⁻¹]
p'	– penalizace za nečasnost [Kčs.h ⁻¹]
p	– hodinová mzda obsluhy [Kčs.h ⁻¹]
c_s	– měrná cena sklízecí mlátičky [Kčs.h ⁻¹]
k_s	– roční odpisová sazba
v_p	– pracovní rychlost [m.s ⁻¹]
τ	– součinitel využití času směny

Potom můžeme napsat:

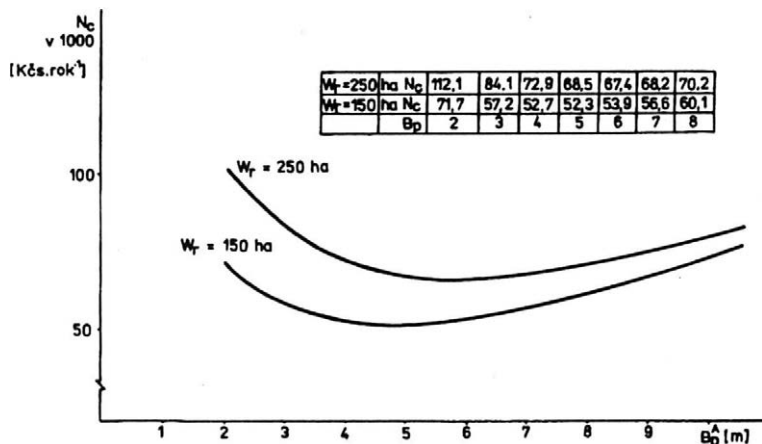
$$N_c = B_p \cdot k_s \cdot c_s + \frac{W_r}{0,36 B_p \cdot v_p \cdot \tau} (p + p') [\text{Kčs} \cdot \text{rok}^{-1}],$$

$$N_c = k_1 \cdot B_p + \frac{k_2}{B_p} [\text{Kčs} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

Progresivní odpisovou sazbu je možné uplatnit u těch provozovatelů sklízecích mlátiček, kteří je v prvních třech až pěti letech pronajímají a maximalizují tak W_r . V USA progresivní odpisovou sazbu využívají a mění se od 0,6 do 0,12 ceny stroje za rok.

DISKUSE

Z výsledků řešení vyplývá, že je třeba maximalizovat rychlost, abychom splnili úkol s menším pracovním záběrem. Rychlost sklízecí mlátičky v poli ovlivňuje terén a velikost pozemků má vliv na využití větších záběrů. Na obr. 2 je patrné, že zvětšení pracovního záběru (nad optimální) nevede k velké změně ročních nákladů. Na obr. 2 křivka neza-



2. Minimální roční náklady u sklízecí mlátičky (zahrnutý pouze náklady $p + p'$, které mají vliv na extrém funkce) – Minimum yearly costs of threshing machine (included only costs $p + p'$, having effects on extreme of function).

hrnuje všechny náklady na provoz sklízecí mlátičky, ale pouze ty, které jsou při hledání extrému ještě v rovnici, tj. $p + p'$. Náklady uvedené na obr. 2 jsou pouze mzdové a ztráty na produkci vzniklé v průběhu sklizně.

Cílem práce bylo hledání vhodných exploatačních parametrů u sklízecích mlátiček. Vedle pracovního záběru a pracovní rychlosti (jako základních parametrů sklízecího je důležitá průchodnost mláticího a separačního ústrojí. Obr. 1 v závislosti $B_p^A = f(v_p)$ představuje agrotechnické požadavky na sklizeč. Každému bodu této křivky odpovídá určitý záběr a rychlost stroje. Pro tuto křivku platí, že $B_p \cdot v_p = \text{konst.}$ Hlavním úkolem bylo na této křivce najít body, které by také odpovídaly technickoekonomickým požadavkům. Tento úkol byl splněn tím, že jsme zakreslili další dvě závislosti, tj. B_p^c a $B_p^p = \sqrt{k/v_p}$ [viz rovnice (4) a (5)]. Na základní křivce jsme po zakreslení dalších dvou závislostí dostali dva průsečíky, které odpovídají optimální plošné výkonnosti v závislosti na zadané kritériální funkci, podle které byla odvozena rovnice.

Základní křivka na obr. 1 představuje plošnou výkonnost $7,94 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pro úkol 250 ha a $4,76 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ pro roční úkol 150 ha. Potřebná průchodnost (sekundová hmotnostní výkonnost) sklízecího je zcela závislá na přísunu obilní hmoty, tj. od toku materiálu na mláticí ústrojí. Našli jsme již optimální plošnou výkonnost, která je definována zcela přesnou pracovní rychlostí a záběrem a pro technika v zemědělském provozu je důležité znát jakou průchodnost má mít sklízecí mlátička. Jestliže bude v zemědělském podniku k dispozici pouze jedna sklízecí mlátička, potom je třeba obrátit pozornost na obr. 2 ze kterého je zřejmé, že je nutné pořídit sklizeč výkonnější (odpovídající plodině s největším hektarovým výnosem), protože roční náklady rostou pomaleji směrem k vyšší výkonnosti. Na obr. 2 je tato vyšší výkonnost uváděna v pracovním záběru.

Z uvedeného je zřejmé, že při maximálním výnosu $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ obilní hmoty bude třeba koupit mlátičku s průchodností $5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ až $8 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

ZÁVĚR

Každý zemědělský podnik, soukromý nebo družstevní, se musí snažit využívat techniku při minimálních ročních nákladech.

Na příkladu sklízecí mlátičky byla uvedena metoda, která umožní nakupujícím se orientovat při výběru vhodné strojové soupravy. Uvedený postup výběru vhodné soupravy je použitelný pro všechny strojové soupravy využívané v polní výrobě.

Literatura

- HUNT, D. R.: Farm Power and Machinery Management. Iowa, Iowa State University Press 1973.
KIRTBAJA, J. K.: Rezervy ve využívání strojového a traktorového parku. Bratislava, Príroda 1978.
OUBRECHT, J.: Optimalizace velikosti zemědělského stroje. Zeměd. Techn., 26, 1980, č. 2, s. 99 – 105.
SCOTTON, M.: La capacita di lavoro piu conveniente per le machine agricole. Macchine e motori agricoli, 23, 1965, č. 7, s. 49 – 53.
ŠEPOVALOV, V. D.: Avtomatizacija uboročnych processov. Moskva, Kolos 1969.
ŠPELINA, M. aj.: Vybavení zemědělského podniku strojovou technikou. Praha, SZN 1980.

Došlo dne 14.6.1991

OUBRECHT, J. (University of Agriculture, Praha): *Some major exploiting parameters of threshing machines.* Zeměd. Techn., 37, 1991 (8): 471 – 476.

An importance of threshing machines will not be lower even under the conditions of private, co-operation sectors or other kind of ownership of field agricultural production. Seasonal performance of threshing machines is given in advance, that is by the relation between number of hectares sown with grain and the number of harvesters. The other crops harvested with a threshing machine slightly rise the seasonal performance. In the Czech Republic, there are 150 hectares per a threshing machine. The area is usually dissected for five crops of different time of harvest. In a short cultivation interval, 30 hectares must be harvested by single threshing machine. Each crop can be harvested in three days under good weather conditions. Despite this task, losses of the grain are recorded, particularly for technical reasons, i.e. imperfect designing of a harvester. Optimizing the working engagement of the harvester, an important parameter is comprised in the calculation. This much affects the level of working engagement. There is a penalty charges for not keeping the time of harvesting.

working engagement; working speed; seasonal performance; penalty for untimely harvest; coefficient of timeliness; specific price of machine

Adresa autora:

Prof. ing. Josef Oubrecht, DrSc., Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 – Suchbát

DIGITÁLNÍ KONDUKTOMETR

Při měření měrné vodivosti kapalin nastává velmi často vzájemná vazba mezi kapalinou a materiálem elektrody, ovlivňující naměřené hodnoty, což se zvláště silně projevuje u kapalin živočišného původu. Z těchto důvodů dochází k ovlivňování roztoku měřicím čidlem (materiálem, proudem apod.) nebo obráceně, měřený roztok silně ovlivňuje měřicí elektrody, čímž vzniká v obou případech značná chyba v naměřených hodnotách (Janáček, Loučka, 1985).

Senzory použité pro průmyslové, tzn. sériové nasazení v provozu, musí být konstruovány jako nerozbitné minisondy s elektrodami zalitými v plastické hmotě, snadno opracovatelné, a to ve tvaru jak ponorných čidel, tak čidel zabudovatelných do potrubí. Po každém měření musí být plocha elektrod očištěna a nesmí nastat usazování, jinak se jejich odpor až několikrát násobně změní. Při použití stejnosměrného proudu může dojít k nevhodné polarizaci a k vytváření filmů na elektrodách; při vyšších hodnotách měřicího proudu dochází k ohřevu měřené kapaliny a tím u kapalin živočišného původu i k jejich změnám, popř. k časovým závislostem měřené veličiny.

Přístroje pro přímé nasazení na farmě nemohou předpokládat síťové napájení, proto je nutné přístroj konstruovat pro minimální spotřebu. Z těchto důvodů musí být elektrody konstruovány s minimální plochou a pro minimální objem vzorku. U kapalin biologického charakteru je nutné volit i vhodnou frekvenci střídavého proudu, nelze uvažovat ani o 50 Hz, ani o frekvenci nízké, do 2 až 3 kHz. U jednotlivých typů senzorů a tvarů elektrod z vhodného materiálu byla proměřena závislost konduktivity na frekvenci pro různá napětí a velikosti proudu a konstruován náhradní obvod konduktometrického čidla, jak uvádějí autoři Janáček, Loučka (1985). Byla zjištěna „plata“ závislosti $\gamma(\nu)$ různých senzorů podle tvarů a materiálu elektrod v určitém rozsahu frekvencí. Tato plata byla potvrzena i v různých zkoušených proměřovaných roztocích, např. mléku, šťávách. V tomto rozsahu zjištěného plata uvedené závislosti $\gamma(\nu)$ byly konstruovány konduktometry pro jednoúčelové použití. U senzorů, které jsme použili, se plata závislosti $\gamma(\nu)$ nacházejí v rozsahu 5 až 12 kHz, proto je uvedený digitální konduktometr konstruován na frekvenci měřicího proudu 9 kHz s přesností do 5 %.

V závislosti na střídavém proudu nelze hovořit o měrné vodivosti γ podle vztahu

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}, \text{ kde } \gamma = \frac{1}{\rho} \text{ a } G = \frac{1}{R},$$

$$\text{tedy } \gamma = G \cdot \frac{l}{S} = G \cdot k,$$

kde: l – vzdálenost elektrod [m],
 S – plocha elektrod [m²],
 R – odpor [Ω],
 G – vodivost [S],
 ρ – měrný odpor [Ω.m],
 γ – měrná vodivost [S.m⁻¹],
 k – konstanta sondy podle rozměrů l, S [m⁻¹],

ale i impedanci Z a konduktivitu γ vázaných vztahy

$$Z = R + j \cdot X \quad \text{a} \quad \gamma = k \cdot Z^{-1}.$$

Impedance je dána reálnou a imaginární složkou, kde R je rezistance a X reaktance (velmi ovlivněné jak tvarem a materiálem, tak frekvencí a měřeným médiem) (Janáček, 1985).

Proto pro naměření spolehlivých reprodukovatelných hodnot v agresivním prostředí farem při dlouhodobých měření je nutno konstruovat přístroj se stabilitou parametrů a vhodným vnitřním kontrolním seřizovacím i napájecím systémem.

METODIKA MĚŘENÍ

Přístroj je konstruován jako univerzální měřič konduktivity mléka přímo v prvovýrobě, na farmě nebo v dojárně v průběhu dojení. Vlastní měření konduktivity má široké využití od měření odebraných vzorků mléka z tanku nebo mléka směsného z celého nádoje dojnice až po mléko z jednotlivých čtvrtí vemene odebraného před nasazením strukových násadec, nebo také vzorků mléka odebraného v průběhu celého dojení podle zabudovaných senzorů do průtoku mléka směsného, nebo z jednotlivých čtvrtí. Takto získané faremní výsledky konduktivity mléka byly sledovány v závislosti na počtu somatických buněk v mléce



1. Blokové schéma digitálního konduktometru

(Janál, 1987 a) i na počtu nemocných dojníc ve stádě (Janál, 1987 b). Všechna měření konduktivity v prvovýrobě jsou podmíněna existencí dostatečného množství vhodných jednoduchých přístrojů a metodik pro jejich hromadné využívání. Jedním z těchto nových přístrojů je popsán digitální konduktometr.

Konstrukce digitálního konduktometru navazuje na zkušenosti získané s číslicovým měřičem konduktivity mléka, jak uvádějí autoři Janál, Havránek (1988) i jeho ověřování v dlouhodobém provozu přímo v prvovýrobě mléka. Na našem trhu jsou k dispozici automatický indikátor AIV 090 i přenosný bateriový konduktometr AIV 023 firmy VDI Obzor Plzeň.

Nový přístroj vychází již ve své konstrukci ze všech získaných zkušeností a požadavků faremních pracovníků: digitální výstup, displej, kompenzace teploty a naměřených hodnot, kapesní provedení, malá spotřeba, nízká cena, univerzální použití, kontrola napájení i seřízení atd. Přístroj je zatím zabudován do krabice na trhu dostupné jen za 10,50 Kčs s tím, že vlastní úpravu si provede výrobce, kterého pro tento přístroj hledáme a dokumentaci nabízíme. Navrhovaný digitální konduktometr splňuje požadavek jednoduchého přenosného, ale i trvale zabudovatelného přístroje s perspektivní možností výstupu na počítač (Janál, Hévr, 1989).

POPIS ZAPOJENÍ

Zdrojem kmitočtu je v této verzi přístroje RC-oscilátor s Wienovým můstkem, který zavádí kladnou zpětnou vazbu a určuje kmitočet oscilátoru. Ke stabilizaci amplitudy kmitů je použita dvojice antiparalelně zapojených diod ve zpětné vazbě, která zmenšuje zkreslení výstupního signálu. Aby se zabránilo negativnímu vlivu v místě styku sondy s kapalinou a ohřevu kapaliny protékající proudem, popř. i elektrolyze kapaliny, je střídavý proud protékající sondou a měřenou kapalinou nízký.

Velikost střídavého napětí na výstupu snímacího obvodu je úměrná hodnotě měřené konduktivity. Střídavé napětí z výstupu snímacího obvodu je dále usměrněno lineárním usměrňovačem (obr. 1). Výsledné stejnoměrné napětí je přivedeno na vstup analogového digitálního převodníku a zobrazuje se na displeji po teplotní kompenzaci na teplotu 20 °C. V zapojení bylo použito teplotní závislosti PN přechodu polovodičové součástky, která byla zabudována přímo do snímací sondy.

V číslicovém měřiči konduktivity byl použit analogový digitální převodník C 520 D, který využíval na svém výstupu zobrazovací jednotky LED. Nevýhodou tohoto uspořádání byla poměrně vysoká spotřeba (cca 540 mW), což zatěžovalo zdrojovou část a omezovalo dlouhodobé nasazení přístroje. V této verzi digitálního konduktometru byl již využit převodník MHB 7106, který na svém výstupu spolupracuje se zobrazovací jednotkou LCD s nepatrnou spotřebou, což umožňuje dlouhodobý provoz v praxi bez výměny nebo dobíjení článků. Přístroj je napájen baterií o napětí 9 V a umožňuje 30 hodin trvalého provozu zapnutí přístroje, ale při běžném denním měření na farmě má trvanlivost při správném provozu až 1 měsíc bez dobíjení. Celé blokové schéma je na obr. 1.

Přesnost přístroje jsme testovali metodou vzorových odporových etalonů s maximální odchylkou zobrazené hodnoty od hodnoty skutečné menší než 3,5 %. Přesnost teplotní kompenzace se pohybovala na hranici 5 %.

Vlastní provozuschopnost přístroje jsme testovali v agresivních podmínkách farem, kde po dobu několika týdnů prokázal stálost svých parametrů s vysokou reprodukovatelností získaných hodnot. Provozní měření potvrdila i jeho schopnost práce v různých typech agresivního prostředí jak v přenosné formě, tak ve formě zabudované, s nepřetržitým provozem. Postup práce s přístrojem a senzory v prvovýrobě mléka je stejný jako u ostatních konduktometrů včetně odběrů vzorků tak, jak uvádí autor v metodice práce s přístroji (Janál a kol., 1988).

ZÁVĚR

Digitální konduktometr navazuje na číslicový měřič konduktivity a je postaven na jeho zkušenostech z provozu na farmách. Jeho velká spotřeba omezila jeho sériové nasazení a tím i znemožnila sériovou výrobu.

Volbou zobrazovacích jednotek u digitálního konduktometru se několikanásobně prodloužila provozní schopnost přístroje a jeho nasazení v prvovýrobě. Přístroj je stavěn z československých součástek a zatím se neuvažuje o dovozu: tato nekvalita našich nebo na trhu dostupných součástek i zdrojů omezuje výrobu i dalších variant přístrojů. Při sériové výrobě je tento problém v rukou výrobce a v jeho dalších možnostech.

Přístroj je konstruován univerzálně a lze ho použít v laboratoři, na stání v dojárně, může měřit odebrané vzorky a lze ho i zabudovat do průtoku mléka podle umístění senzorů: do mléka směsného i z jednotlivých čtvrtí vemene.

Digitální konduktometr může měřit různé kapaliny v rozsahu teplot 5 až 35 °C s kompenzací na teplotu 20 °C a s hodnotou konduktivity 0,2 až 1 S.m⁻¹.

Jeho univerzálnost nebude na překážku výrobcům a umožní jeho sériové nasazení v praxi. Zájemcům o výrobu, které hledáme, se nabízí jednoduchý, ale spolehlivý přístroj, jehož použití není omezeno jen na území ČSFR. Na různých výstavách projevil o něj zájem nejen naše odborná veřejnost, ale i odborníci z řady států, kteří nabízejí i možnost jeho výroby, např. v SSSR, v SRN.

Literatura

JANÁL, R. – LOUDA, J.: Náhradní obvod konduktometrického čidla ponořeného do měřeného materiálu. Sbor. Vys. Šk. zeměd., Fak. mechaniz. Praha 1985, s. 143 - 158.

JANÁL, R. – LOUDA, J. – ŠVASTA, J.: Využití konduktivity ve výrobě a zpracování mléka – metodika práce s konduktometry. Stud. Inform. I ÚVTIZ, Praha 1988.

JANÁL, R.: Fyzikální vlastnosti zemědělských materiálů. [Doktorská disertace.] Praha 1985, 386 s. – Vysoká škola zemědělská.

JANÁL, R.: Souvislost parametru konduktivity mléka s počtem buněčných elementů. Živoč. Vyr., 32, 1987, č. 6, s. 529 - 534.

JANÁL, R.: Konduktivita mléka a zastoupení nemocných dojnic ve stádě. Živoč. Vyr., 32, 1987, č. 8, s. 711 - 718.

JANÁL, R. – HAVRÁNEK, T.: Číslicový měřič konduktivity mléka. Zeměd. Techn., 1988, 34, č. 12, s. 752 - 754.

JANÁL, R. – HÉVR, M.: Elektronika při sledování konduktivity v dojárně. Zeměd. Techn., 35, 1989, č. 8, s. 493 - 499.

*Prof. ing. Rudolf Janál, DrSc., Ing. Tomáš Havránek, Ing. Miroslav Hévr,
Vysoká škola zemědělská, 165 21 Praha 6 - Suchbátka*

**Upozorňujeme čtenáře a zájemce
o odbornou zemědělskou literaturu,**

že Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ve spolupráci se
Zemědělským nakladatelstvím Brázda vydává:

**NAUČNÝ SLOVNÍK ZEMĚDĚLSKÝ
13. díl (písmeno Z)**

Publikace je posledním dílem zemědělské encyklopedie, vyjde v rozsahu asi
700 stran, předpokládaná cena je 190 Kčs.

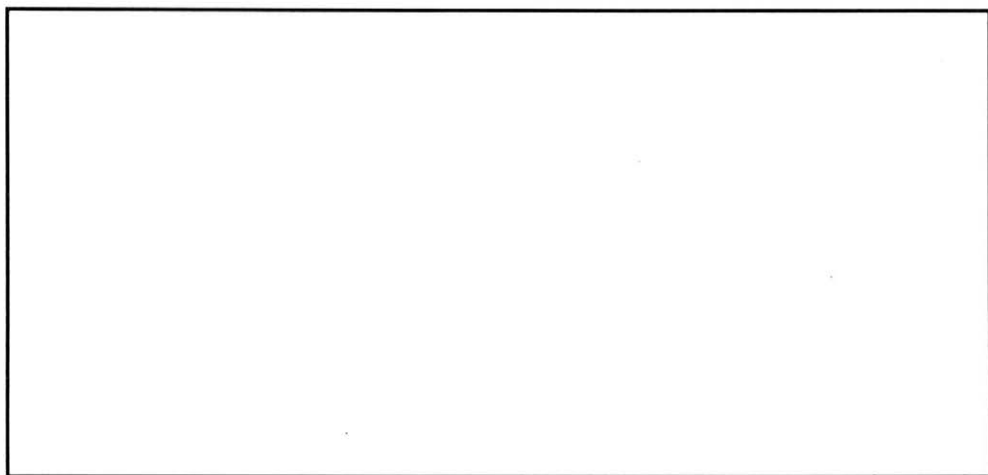
Vzhledem k tomu, že stálým odběratelům nebude poslední díl slovníku avizován,
je třeba zajistit si nové objednávky na adrese:

**Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, oddělení Naučného
slovníku a terminologie**

Slezská 7

120 56 Praha 2





Rukopis odevzdán k tisku 16.9.1992 – Podepsáno k tisku 30.3.1992

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA ● Vydává Akademie zemědělských věd ČSFR – Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství ● Vychází měsíčně ● Redaktorka ing. Vladimíra Čermáková ● Redakce: Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 25 75 41 ● Tisk a sazba PROXIMA, Dlážděná 6, 110 00 Praha 1, tel.: 235 68 81 ● © Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha 1991 ● Rozšiřuje PNS. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá PNS-UED Praha, Kafkova 19, 160 00 Praha 6.