

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

5

ROČNÍK 29 (LVI)
PRAHA
KVĚTEN 1983
CENA 10 Kčs
CS ISSN 0044-3883

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Vědecký časopis

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

■

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

■

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

■

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

MODEL PRO HRUBÉ ROZVRHOVÁNÍ MECHANIZAČNÍCH PROSTŘEDKŮ A PRACOVNÍKŮ NA POLNÍ PRÁCE

M. Kavka

KAVKA, M. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Model pro hrubé rozvrhování mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5) : 257-272.

V souladu s platnými koncepcemi operativního řízení mechanizované rostlinné výroby jsme přistoupili k sestavení matematického modelu a počítačového programu pro hrubé rozvrhování mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce (sestavování krátkodobých plánů nasazení). Výsledkem výpočtu je bilance pracovních operací, mechanizačních prostředků, pracovníků, potřeby nákladů a nafty a hrubé sestavení linek. K sestavování linek jsme použili nové metody. Včasným sestavením hrubého rozvrhu lze v dostatečném předstihu bilancovat požadavky a zdroje a činit následná opatření.

matematické modelování; hrubý rozvrh výroby; krátkodobý plán; sestavování linek

Zvětšování zemědělských podniků, zavádění výkonných mechanizačních prostředků a změny v organizaci práce zvyšují nároky na řídicí pracovníky ve všech fázích procesu řízení. Významným pomocníkem při zkvalitňování procesu řízení je využití výpočetní techniky, přičemž na úrovni zemědělské prvovýroby je perspektivní využití minipočítačů a mikropočítačů. Hlavním předpokladem efektivní práce počítače je dostatečný sortiment aplikačních počítačových programů, jejichž základem jsou matematické modely.

V souladu s literárními závěry (Pišvejc aj., 1982; Ondřej aj., 1980; Patříčný a Kostlivý, 1981) bylo přistoupeno k sestavení matematického modelu a počítačového programu (pro stolní počítač Olivetti P-6066) pro hrubé rozvrhování mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce. Sestavení hrubého rozvrhu pro určitou časovou výseč z kalendářního roku, resp. krátkodobého nebo sezónního plánu, by mělo předcházet tzv. jemnému rozvrhu výroby (Prokop a Tlustý, 1982; Polívka a Brychta, 1980).

Smyslem hrubého rozvrhu je posoudit připravenost mechanizačních prostředků, stacionárních pracovišť a pracovních sil k plnění plánovaných úkolů. Zároveň se hrubý rozvrh stává etalonem pro rozbor plnění plánovaných úkolů v reálném čase.

METODICKÝ POSTUP

Východiskem ke koncipování architektury modelu pro hrubé rozvrhování mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce byly běžně používané postupy sestavování sezónních plánů (Kolektiv, 1976; Kavka, 1980). Pozornost byla

zaměřena na ty okruhy problémů, které jsou významné pro operativní řízení a přitom je lze algoritmizovat. Mezi uvedené okruhy problémů patří:

1. sestavení přehledu pracovních operací (požadavků) v časové výšeči a disponibilních pracovních sil a mechanizačních prostředků (zdrojů), které mohou uspokojit požadavky;

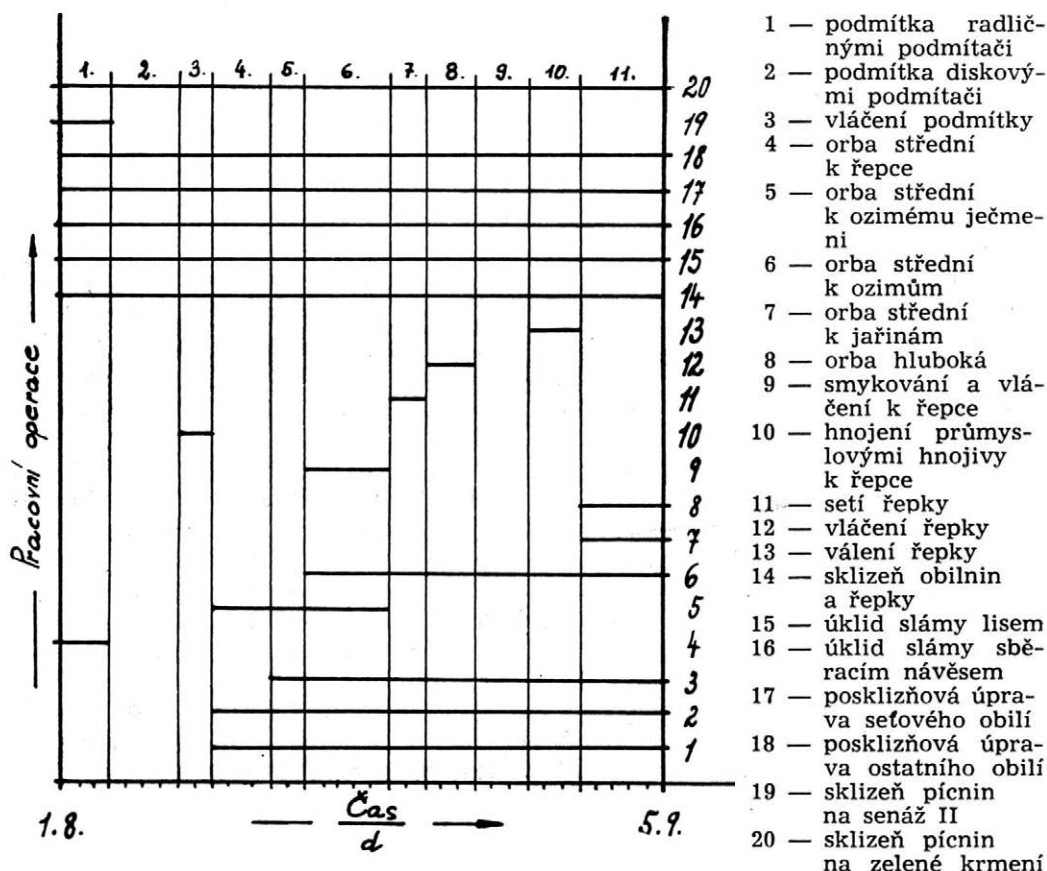
2. výběr vhodných mechanizačních prostředků a sestavení linek podle zadaného kritéria optimality;

3. sestavení bilance pracovních operací, potřeby mechanizačních prostředků a pracovních sil a potřeby nafty a nákladů.

Z hlediska metodického postupu má významné postavení respektování vazeb mezi pracovními operacemi při operativních změnách agrotechnických lhůt (obr. 3, blok 4) a automatizované sestavování linek (obr. 3, bloky 18 až 21).

VAZBY MEZI PRACOVNÍMI OPERACEMI

U pracovních operací, mezi kterými existují významné časové vazby z hlediska časového sledu začátků a konců agrotechnických lhůt, jsou tyto vazby zakódovány ve vstupních větách popisujících pracovní operace. Ke kódování a následnému využití vazeb byla provedena modifikace metody MPM (Metra Potential Methode) tak, aby umožňovala respektovat časové vazby začátků a konců agrotechnických



1. Přehled agrotechnických lhůt pracovních operací zařazených do časové výšeči a společných pracovních úseků — A survey of the agrotechnical terms of field operations included in the time section and in joint work sections

I. fáze

MP \ O	O ₁	O ₂	.	.	O _n	a _i
MP ₁	$x_{11} w_{11}$ $f_{11} c_{11}$	$x_{12} w_{12}$ $f_{12} c_{12}$	F_{11}	$x_{1n} w_{1n}$ $f_{1n} c_{1n}$	a_1	
MP ₂	$x_{21} w_{21}$ $f_{21} c_{21}$	$x_{22} w_{22}$ $f_{22} c_{22}$	x_{21}	$x_{2n} w_{2n}$ $f_{2n} c_{2n}$	a_2	
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
MP _m	$x_{m1} w_{m1}$ $f_{m1} c_{m1}$	$x_{m2} w_{m2}$ $f_{m2} c_{m2}$	.	.	$x_{mn} w_{mn}$ $f_{mn} c_{mn}$	a_m
b _j	b ₁	b ₂	.	.	b _n	Σ

II. fáze

SL \ SP	SL ₁	SL ₂	.	.	SL _n	a _i
SP ₁	$x_{11} w_{11}$ $f_{11} c_{11}$	$x_{12} w_{12}$ $f_{12} c_{12}$	.	.	$x_{1n} w_{1n}$ $f_{1n} c_{1n}$	a_1
SP ₂	$x_{21} w_{21}$ $f_{21} c_{21}$	$x_{22} w_{22}$ $f_{22} c_{22}$	.	.	$x_{2n} w_{2n}$ $f_{2n} c_{2n}$	a_2
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
SP _m	$x_{m1} w_{m1}$ $f_{m1} c_{m1}$	$x_{m2} w_{m2}$ $f_{m2} c_{m2}$	.	.	$x_{mn} w_{mn}$ $f_{mn} c_{mn}$	a_m
b _j	b ₁	b ₂	.	.	b _n	Σ

III. fáze

MPD \ DP	MPD ₁	MPD ₂	.	.	MPD _n	a _i
DP ₁	$x_{11} w_{11}$ $f_{11} c_{11}$	$x_{12} w_{12}$ $f_{12} c_{12}$	.	.	$x_{1n} w_{1n}$ $f_{1n} c_{1n}$	a_1
DP ₂	$x_{21} w_{21}$ $f_{21} c_{21}$	$x_{22} w_{22}$ $f_{22} c_{22}$	.	.	$x_{2n} w_{2n}$ $f_{2n} c_{2n}$	a_2
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
DP _m	$x_{m1} w_{m1}$ $f_{m1} c_{m1}$	$x_{m2} w_{m2}$ $f_{m2} c_{m2}$	.	.	$x_{mn} w_{mn}$ $f_{mn} c_{mn}$	a_m
b _j	b ₁	b ₂	.	.	b _n	Σ

2. Princip metody fázovitého sestavování linek — The principle of constructing lines by stages

- O — pracovní operace
 MP — mechanizační prostředky (stroje na poli a stacionární linky) rozvrhované v I. fázi k pracovním operacím
 SL — stacionární linky rozvržené k pracovním operacím v I. fázi
 SP — stroje na poli rozvrhované k stacionárním linkám (u tříčlankových linek)
 MPD — mechanizační prostředky (stroje na poli a stacionární linky) rozvržené v I. fázi a vyžadující dopravu
 a_i — zdroje (disponibilní počty mechanizačních prostředků)
 b_j — požadavky (rozsahy práce v I. fázi, požadované výkonnosti ve II. a III. fázi)
 F_{ij} — frekvence pole
 c_{ij} — sazba
 w_{ij} — výkonnost i-tého mechanizačního prostředku při provádění j-té pracovní operace nebo obsluhu j-tého mechanizačního prostředku
 x_{ij} — rozvržený počet mechanizačních prostředků a z toho vyplývajících počtů pracovníků podle kvalifikace
 DP — dopravní prostředky

lhůt pracovních operací (obr. 1). Vazby jsou využívány pouze při případných změnách agrotechnických lhůt v bloku 4, neboť využití síťové analýzy k přímému sestavení krátkodobých plánů se ukazuje jako méně vhodné.

METODA SESTAVOVÁNÍ LINEK

Použitá metoda je založena na fázovitém využití (obr. 2) modifikované Habrovy frekvenční metody (může být využito modifikace i jiných metod lineárního programování). Metoda je vhodná k hrubému sestavení linek při řešení souběžně probíhajících mechanizovaných procesů v rostlinné výrobě. Při tvorbě metody se vycházelo z úvahy, že mechanizované procesy v rostlinné výrobě jsou převážně zajišťovány třemi typy linek:

1. linky s jedním článkem (např. pro zpracování půdy);
2. linky se dvěma články, přičemž v prvním článku pracuje buď stroj na poli nebo nakladač a ve druhém článku dopravní prostředek nebo rozmetadlo. Pokud k mobilní části linky patří stacionární pracoviště, pak vazba mezi mobilní a stacionární částí linky není z hlediska výkonnostní sladěnosti významná (stacionární pracoviště je pak řešeno samostatně jako jednočláneková linka);
3. linky se třemi články, tj. linky, jejichž rytmus určuje stacionární pracoviště a přitom je vyžadována doprava (např. horkovzdušné sušení). Prvním článkem je vždy stacionární pracoviště, druhým stroje na poli a třetím dopravní prostředky.

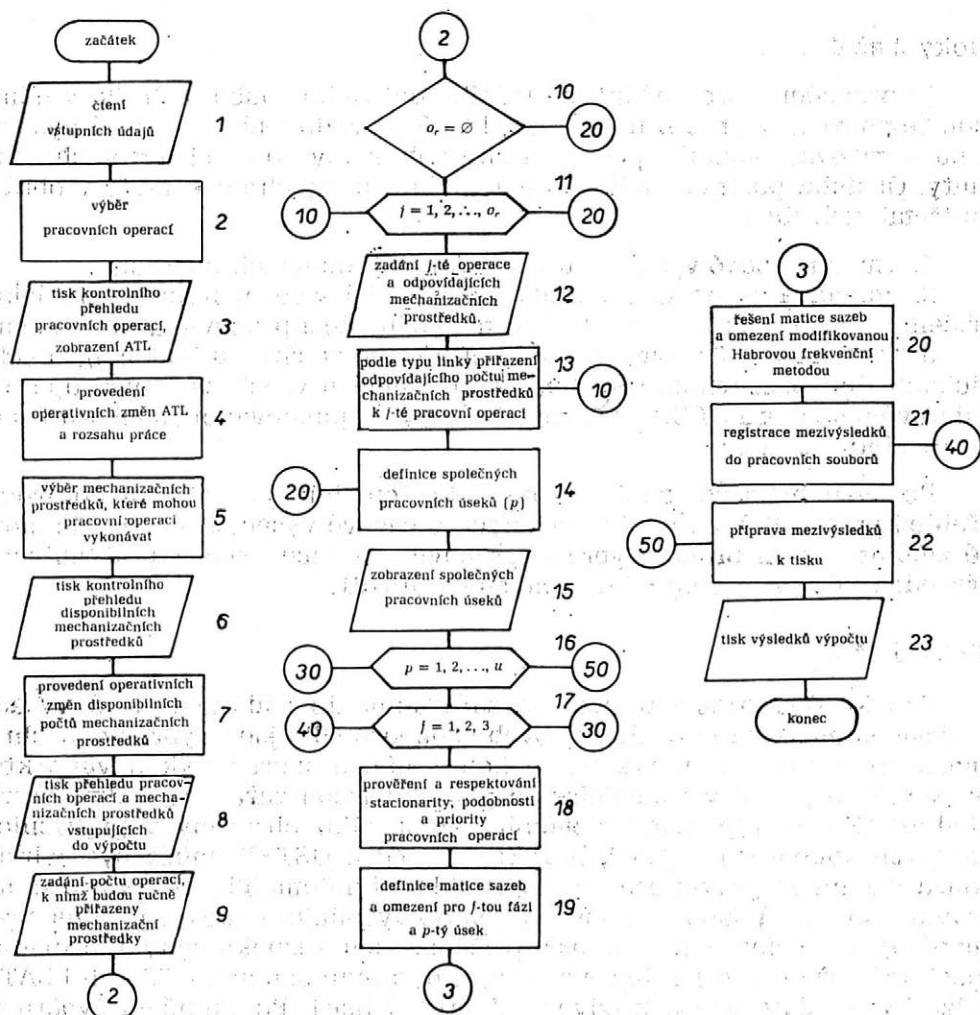
Podstata metody vyplývá z obr. 2. Podle typu linky jsou mechanizační prostředky a odpovídající počty pracovních sil rozvrženy k pracovním operacím v první fázi, nebo ke stacionárním pracovištím ve druhé fázi, nebo dopravní prostředky ke stacionárním pracovištím (tříčlánekové linky) a strojům na poli (dvoučlánekové linky) ve třetí fázi. Výsledky získané v první fázi jsou vstupem a omezeními pro druhou a třetí fázi.

Z obr. 2 dále vyplývá, že uvedenou metodou lze linky sestavit pouze pro časovou výše, v níž souběžně probíhají pracovní operace uvedené v první fázi. Z těchto důvodů je žádoucí časovou výše rozdělit na tzv. společné pracovní úseky (obr. 1), ve kterých nezačíná ani nekončí žádná pracovní operace. Kromě společných pracovních úseků p ($p = 1, 2, \dots, u$) se ve výsledcích objevuje také úsek s $p = 0$, čímž jsou míněny výsledky ručního přiřazení z bloků 9 až 13. Při řešení společných pracovních úseků 1 až u jsou respektovány i výsledky ručního přiřazení z úseku 0 (v odpovídajících úsecích je omezen disponibilní počet mechanizačních prostředků a pracovních sil, pokud se nejedná o mechanizační prostředky kooperační).

VLASTNÍ PRÁCE

Koncepce matematického modelu vychází z předpokladu, že existuje odpovídající datová základna zemědělského podniku, v níž jsou registrovány požadované základní, exploatační a ekonomické ukazatele o pracovních operacích, mechanizačních prostředcích podle typů a pracovních silách. Na základě předpokladu existence datové základny mohl být v modelu splněn jeden ze základních požadavků, tj. minimum vstupů z klávesnice počítače při vlastním výpočtu. Dalšími požadavky, které ve vazbě na datovou základnu mohly být respektovány, jsou:

- možnost vzájemné přiměřené interakce člověka s počítačem,
- maximální přiblížení algoritmů úvahám řídicího subjektu (heuristický přístup),
- minimální nároky na interpretaci výsledků z počítače.



3. Vývojový diagram — Developmental diagram

POPIS MODELU

Algoritmus použitý v prezentovaném modelu je díky heuristickému přístupu značně složitý logickými závislostmi a náročný na množství používaných informací z datové základny. Proto k popisu modelu bude využito zjednodušeného vývojového diagramu (obr. 3) a pozornost bude soustředěna zejména na ty bloky výpočtu, ve kterých dochází ke komunikaci člověka s počítačem.

Blok 1

Jsou zadávány vstupní údaje, tj. začátek a konec časové výseče, pro kterou bude sestavován rozvrh, a kritérium pro automatizované sestavování linek. Pro sestavování linek je možné zadat buď kritérium minimálních přímých jednotkových nákladů, nebo kritérium minimální potřeby živé práce.

Bloky 2 až 4

Je provedeno prohledání matričního datového souboru OPER, v němž jsou registrovány pracovní operace, které patří do zadané časové výseče, a na obrazovce počítače jsou graficky zobrazeny (obr. 1) agrotechnické lhůty. Obsluha počítače může potom změnit agrotechnické lhůty v obrázku třemi způsoby :

1. změna časové výseče a nová definice pracovních operací,
2. změna agrotechnické lhůty jedné nebo více operací na obrázku, přičemž jsou respektovány zakódované vazby mezi pracovními operacemi,
3. změna typu 2 s tím, že nově definované začátky a konce agrotechnických lhůt pracovních operací, včetně změn u všech závislých operací v datovém souboru OPER, jsou registrovány ve jmenovaném souboru (jsou trvalejšího rázu).

Po uvedených změnách agrotechnických lhůt je vytištěn kontrolní přehled pracovních operací zařazených v časové výseči a obr. 1 a je možné změnit rozsah práce. Vybrané pracovní operace jsou po aktualizaci převedeny do pracovního datového souboru OP1.

Bloky 5 až 7

Pro každou pracovní operaci zařazenou do zadané časové výseče a převedenou do pracovního datového souboru OP1 jsou vybrány všechny mechanizační prostředky, které mohou pracovní operaci vykonávat a které jsou k dispozici v zemědělském podniku (jsou zařazeny v datové základně). Každý typ mechanizačního prostředku obsažený v matričních datových souborech TRTYP, NATYP, SSTYP a OSTYP může být vybrán pouze jednou. Dopravní prostředky (nákladní automobily a traktorové dopravní soupravy) jsou definovány tehdy, vyžaduje-li alespoň jedna pracovní operace dopravní činnost, přičemž jsou respektovány i případné speciální požadavky na dopravu (např. dopravní souprava TR.1 + PLATO může být použita pouze k odvozu slámy od lisu). Po skončení výběru je vytištěn kontrolní přehled mechanizačních prostředků a je možné operativně změnit disponibilní počty (důvodem k omezení počtu traktorů v jednotlivých třídách mohou být i disponibilní počty řidičů). Vybrané mechanizační prostředky jsou po aktualizaci převedeny (kromě prostředků, u nichž byl zadán nulový počet) do pracovních datových souborů MP1 (stacionární pracoviště a stroje na poli) a DP1 (dopravní prostředky).

Blok 8

Je vytištěn přehled pracovních operací a mechanizačních prostředků, které byly zařazeny do datových souborů OP1, MP1 a DP1. Přehled výstupních informací získaných v blocích 1 až 8 je uveden v tab. II.

Bloky 9 až 13

Bloky 9 až 13 umožňují ruční sestavení linek, pokud je toto sestavení vyžádáno obsluhou počítače. V cyklu j ($j = 1, 2, \dots, o_r$) jsou postupně zadávána čísla pracovních operací a ke každé pracovní operaci, již odpovídá příslušný typ linky, je možno z klávesnice počítače zadat pro

každý článek linky jeden nebo více typů mechanizačních prostředků s možností celkem pěti variant způsobu výpočtu :

1. zvolené pracovní operaci je definován předepsaný počet mechanizačních prostředků jednoho nebo více typů s tím, že mechanizační prostředky jsou brány z STP zemědělského podniku; po přiřazení je v datovém souboru OP1 nulován rozsah práce,

2. varianta typu 1 s tím, že se počítá s použitím mechanizačních prostředků v kooperaci nebo od podniku služeb,

3. zvolené pracovní operaci je definován disponibilní (maximálně možný) počet mechanizačních prostředků jednoho nebo více typů a mechanizační prostředky jsou brány po předchozím výpočtu z STP zemědělského podniku; po přiřazení je v datovém souboru OP1 změněn rozsah práce,

4. varianta typu 3 s tím, že se počítá s použitím mechanizačních prostředků v kooperaci nebo od podniku služeb,

5. varianta typu 3 s tím, že disponibilní počet mechanizačních prostředků je vzat z datové základny.

Po ručním sestavení linek jsou výsledky registrovány pod číslem společného pracovního úseku O (ruční přiřazení) v datových souborech :

USEK1 — pro první článek všech typů linek,

USEK2 — pro druhý článek tříčlánekové linky,

USEK3 — pro dopravní prostředky.

Bloky 14 a 15

Jsou definovány tzv. společné pracovní úseky a pro každý úsek je stanoven začátek, konec a soubor pracovních operací, které v daném úseku paralelně probíhají. Po provedení definic je zobrazen na obrazovce počítače a současně vytisknut přehled pracovních operací a úseků vstupujících do automatizované části (bloků 16 až 21).

Bloky 16 až 21

V cyklu p ($p = 1, 2, \dots, u$) a f ($f = 1, 2, 3$) jsou pro jednotlivé společné pracovní úseky optimalizovány sestavy linek, včetně stanovení požadovaných počtů mechanizačních prostředků a z toho vyplývajících počtů pracovních sil podle kvalifikace. Metoda třífázového sestavování linek v rámci paralelně probíhajících mechanizovaných procesů byla rámcově popsána v metodickém postupu. O tom, zda výpočet proběhne pro všechny fáze nebo pouze pro první, resp. pro první a třetí, rozhoduje typ linky, který je zakódován ve větách charakterizujících pracovní operace. Vlastní výpočet je rozdělen do tří bloků :

I. Definice (obr. 2) matice výkonností, sazeb a omezení (požadavků a zdrojů) v souladu se zadaným kritériem optimality. Hodinové výkonnosti pro konkrétní pracovní operace jsou atributem každého mechanizačního prostředku. Výkonnosti dopravních prostředků jsou počítány s ohledem na typ stroje na poli a na dopravní cyklus. Matice sazeb je upravena koeficientem tzv. užítosti pracovní operace. Kromě disponibilních počtů mechanizačních prostředků je v případě traktorových doprav-

ních souprav respektován i disponibilní počet traktorů, resp. řidičů, a v případě nástaveb na nákladní automobily také disponibilní počet nákladních automobilů.

II. Řešení matice sazeb a omezení modifikovanou Habrovou frekvenční metodou. Modifikace spočívá ve vyrovnaní různých jednotek požadavků a zdrojů, v respektování nulové výkonnosti mechanizačního prostředku ve vztahu k pracovní operaci, kterou „neumí“ dělat, a v respektování tzv. stacionarity, podobnosti a priority pracovních operací.

III. Registrace mezivýsledků výpočtu do pracovních souborů USEK1, USEK2, USEK3.

Bloky 22 a 23

Bloky 22 a 23 jsou z hlediska požadavků na výstupní informace (tab. III) velice důležité a vnitřně obsahují velice složitý algoritmus výpočtu. V podstatě se jedná o spojení výsledků v datových souborech USEK1, USEK2, USEK3 a využití dalších informací z datových souborů OP1, MP1 a DP1 k tisku požadované struktury výstupních informací. Perspektivně by tyto bloky výpočtu měly sloužit k vytvoření nového datového souboru pro rozbor plnění krátkodobého plánu v reálném čase.

VÝSLEDKY

Správnost činnosti matematického modelu a počítačového programu byla přezkoušena řadou výpočtů pro různé varianty vstupních údajů při existenci datové základny vytvořené z údajů získaných ve Školním zemědělském podniku v Lánech. Příklad požadovaných vstupních údajů a výsledků výpočtu pro časovou výšeč od 1. 8. do 5. 9. je uveden v tab. I až III a na obr. 1.

Zadaná časová výšeč byla v souladu s popsány mi požadavky rozdělena do 11 společných pracovních úseků. Po aktualizaci agrotechnických lhůt, rozsahu práce a disponibilních mechanizačních prostředků (řidičů) byla napevno bez výpočtu sestavena linka pro sklizeň píce na zelené krmení a doporučeny sestavy linek s výpočtem pro úklid slámy lisem (tab. I). Zbývající pracovní operace, včetně zbylého rozsahu úklidu slámy lisem, byly ponechány pro automatizované rozvržení mechanizačních prostředků a pracovníků.

Výsledky výpočtů je možné rozdělit celkem do šesti bloků :

I. Přehled pracovních operací (požadavků) a disponibilních mechanizačních prostředků (zdrojů), které jsou schopny požadované operace vykonávat. Přehledy ukazují na stav před aktualizací datové základny a po ní.

II. Bilance pracovních operací — uspokojení požadavků v každém článku linky zvlášť.

III. Sestavy linek.

IV. Bilance mechanizačních prostředků, včetně potřeby práce.

V. Bilance pracovních sil, včetně potřeby práce.

VI. Orientační potřeba nákladů a nafty.

DISKUSE A ZÁVĚRY

Prezentovaný model pro hrubé rozvrhování mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce je nutno chápat jako první krok k řešení

Vstupní údaj		Hodnota vstupního údaje
Kritérium sestavení linek		minimální přímé jednotkové náklady
Časová výšeč od do		1. srpna 5. září
Aktualizace vstupů z datové základny	ATL	nebyla
	rozsahy práce	nebyly
	počet traktorů	upraven počet traktorů třídy 1 z 54 na 25; třídy 2 z 21 na 17 a třídy 4 ze 4 na 3
	počet dopravních prostředků	upraven počet P-V3S ze 7 na 4 a nízko-plošinových návěsů z 10 na 7
	počet ostatních mechanizačních prostředků	upraven počet 6-PN-25 z 10 na 3
Pevně přiřazené mechanizační prostředky	bez výpočtu pro zelené krmení	$2 \times \text{SKPU-220} + 1 \times \text{P-V3S}$ $2 \times \text{TR.2} + 7 \text{ t}$
	s výpočtem pro úklid slámy lisem	k dispozici + veškeré disponibilní $1 \times \text{K-442}$ nízkoplošinové návěsy $\text{TR.1} + \text{PLATO}$
Střední přepravní vzdálenosti (jsou součástí datové základny)	sklizeň obilnin	10 km
	úklid slámy lisem	1 km
	sklizeň píce na zelené krmení	15 km

dané problematiky využívající nového přístupu k sestavování linek. Spektrum výhodnosti jeho použití je třeba vidět zejména ve vztahu k délce zadané časové výšeče.

V ideálním případě je vhodná taková časová výšeč, která bude totožná s agrotechnickou lhůtou většiny pracovních operací do ní zařazených. Pokud by se časová výšeč kryla s kaledářním rokem, což obecně model umožňuje, pak prvky aktualizace ztrácejí význam, ale zemědělský podnik dostane globální přehled — roční plán nasazení — o stavu zajištění pracovních operací mechanizačními prostředky a pracovními silami v průběhu roku a v optimální míře jsou využity informace týkající se stacionarity, podobnosti a priority pracovních operací. Pokud je časová výšeč kratší, než je agrotechnická lhůta většiny pracovních operací do ní zařazených, pak lze v maximální míře využít prvků aktualizace, ale jsou potlačeny možnosti uplatnění stacionarity, podobnosti a priority (při dalším výpočtu pro jinou časovou výšeč mohou být u stejné pracovní operace mechanizační prostředky rozvrženy jinak než v předcházející časové vý-

Přehled pracovních operací			
Název pracovní operace	Rozsah v ha	ATL	
		od	do
Podmítka radličnými podmítači	500	10. 8.	14. 9.
Podmítka diskovými podmítači	1000	10. 8.	14. 9.
Vláčení podmítky	500	13. 8.	17. 9.
Orba střední k řepce	60	30. 7.	4. 8.
Orba střední k ozimému ječmeni	80	10. 8.	20. 8.
Orba střední k ozimům	850	15. 8.	20. 9.
Orba střední k jařinám	1200	31. 8.	20. 11.
Orba hluboká	400	31. 8.	20. 11.
Smykování a vláčení k řepce	120	15. 8.	20. 8.
Hnojení průmyslovými hnojivy k řepce	60	8. 8.	10. 8.
Setí řepky	60	20. 8.	22. 8.
Vláčení řepky	120	22. 8.	25. 8.
Válení řepky	60	28. 8.	31. 8.
Sklizeň obilnin a řepky	1660	28. 7.	5. 9.
Úklid slámy lisem	400	28. 7.	10. 9.
Úklid slámy sběracím návěsem	1200	28. 7.	10. 9.
Posklizňová úprava setového obilí	650	30. 7.	7. 9.
Posklizňová úprava ostatních obilnin	950	30. 7.	7. 9.
Sklizeň píce na senáž II	400	20. 7.	4. 8.
Sklizeň píce na zelené krmení	170	20. 5.	10. 10.

Legenda k tabulce I a II:

PL 1 až 4 — posklizňová linka na obilí č. 1 až 4 (výkonnost udávána v t.h⁻¹)

TR.1 až 5 — traktor třídy 1 až 5 (třída 1 — do 40 kW, třída 2 — do 70 kW, třída 3 — do 110 kW, třída 4 — nad 110 kW, třída 5 — pásové traktory)

TR.1,2,3 + 5,7,9 t — traktorová dopravní souprava

TR.1 + PLATO — traktor třídy 1 + nízkoplošinový návěs

DP — dopravní prostředky

NA — nákladní automobily

Ús. — úsek číslo

SEN — stacionární pracoviště pro naskladňování senáže do senážních věží (ve skutečnosti jsou 3 à 10 t.h⁻¹)

Výkonnost stacionárních pracovišť a nakladačů udávána v t.h⁻¹.

seči, i když operace je stacionární). Další nevýhoda, kterou model má pro kratší časové výseče, spočívá v tom, že se pracuje pouze s pracovními operacemi a ne s pozemky a že výpočet požadovaných počtů mechanizačních prostředků a pracovních sil je počítán z celého rozsahu práce a celé agrotechnické lhůty. Další vývoj modelu bude usměrněn právě na řešení naposledy jmenovaných problémů v návaznosti na ucelený systém operačního řízení mechanizované rostlinné výroby (agrotechnické lhůty

Přehled mechanizačních prostředků

Typ	Disponibilní počet	Náklady Kčs.h ⁻¹	Výkonnost ha.h ⁻¹	Typ	Disponibilní počet	Náklady Kčs.h ⁻¹	Výkonnost ha.h ⁻¹
TR.2 + 6-PN-15	3	95	0,9	TR.2 + PDN-180	4	65	0,8
TR.2 + BDT-2,5	4	95	1,5	TR.4 + BDT-7,0	2	195	4,0
TR.2 + brány střední	5	90	3,0	TR.2 + pluh	9	110	0,3
TR.3 + pluh	1	140	0,5	TR.4 + pluh K-700	3	220	0,9
TR.4 + pluh ŠT-180	3	190	0,7	TR.2 + smyky, brány	12	95	2,2
TR.4 + smyky, brány	2	190	5,0	TR.2 + brány těžké	7	90	2,5
TR.4 + brány těžké	1	180	4,0	TR.1 + válce	2	60	3,0
TR.1 + RCW-3	10	80	1,0	T-174	3	160	30,0
UNC-051	2	250	30,0	TR.1 + UNHZ-500	4	90	15,0
TR.1 + UNHZ-750	4	120	20,0	TR.2 + 48-SEJX-125	4	110	2,2
TR.2 + 56-SEJX-105	2	110	2,2	E-516	1	600	1,8
E-512	12	350	1,0	TR.2 + K-453	1	130	1,5
TR.1 + K-442	5	110	0,8	PL 1	1	900	2,0
TR.1 + HORAL	9	100	0,9	PL 3	1	400	1,0
PL 2	1	900	2,0	E-280	2	250	0,8
PL 4	1	2000	6,0	TR.2 + SKPU-220	3	115	0,3
SPS-420	2	300	1,1				
SEN	1	500	30,0				
Typ	Disponibilní počet	Náklady Kčs.h ⁻¹	Nosnost v t	Typ	Disponibilní počet		
P-V3S	5	80	4,5	TR.1	25		
Š-706	7	105	8,6	TR.2	12		
T-148	3	120	11,8	TR.3	1		
TR.1 + 5 t	10	65	5,0	TR.4	3		
TR.2 + 7 t	7	85	7,0	TR.5	2		
TR.2 + 9 t	7	100	9,0				
TR.1 + PLATO	7	60	1,0				

III. Výsledky výpočtu — hrubý rozvrh mechanizačních prostředků a pracovníků na polní práce podle kritéria minimálních přímých jednotkových nákladů (A, B, C) — Results of calculation — rough allocation of machinery and labour to field works according to the criterion of minimum direct unit costs (A, B, C)

A. Balance pracovních operací

Pracovní operace	Číslo úseku	Článek 1 ¹⁾		Článek 2		Článek 3	
		požadovaný rozsah v ha	zbylý rozsah v ha	požadovaná výkonnost v t. ha ⁻¹	zbylá výkonnost v t. ha ⁻¹	požadovaná výkonnost v t. ha ⁻¹	zbylá výkonnost v t. ha ⁻¹
Podmítka radličnými podmítači	4 až 11	500,00	— 83,20	0	0	0	0
Podmítka diskovými podmítači	4 ÷ 11	1000,00	— 120,00	0	0	0	0
Vláčení podmítky	5 ÷ 11	500,00	— 191,20	0	0	0	0
Orba střední — k řepce	1	60,00	— 28,00	0	0	0	0
— k ječmeni	4 ÷ 6	80,00	— 8,00	0	0	0	0
— k ozimům	6 ÷ 11	850,00	— 42,80	0	0	0	0
— k jařinám	11	1200,00	— 112,20	0	0	0	0
Orba hluboká	11	400,00	31,20	0	0	0	0
Smykování a vláčení k řepce	6	120,00	— 90,00	0	0	0	0
Hnojení průmyslovými hnojivy k řepce	3	60,00	— 15,00	0	0	0	0
Setí řepky	7	60,00	— 6,00	0	0	0	0
Vláčení řepky	8	120,00	— 31,80	0	0	0	0
Válení řepky	10	60,00	— 0,75	—	—	—	—
Sklizeň obilnin a řepky	1 ÷ 11	1660,00	— 53,36	—	—	24,00	— 4,63
						7,20	— 1,72
						16,00	— 2,55
Úklid slámy lisem	1 ÷ 11	400,00	— 25,04	0	0	2,40	0
						4,50	— 0,74
Úklid slámy sběracím návěsem	1 ÷ 11	1200,00	— 130,56	0	0	0	0
Posklizňová úprava — setového obilí	1 ÷ 11	650,00	— 11,50	0	0	0	0
— ostatního obilí	1 ÷ 11	950,00	— 103,00	0	0	0	0
Sklizeň píce — na senáž II	1	400,00	163,75	30,00	— 6,00	30,00	— 2,86
— na zelené krmení	1 ÷ 11	170,00	X	0	0	X	X

Legenda: 1) Předpokládá se celý požadovaný rozsah a zbylý rozsah vztažený k celé ATL při zajištění prací v dané časové výšce

2) Je-li ve zbylém rozsahu (výkonnosti) uvedeno znaménko 0, znamená to rezervu výkonnosti

3) X — nebylo počítáno

B. Sestavy linek

Pracovní operace	Číslo úseku	Sestava linky
Podmítka radličnými podmítači	4 ÷ 11	2 × TR.2 + 6-PN-25
Podmítka diskovými podmítači	4 ÷ 11	1 × TR.4 + BDT-7,0
Vláčení podmítky	5 ÷ 11	1 × TR.2 + brány střední
Orba střední k řepce	1	2 × TR.4 + pluh
Orba střední k ječmeni	4 ÷ 5	1 × TR.4 + pluh
	6	3 × TR.2 + pluh
Orba střední k ozimům	6 ÷ 11	1 × TR.2 + pluh
		1 × TR.3 + pluh
		1 × TR.4 + pluh
Orba střední k jařinám	11	6 × TR.2 + pluh
Orba hluboká	11	2 × TR.2 + pluh
Smykování a vláčení k řepce	6	1 × TR.4 + smyk a brány
Hnojení průmyslovými hnojivy k řepce	3	1 × T-174 + 5 × TR.1 + RCW-3
Setí řepky	7	2 × TR.2 + 48-SEXJ-125
Vláčení řepky	8	3 × TR.2 + brány
Válení řepky	10	1 × TR.1 + válce
Sklizeň obilnin a řepky	1	6 × E-512 + 4 × TR.2 + 7 t, 1 × TR.2 + 9 t, 1 × Š-706
		1 × E-516 + 3 × P-V3S
		4 × E-512 + 3 × TR.1 + 5 t, 3 × TR.2 + 7 t
	2 ÷ 11	6 × E-512 + 1 × Š-706, 3 × T-148
		1 × E-516 + 3 × P-V3S
		4 × E-512 + 3 × Š-706
Úklid slámy lisem	1 ÷ 11	1 × K-442 + 6 × TR.1 + PLATO
		1 × K-453 + 3 × TR.1 + 5 t
Úklid slámy sběracím návěsem	1 ÷ 11	8 × HORAL
Posklizňová úprava setového obilí	1 ÷ 11	1 × PL 1
		1 × PL 3
Posklizňová úprava ostatního obilí	1 ÷ 11	1 × PL 4
Sklizeň píce na senáž II	1	1 × SEN (3 složiště s výkonností 30 t.h ⁻¹) + + 1 × E-280, 2 × SPS-420 + + 6 × Š-706, 3 × T-148
Sklizeň píce na zelené krmení	1 ÷ 11	2 × SKPU-220 + 1 × P-V3S, 2 × TR.2 + 7t

C. Balance mechanizačních prostředků

Typ mechanizačního prostředku	Disponibilní počet	Číslo společného pracovního úseku											Využití v h
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
TR.2 + 6-PN-25	3	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	650
TR.4 + BDT-7,0	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	325
TR.2 + brány střední	5	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	288
TR.2 + brány těžké	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	113
TR.4 + smyky a brány	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	63
TR.1 + válce	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	38
TR.2 + pluh	9	0	0	0	0	0	7	1	1	1	1	9	1 138
TR.3 + pluh	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	263
TR.4 + pluh	3	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	525
T-174	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	21
TR.1 + RCW-3	3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	106
TR.2 + 48-SEXJ-125	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	46
E-512	12	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	3 500
E-516	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	350
TR.1 + K-442	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	327
TR.2 + K-453	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	327
TR.1 + HORAL	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	2 613
PL 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	770
PL 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	770
PL 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	770
TR.2 + SKPU-220	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	700
E-280	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
SPS-420	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
SEN	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
Celkem soupravy	×	30	26	32	30	30	40	36	37	34	35	42	13 839
TR.1	25	21	18	23	18	18	18	18	18	18	19	18	6 030
TR. 2	17	14	5	5	7	8	16	11	12	9	9	17	2 961
TR.3	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	263
TR.4	3	2	0	0	2	2	3	3	3	3	3	3	913
TR.5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Celkem traktory	48	37	23	28	27	28	38	33	34	31	32	39	10 167
P-V3S	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1 400
Š-706	7	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1 516
T-148	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1 062

Typ mechanizačního prostředku	Disponibilní počet	Číslo společného pracovního úseku											Využití v h
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
TR.1 + 5 t	10	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	986
TR.2 + 7 t	9	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	807
TR.2 + 9 t	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
TR.1 + PLATO	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1 960
Celkem dopravní prostředky	×	36	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	7 761

D. Balance pracovních sil

Řidiči traktorů	37	23	28	27	28	28	33	34	31	32	39	10 167
Řidiči nákladních automobilů	14	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	3 978
Obsluha strojů	37	28	29	28	28	28	30	28	28	28	28	9 968
Ostatní manuální pracovníci	32	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	9 902
Orientační potřeba nafty	101 292 l											
Orientační potřeba nákladů celkem	4 596 840 Kčs											
z toho mobilní mechanizační prostředky	2 028 840 Kčs											

a rozsahy práce budou generovány z konkrétních pozemků ve vazbě na pravidelné vyhodnocování postupu práce na pozemcích). I přes uvedené problémy je model dobrým východiskem pro bilancování požadavků a zdrojů v dostatečném časovém předstihu a je ideálním podkladem pro sestavování sezónních, popř. krátkodobých plánů, resp. je jejich součástí (sezónní plány běžně sestavované v zemědělských podnicích nemůže zcela nahradit, neboť součástí sezónních plánů musí být i motivační nástroje, bezpečnostní a požární předpisy, provozní zabezpečení pracovníků a mechanizačních prostředků, materiálové toky apod.).

V příkladu výpočtu uvedeném v tab. I až III a na obr. 1 byla zadána časová výšeč totožná s agrotechnickou lhůtou sklizně obilnin (tab. I). Z výsledků výpočtů lze činit tyto závěry:

1. Zemědělský podnik (ŠZP Lány) nemá zajištěnou dostatečnou výkonnost stacionárních složišť na naskladňování senáže do senážních věží. Z hlediska dalších požadovaných počtů mechanizačních prostředků je podnik soběstačný (po uvolnění traktorů třídy 4 z podmínky bude zajištěna i hluboká orba).

2. Zemědělský podnik nemá dostatečný počet pracovníků pro obsluhu strojů a dostatečný není ani počet ostatních manuálních pracovníků po celou sledovanou časovou výšeč. Z hlediska potřeby řidičů není zajištěn dostatečný počet v prvním společném pracovním úseku. Disproporce musí být řešeny brigádnickou výpomocí.

3. Doporučené sestavy linek odpovídají potřebám a v podstatě ve všech úsecích nedošlo k výrazným změnám v sestavách linek proti předcházejícím úsekům, pokud pracovní operace zasahuje do více úseků. Výraznější odlišnost je v sestavě linek na sklizeň obilnin mezi prvním úsekem a úseky ostatními. Do prvního společného pracovního úseku zasahuje konec sklizně pícnin na senáž, při které je výhodnější nasadit výkonné nákladní automobily. Předložené varianty sestav linek a bilance mohou být využity k vlastní realizaci mechanizovaných procesů v reálném čase.

Literatura

KAVKA, M.: Příspěvek k sestavování a vyhodnocování sezónních plánů nasazení zemědělské techniky na polní práce. In: Sborník k 30. výročí založení MF. Praha, Vysoká škola zemědělská 1980.

KOLEKTIV: Die Anwendung der sozialistischen Betriebswirtschaft in der LPG Pflanzenproduktion. Leipzig, Landwirtschaftsausstellung der DDR 1976.

ONDŘEJ, L. aj.: Racionální průmyslové formy využívání strojové techniky. [Závěrečná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1980.

PATŘIČNÝ, V. — KOSTLIVÝ, V.: Koncepty operativního řízení zemědělské techniky. [Pracovní zpráva.] Praha, Ústav racionalizace řízení a práce 1981.

PIŠVEJC, J. aj.: Koncepty řešení informačních okruhů AIRS se zřetelem na využívání banky dat a progresivních prostředků sběru a přenosu dat ve velkých výrobně-ekonomických celcích na základě experimentu v Oborovém podniku státních statků. [Realizační výstup dílčího úkolu.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1982.

POLÍVKA, A. — BRYCHTA, K.: Denní operativní řízení sezónních prací v zemědělském podniku za použití minipočítače — 1. etapa jarních prací. [Technický projekt.] Praha, Ústav racionalizace řízení a práce 1980.

PROKOP, K. — TLUSTÝ, V.: Algoritmus jemného rozvrhování rostlinné výroby. Zeměd. Ekon., 28, 1982, č. 5, s. 367-374.

Došlo dne 5. 1. 1983

KAVKA, M. (Selskohozyajstvennyj institut, Praha): *Модель проекта распределения средств механизации и работников на полевые работы.* Земед. Techn., 29, 1983 (5) : 257-272.

В соответствии с действующими концепциями оперативного управления механизированным растениеводством мы приступили к составлению математической модели и вычислительной программы для общего распределения средств механизации и работников на полевые работы (составление краткосрочных планов включения). Результатом вычисления являются баланс рабочих операций, средств механизации, работников, потребностей в денежных затратах и дизельном топливе и проект составления линий. Для составления линий мы использовали новые методы. Своевременным составлением общей временной программы можно с достаточным опережением балансировать запросы и ресурсы и принимать соответствующие меры.

математическое моделирование; общая временная программа производства; краткосрочный план; составление линий

KAVKA, M. (University of Agriculture, Praha): *A Model of General Distribution of Machinery and Labour in Field Works.* Земед. Techn., 29, 1983 (5) : 257-272.

Construction of a mathematical model and computer programme for the general allocation of machines and labour to field works (formulation of short-term plans of allocation) was started in accordance with the valid concepts of the operative management of crop production. The result of the calculation is a balance of work operations, machines, labour, cost requirement, Diesel oil requirement, and preliminary construction of lines. A new method was used for forming the lines. Timely compilation of a general schedule provides due advance for considering the balance between requirements and resources and for taking the subsequent measures.

mathematical modelling; rough production schedule; short-term plan; construction of lines

Adresa autora:

Doc. ing. Miroslav K a v k a, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha-Suchbát

MECHANICKÉ VLASTNOSTI STĚBLA ŽITA PŘI DEFORMACI TAHEM

J. Blahovec, K. Patočka

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Mechanické vlastnosti stěbla žita při deformaci tahem*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5) : 273-281.

Suchá stěbla ozimého žita odrůdy 'Kustro' byla deformována v tahu. Získané hodnoty mechanických veličin, tj. pevnosti stěbla, modulu pružnosti atd., jsou doplněny výsledky z měření rychlosti šíření ultrazvukových vln a údaji o zastoupení sklerenchymatických pletiv ve stěble. Z rychlosti šíření ultrazvuku stěblem je možné odhadnout modul pružnosti celulózy na hodnotu ~ 40 GPa. Výsledky měření ukazují výrazné „vlnovité“ kolísání většiny naměřených hodnot s maximy přibližně ve středu internodií. Při mezní poměrné deformaci 1,0 až 1,5 % jsou pro převážnou část stěbla, s výjimkou horní části prvního internodia shora, stanoveny tyto hodnoty mechanických vlastností sklerenchymatických pletiv: modul pružnosti 20 až 25 GPa, pevnost 0,25 až 0,45 GPa.

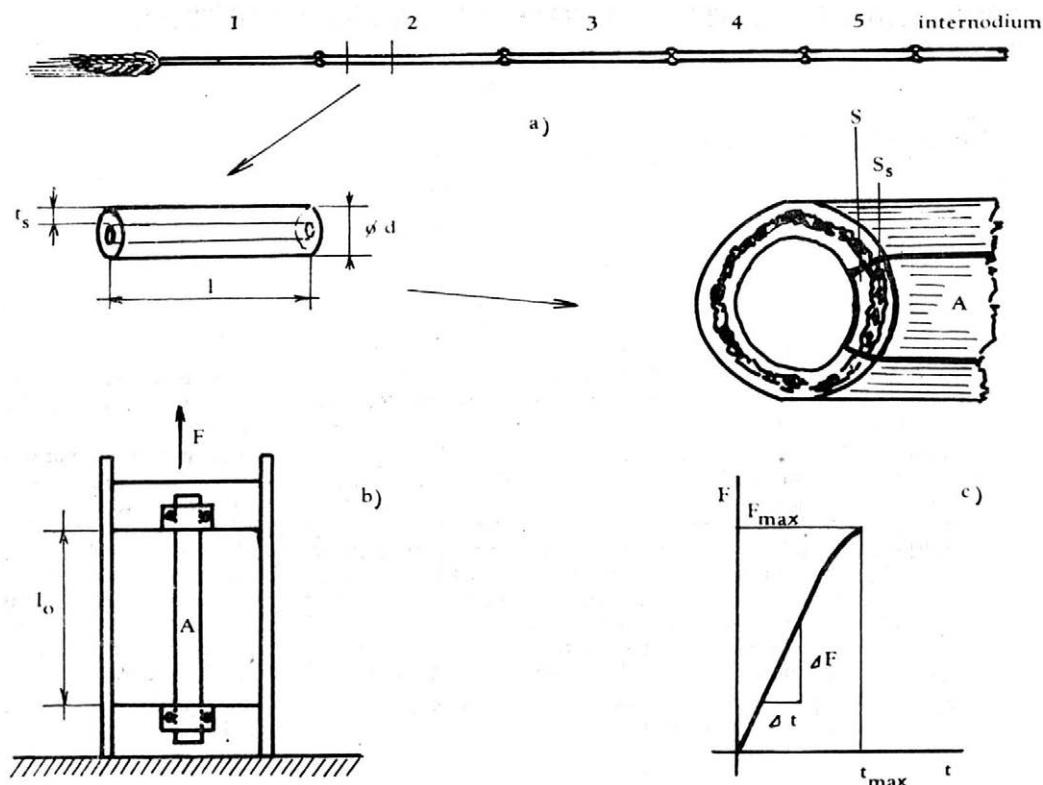
obiloviny; žitná sláma; rychlost šíření ultrazvukových vln; zastoupení sklerenchymatických pletiv ve stěble

Mechanické vlastnosti stébel obilovin jsou významné především jako jeden z ukazatelů odolnosti obilovin proti poléhání a v neposlední řadě jako parametry ovlivňující způsoby a energetiku mechanického zpracování v průběhu sklizně a dalšího zpracování. Právě z těchto důvodů byly v minulosti mechanické vlastnosti stébel obilovin předmětem četných studií (Slavkovský a Chyba, 1975; Szkubisz, 1978; Gawda, 1978a, b, 1980; Blahovec a Patočka, 1981a, b; Blahovec aj., 1980).

Tato práce se zabývá studiem mechanických vlastností obilného stěbla v tahu. Tahem jsou získány hodnoty pro pevnost, modul pružnosti stěbla a další veličiny, které je možné při tomto způsobu deformace velmi dobře definovat.

MATERIÁL A METODA

Stěbla žita odrůdy 'Kustro' (NDR) byla získána z produkčního pole JZD Rozkvět (Čkyně, okr. Prachovice) v období plné zralosti na začátku srpna r. 1981. V průběhu skladování v laboratorních podmínkách se hmotnostní koncentrace vody ve stěblech ustálila na hodnotě 8 %. Jednotlivá internodia vybraných stébel byla rozřezána na 6 cm dlouhé vzorky. U těchto vzorků byla proměřována rychlost šíření ultrazvukových pulsů stěblem v podélném směru. Měření probíhalo v září r. 1981 na Vysoké škole zemědělské v Lublinu (PLR). K měření byly použity detektory BI-8R-M-66 a zkoušeč materiálu — typ 541 (frekvence 1 MHz). Z doby šíření pulsu mezi detektory a délky vzorku se vypočítala rychlost šíření pulsu vzorkem.



1. Schematické znázornění experimentu: a) příprava vzorku, b) uspořádání tahové zkoušky, c) experimentální deformační křivka — Diagram of the experiment: a) sample preparation, b) tensile stress test pattern, c) experimental deformation curve

d — průměr stébla, t_s — tloušťka stěny stébla, l — délka vzorku, A — vzorek pro deformaci tahem v ploše příčného řezu S a ploše příčného řezu sklerenchymatickými pletivy S_s ; l_0 — počáteční délka natahovaného vzorku; F_{max} — maximální síla, t — čas odpovídající přetržení vzorku.

Vyhodnocované veličiny (v — rychlost deformace)

$$\text{modul pružnosti stébla } E = \frac{\Delta F \cdot l_0}{S \cdot \Delta t \cdot v}$$

$$\text{modul pružnosti sklerenchym. pletiva } E = \frac{\Delta F \cdot l_0}{S_s \cdot \Delta t \cdot v}$$

$$\text{pevnost stébla } \sigma_{max} = \frac{F_{max}}{S}$$

$$\text{pevnost sklerenchymatického pletiva } \sigma_{smax} = \frac{F_{max}}{S_s}$$

$$\text{poměrná deformace na mezi pevnosti } \varepsilon_{max} = t_{max} \cdot v / l_0$$

$$\text{odhad měrné energie spotřebované na přetržení stébla } W = \frac{\sigma_{max} \cdot \varepsilon_{max}}{2}$$

V dalším období byly válcové vzorky připravené ze stébel podélně rozřezány (obr. 1) na vzorky o obdélníkovém průřezu a byly použity pro deformaci tahem. Z jednoho válcovitého vzorku bylo takto připraveno několik vzorků obdélníkového průřezu. Tyto vzorky byly v průběhu října 1981 a ledna 1982 deformovány tahem. Uspořádání experimentů a vyhodnocení výsledků je zřejmé z obr. 1. Zastoupení sklerenchymatických pletiv v řezu vzorku bylo určováno mikroskopicky po obarvení safraninem. Vlastní deformace byla realizována na deformačním stroji Instron při rychlosti deformace $0,0167 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$.

K posuzování pevnosti stébla a poměrné deformace na mezi pevnosti a k odhadu měrné deformační práce byly použity pouze ty deformační křivky, které byly získány v testech, v nichž se nepoškozené vzorky přetrhly v místech vzdálených od míst upevnění vzorku v čelistech. Přestože byly použity čelisti s dřevěnými vložkami se zaoblenými hranami a délka upevnění vzorku v čelistech činila cca 10 mm, asi v jedné třetině případů se vzorky v čelistech nebo v jejich blízkosti přetrhly. Celkem bylo deformaci tahem testováno cca 350 vzorků.

Vzorce pro přepočet naměřených hodnot jsou uvedeny v legendě k obr. 1. Veličiny s indexem s se vztahují ke sklerenchymatickým pletivům stébla. Při jejich výpočtu z naměřených hodnot se vychází z předpokladu, že nosným pletivem stébla je právě sklerenchym a že přítomnost parenchymatických pletiv není pro mechanické charakteristiky významná.

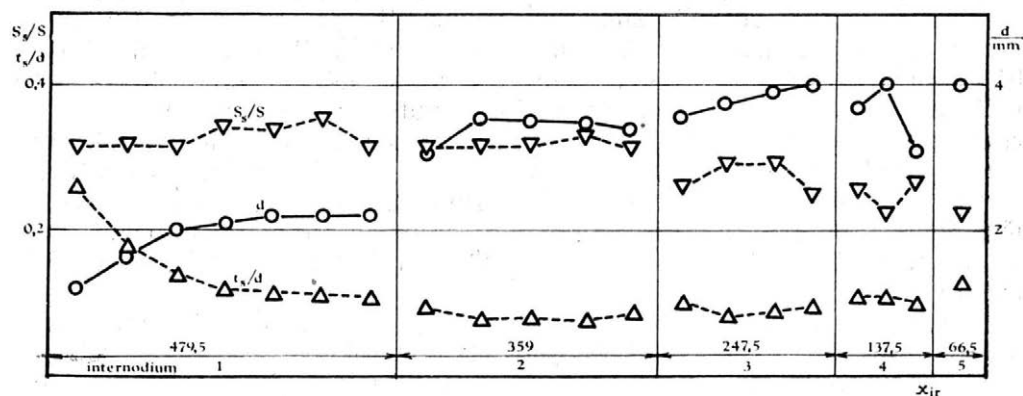
VÝSLEDKY A DISKUSE

Vzhledem k rozsahu získaných údajů se omezíme pouze na grafické zachycení středních hodnot naměřených v různých místech stébla s vyznačením jejich středních chyb. Rozsah středních chyb průměru je vyznačen na grafech úsečkami za předpokladu, že přesahují rozměry označení příslušných středních hodnot ($\circ$ Δ). Délka stébel, z nichž byly vzorky připraveny, byla různá; také délka sobě odpovídajících internodií (číslovaných shora od klasu) se lišila. Pro srovnání dosažených výsledků proto byla použita relativní poloha na referenčním stéblu tvořeném internodií, jejichž délka je rovna střední hodnotě délky příslušných internodií u stébel použitých k experimentům (viz označení v obr. 2). Souřadnice x_{ir} , určující vzdálenost středu použitého vzorku od počátku referenčního i -tého internodia, se pak vypočte podle vztahu (Blahovec a Patočka 1981b):

$$x_{ir} = x_i \cdot \frac{X_{ir}}{X_i} \quad (1)$$

kde: X_{ir} — délka i -tého referenčního internodia

x_i — vzdálenost středu vzorku od počátku proměřovaného i -tého internodia o délce X_i

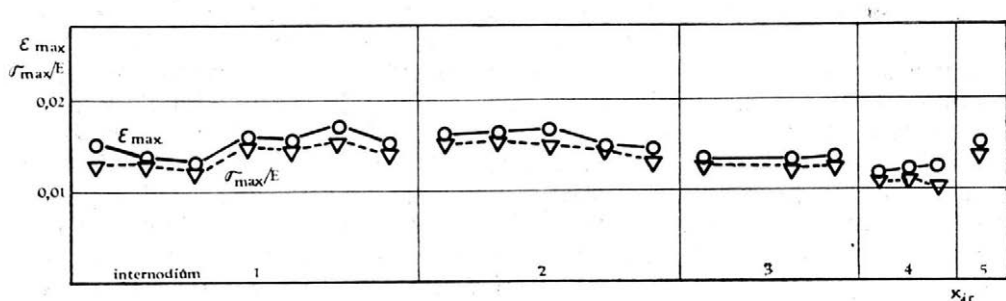


2. Základní rozměrové charakteristiky sledovaných stébel — The basic dimensional characteristics of the studied stalks

(d — vnější průměr stébla, t_s — tloušťka stěny stébla, S_s/S — relativní zastoupení sklerenchymatických pletiv v ploše průřezu stébla)

Statistické hodnocení výsledků umožňuje třídít výsledky do tříd podle velikosti x_{ir} v jednotlivých internodiích. Je použito celkem 20 tříd: sedm pro první internodium, pět pro druhé internodium, čtyři pro třetí internodium, tři pro čtvrté internodium a jedno pro páté internodium.

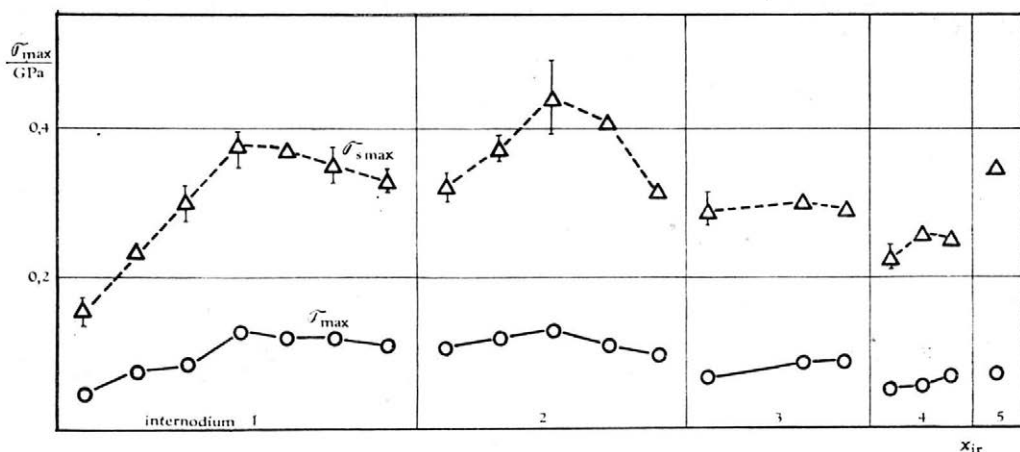
Na obr. 2 jsou vyneseny základní rozměrové charakteristiky stébel, včetně údaje o relativním zastoupení sklerenchymatických pletiv v ploše příčného průřezu stébla (S_s/S). Trend závislosti uvedených hodnot na souřadnici vzorku (x_{ir}) je kvalitativně shodný s předchozími výsledky (Blahovec a Patočka, 1981a, b), ale v absolutních hodnotách jednotlivých veličin je možné pozorovat rozdíly; např. hodnoty t_s/d z obr. 2 jsou nižší než v předešlé práci (Blahovec a Patočka, 1981b). Jde zřejmě o projev sezónních a agrotechnických rozdílů.



3. Poměrná deformace na mezi pevnosti (ϵ_{max}) a poměr pevnosti stébla (σ_{max}) k modulu pružnosti stébla (E) v závislosti na poloze měřeného místa na stéble — Relative deformation at strength limit (ϵ_{max}) and the ratio of stalk strength (σ_{max}) to the modulus of elasticity of stalk (E) in dependence on the position of the measured site on stalk

Obr. 3 zachycuje údaje o dosažené maximální poměrné deformaci. Střední hodnoty maximální poměrné deformace se pohybují v rozmezí 1,0 až 1,6 %, přičemž nejvyšší hodnoty jsou pozorovány v horní části druhého a ve spodní části prvního internodia. Uvedená závislost poměru σ_{max}/E se velmi těsně blíží závislosti ϵ_{max} , takže rozdíly mezi oběma veličinami jsou vesměs menší než $\sim 10\%$. Protože uvedené rozdíly souvisí s neelasticitou deformovaných stébel, můžeme shrnout, že podíl neelastické deformace na celkové deformaci stébel je nízký. Ze záznamů deformačních křivek je zřejmé, že pozorovaná neelastická deformace stébel v převážné míře souvisí s postupným praskáním vodivých pletiv ve vzorku a se šířením trhlin. Deformační křivky jsou v těchto případech charakteristické skokovými poklesy zatížení, doprovázenými zvukovými efekty a „roztřepenými“ okraji v místě, kde se vzorek přetrhl.

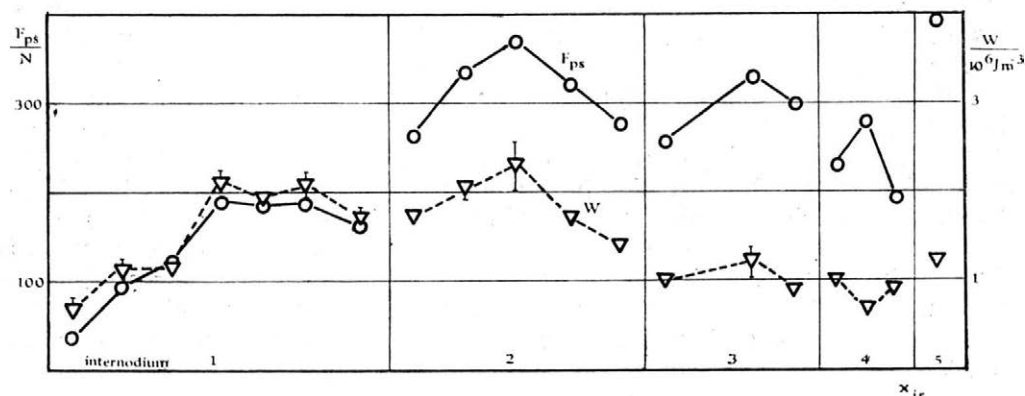
Naměřené hodnoty pevnosti stébla (σ_{max}) a pevnosti sklerenchymatických pletiv stébla (σ_{smax}) jsou uvedeny v obr. 4. Nejvyšší hodnoty obou veličin byly získány v druhém internodiu a v dolní části prvního internodia. Nejmenší hodnoty byly pozorovány v horní části prvního internodia a ve třetím a čtvrtém internodiu. Obdobný průběh jako uvedené pevnosti má odhad měrné energie spotřebované na přetržení stébla W , uvedený v obr. 5. Na tomto obrázku je také uvedena síla potřebná



4. Pevnost stébla (σ_{max}) a pevnost sklerenchymatických pletiv stébla ($\sigma_{s max}$) v závislosti na poloze měřeného místa na stéble — Stalk strength (σ_{max}) and the strength of the sclerenchymatous tissues of stalk ($\sigma_{s max}$) in dependence on the position of the measured site on stalk

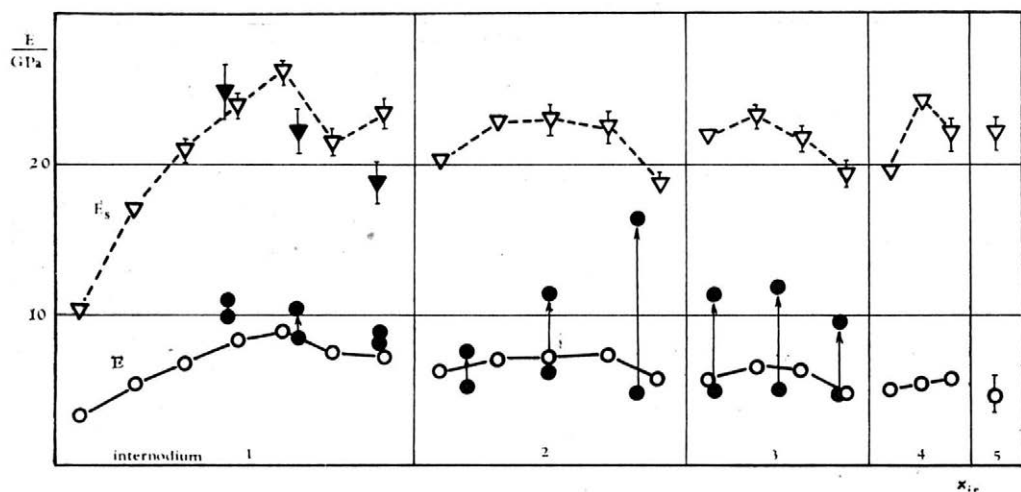
na přetržení stébla (F_{ps}), kterou je možné spočítat z hodnot d , t_s/d a σ_{max} (vztah v textu k obr. 5). Obr. 5 ukazuje, že tato síla nabývá svého maxima v druhém internodiu.

Naměřené hodnoty modulů pružnosti E a E_s jsou uvedeny v obr. 6. Pro srovnání jsou uvedeny také hodnoty získané v předešlé práci u žita téže odrůdy při deformaci trojbodovým ohybem. Hodnoty E i E_s naměřené v této práci při deformaci tahem jsou pro první internodium shora konzistentní s údaji z předešlé práce. Rozdíly mezi výsledky obou měření jsou však patrné v dalších internodiích. Jak se v předešlé práci předpokládalo, hodnoty E a E_s získané při deformaci ohybem jsou nižší než hodnoty získané při deformaci tahem v důsledku prů-



5. Odhad měrné energie spotřebované na přetržení stébla (W) a síla potřebná na přetržení stébla (F_{ps}) v závislosti na poloze měřeného místa na stéble. Síla potřebná na přetržení stébla se vypočte podle vztahu: $F_{ps} = \pi d^2 \left(\frac{t_s}{d} - \frac{t_s^2}{d^2} \right) \sigma_{max}$ — The estimated specific energy consumed by pulling a stalk apart (W) and the force needed for pulling a stalk apart (F_{ps}) in dependence on the position of the measured site on stalk. The force needed to pull a stalk apart is calculated by the formula

$$F_{ps} = \pi d^2 \left(\frac{t_s}{d} - \frac{t_s^2}{d^2} \right) \sigma_{max}$$

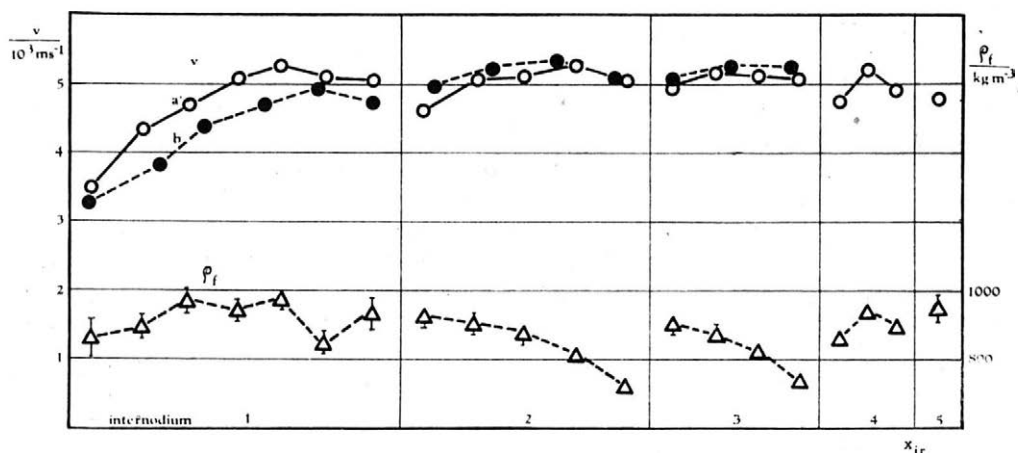


6. Modul pružnosti stébla v tahu (E) a modul pružnosti sklerenchymatických pletiv stébla (E_s) v závislosti na poloze měřeného místa na stéble — The modulus of elasticity of stalk exposed to tensile stress (E) and the modulus of elasticity of the sclerenchymatous tissues of stalk (E_s) in dependence on the position of the measured site on stalk
Experimentální hodnoty jsou vyznačeny prázdnými kroužky a trojúhelníčky. Plnými kroužky a trojúhelníčky jsou vyznačeny hodnoty z předešlé práce (Blahovec a Patočka, 1981a), které byly získány při deformaci stébel žita odrůdy 'Kustro' v ohybu. Šípkami jsou vyznačeny korekce z této práce na lokální průhyb stébel na podporách

hybu stébel v místě podpor. Korekci na tento průhyb (Blahovec a Patočka, 1981a), naznačenou v obr. 6 šípkami, můžeme na základě tohoto obrázku považovat za přehnanou, neboť vede k příliš vysokým hodnotám E , a tedy i E_s . Hodnoty modulu pružnosti sklerenchymatických pletiv, získané při deformaci tahem, jsou podél stébla vcelku vyrovnané a střední hodnoty se pohybují v rozmezí 20 až 25 GPa (to odpovídá asi 0,1 modulu pružnosti oceli). Tyto hodnoty mírně rostou od kraje internodia směrem k jeho středu a výrazněji klesají v prvním internodiu od jeho středu směrem ke klasu.

Výsledky měření rychlosti šíření ultrazvuku podél stébla jsou uvedeny v obr. 7. Hodnoty v jsou s výjimkou prvního internodia poměrně stálé, mírně klesají pouze směrem k horním okrajům internodií. Výraznější pokles tohoto druhu byl pozorován v prvním internodiu shora. Srovnání našich výsledků s výsledky obdobných měření u pšenice (Gawda, 1978b) ukazuje pouze malé rozdíly v naměřených závislostech, které se výrazněji projevují pouze v prvním internodiu. To znamená, že ta část stěn buněk, které přenášejí ve stéble akustické signály, vykazuje obdobné elastické vlastnosti jak u pšenice, tak u žita. Touto částí jsou zřejmě mikrofibrily celulózy ve stěnách buněk vodivých pletiv (Gawda, 1980).

V obr. 7 je uveden také odhad hustoty sklerenchymatických pletiv za předpokladu, že považujeme sklerenchym za tu část stébla, která přenáší akustické signály, a že vypočtenou hodnotu E_s můžeme považovat za modul pružnosti sklerenchymu. Zdá se, že hustota sklerenchymatických pletiv roste v internodiu směrem nahoru, jak je zřejmé z obr. 7 pro druhé a třetí internodium. Tento růst je ve shodě s výsledky přímého měření hustoty stébel žita (Blahovec a Patočka,



7. Rychlost ultrazvukových vln stéblem (v) a odhad hustoty sklerenchymatických pletiv (ρ_f) stébla v závislosti na poloze měřeného místa na stéble — The speed of distribution of ultrasound waves in stalk (v) and estimated density of the sclerenchymatous tissues (ρ_f) of stalk in dependence on the position of the measured site on stalk

Hodnoty v označené prázdnými kroužky a písmenem a byly naměřeny v této práci, hodnoty označené plnými kroužky a písmenem b naměřila pro pšenici Gawda (1978b). Veličina ρ_f byla odhadnuta prostřednictvím výrazu $\rho_f = \frac{E_s}{v^2}$

1981b). Výsledný obloučkovitý tvar závislosti většiny mechanických veličin (E , E_s , σ , σ_s , W) na souřadnici v rámci jednoho internodia můžeme považovat za superpozici růstu hustoty sklerenchymatických pletiv a poklesu rychlosti v jako měřítka elastických vlastností sklerenchymu směrem od spodní k horní části jednotlivých internodií.

Ve skutečnosti se rychlost v nevztahuje ke sklerenchymu jako celku, ale pouze k jeho části, nejspíše k celulóзовým mikrofibrilám. Modul pružnosti tohoto skeletu stěn buněk závisí na jejich uspořádání (Preston, 1974). Předpokládáme-li, že hustota celulózy je veličina poměrně stálá, málo závislá na uspořádání mikrofibril a krystalické a amorfni fáze, pak příslušný modul pružnosti závisí pouze na změně rychlosti ultrazvukových vln prostřednictvím výrazu:

$$E_c = \rho_c \cdot v^2 \quad (2)$$

kde: ρ_c — hustota celulózy ($\sim 1500 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ — Preston, 1974)

Vezmeme-li hodnotu v rovnou $5100 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, pak pro modul pružnosti celulózy obdržíme hodnotu $\sim 40 \text{ GPa}$. V prvním internodiu však modul pružnosti celulózy musí klesat směrem ke klasu úměrně kvadrátu naměřené rychlosti v . Rozdíl mezi moduly pružnosti sklerenchymu E_s a odhadnutým modulem pružnosti celulózy spočívá v existenci dalších látek v buněčných stěnách, v existenci vnitrostébelných dutin a v rozdílném způsobu měření (kvazistatický a dynamický).

Blízké hodnoty pro rychlost šíření ultrazvukových vln stéblem žita a pšenice (obr. 7) naznačují, že uspořádání celulózy v obou typech stébel je si blízké. Výrazně vyšší „tvrdost“ slámy pšenice, známá z každodenní praxe, souvisí tedy spíše s různým zastoupením sklerenchymu ve stéble a rozdíly v tloušťce stěn buněk.

Mezní poměrná deformace žitných stébel při deformaci tahem se pohybovala v rozmezí 1,0 až 1,5 %. Převážnou část deformace před prasknutím vzorku lze charakterizovat jako elastickou. Modul pružnosti sklerenchymatických pletiv se pohyboval v rozmezí 20 až 25 GPa s maximálními hodnotami uprostřed druhého až čtvrtého internodia a ve spodní třetině prvního internodia shora. Tyto výsledky souhlasí s předchozími údaji získanými z ohybu stébel. Výsledky měření v této práci ukázaly, že korekce výsledků ohybového testu v předešlé práci (Blahovec a Patočka, 1981b) vedou k příliš vysokým hodnotám modulu pružnosti.

Obdobnou závislost na místě měření na stéble jako měl modul pružnosti má i pevnost sklerenchymatických pletiv. Vesměs se pohybuje v rozmezí od 0,25 do 0,45 GPa s nejmenšími hodnotami ve čtvrtém internodiu a v horní části prvního internodia.

Naměřené hodnoty rychlosti šíření ultrazvuku stéblem žita souhlasí s hodnotami naměřenými u stébel pšenice (Gawda, 1978b). To naznačuje, že rozdíly v mechanických vlastnostech mezi stébly žita a pšenice nejsou způsobeny uspořádáním mikrofibril celulózy ve stěnách buněk, ale spíše množstvím těchto vláken a dalších strukturálních prvků pro stavbu buněčných stěn. Z rychlosti šíření ultrazvukových vln je možné odhadnout modul pružnosti celulózy ve stěnách buněk stébla na hodnotu ~ 40 GPa.

Poděkování

Autoři děkují dr. H. Gawdě za pomoc při proměřování rychlostí šíření ultrazvuku stébly a pracovníkům Fyzikálního ústavu ČSAV za možnost měřit na jejich deformačním stroji Instron.

Literatura

- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K.: Mechanické vlastnosti stébla žita. Zeměd. Techn., 27, 1981a, s. 65-85.
- BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K.: Rozměry a hustota stébla ozimého žita. In: Sbor. Vys. šk. zeměd. Fak. mechaniz., Praha, 1981b, s. 43-57.
- BLAHOVEC, J. — ŘEZNÍČEK, R. — PATOČKA, K.: Ohyb stébla ozimého žita. In: Sbor. Vys. šk. zeměd. Fak. mechaniz., Praha, 1980, s. 235-249.
- GAWDA, H.: Attempt at applying the ultrasonic method for determining the Young modulus of cereal stalk. Zesz. probl. Post. Nauk rol., 1978a, č. 203, s. 145-152.
- GAWDA, H.: Ultrasonic investigations of the mechanical properties of the stalks of a wheat. In: Proc. II. Congr. Fed. acust. Soc. Eur., Warszawa, 1978b, s. 287-290.
- GAWDA, H.: The effect of the texture of cell walls on the value of the Young modulus of plant material. In: Proc. II. int. Conf. phys. Prop. agric. Mat. Infl. technol. Proces., Gödöllő, Hungary, August 26-28, 1980, paper no. 21.
- PRESTON, R. H.: The physical biology of plant cell walls. London, Chapman and Hall 1974. 479 s.
- SKUBISZ, G.: The determination of the Young's modulus of a stalk of winter wheat on the basis of field and laboratory measurements. Zesz. Probl. Nauk rol., 1978, č. 203, s. 215-224.
- SLAVKOVSKÝ, J. — CHYBA, J.: Elastické vlastnosti stébla. In: Agrofyzikální vlastnosti krmných obilnin. [Výzkumná zpráva.] Nitra, Vysoká škola poľnohospodárska 1975.

Došlo dne 16. 6. 1982

БЛАГОВЕЦ, Й. — ПАТОЧКА, К. (Сельскохозяйственный институт, Прага): *Механические свойства стебля ржи вызванные деформацией при растяжении*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3): 273-281.

Сухой стебель озимой ржи сорта 'Кустро' был деформирован при растяжении. Полученные значения механических величин, т.е. прочность стебля, модуль упругости и т.п. дополнены результатами измерения скорости распространения ультразвуковых волн, а также данными о замещении склеренхиматических тканей в стебле. По скорости распространения ультразвука в стебле можно определить модуль упругости целлюлозы до значения ~ 40 ГПа. Результаты измерения показывают явно «волнообразные» колебания большинства измеренных значений с максимумом приблизительно в центре междоузлия. При предельной сравнительной деформации 1,0–1,5 % для преобладающей части стебля, за исключением верхней части первого междоузлия сверху, были определены следующие значения механических свойств склеренхиматических тканей: модуль упругости 20–25 ГПа, прочность 0,25–0,45 ГПа.

зерновые; ржаная солома; скорость распространения ультразвуковых волн; замещение склеренхиматических тканей в стебле

BLAHOVEC, J. — PATOČKA, K. (University of Agriculture, Praha): *The Stress-Strain Properties of Rye Stalk Exposed to Tensile Stress*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5): 273-281.

Dry stalks of the 'Kustro' winter rye cultivar were subjected to tensile stress. The values of stress-strain characteristics, including stalk strength, modulus of elasticity, etc., are complemented by the results of the measurement of the speed of propagation of ultrasound waves and by data on the proportions of sclerenchymatous tissues in stalk. On the basis of the speed of ultrasound propagation in stalk, the modulus of elasticity of cellulose can be estimated to be ~ 40 GPa. The results of the measurement indicate a marked "wave-like" fluctuation of the majority of the values, with maxima somewhere in the middle of internodes. At the limit relative deformation of 1.0 to 1.5 %, the following values were determined of the stress-strain properties of sclerenchymatous tissues for a prevailing part of stalk, except the upper part of the first internode from above: modulus of elasticity 20 to 25 GPa, strength 0.25 to 0.45 GPa.

cereals; rye straw; speed of propagation of ultrasound waves; proportions of sclerenchymatous tissues in stalk

Adresa autorů:

RNDr. ing. Jiří Blahovec, CSc., prom. biol. Karel Patočka, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

VĚDECKÉ ČASOPISY

ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ

uveřejňují původní vědecké práce o vyřešených výzkumných úkolech ze všech oborů zemědělství a lesnictví. Dále otiskují vědecká pojednání, studie a přehledy zahraniční literatury o vědeckých problémech. Práce z různých výzkumných stanovišť, vztahující se k jednomu problému, jsou vydávány v monotematických číslech.

V roce 1983 jsou vydávány časopisy:

ROSTLINNÁ VÝROBA	12X ročně, předplatné Kčs 216,—
ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
VETERINÁRNÍ MEDICÍNA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA	12X ročně, předplatné Kčs 120,—
LESNICTVÍ	12X ročně, předplatné Kčs 144,—

SBORNÍK ÚVTIZ

GENETIKA A ŠLECHTĚNÍ	4X ročně, předplatné Kčs 40,—
OCHRANA ROSTLIN	4X ročně, předplatné Kčs 40,—
MELIORACE	2X ročně, předplatné Kčs 20,—
SOCIOLOGIE ZEMĚDĚLSTVÍ	2X ročně, předplatné Kčs 20,—
ZAHRADNICTVÍ	4X ročně, předplatné Kčs 40,—
POTRAVINÁŘSKÉ VĚDY	2X ročně, předplatné Kčs 20,—

Vědecký časopis SCIENTIA AGRICULTURAE BOHEMOSLOVACA je určen pro zahraničí. Otiskuje vědecké práce a studie, které jsou československým přínosem k celosvětovým poznatkům zemědělské vědy. Články jsou otiskovány v angličtině a ruštině. Časopis vychází čtvrtletně a celoroční předplatné činí Kčs 40,—.

VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÉ je orgánem ČSAZ a výzkumných ústavů. Informuje o problematice zemědělské vědy a výzkumu, projednáváné na zasedáních pléna, předsednictva odborů a komisí ČSAZ, na konferencích a sympoziích. Přináší referáty z mezinárodních kongresů a výsledné zprávy ze studijních cest ze zahraničí. V četných rubrikách uveřejňuje materiály o plánech a výsledcích činnosti jednotlivých ústavů a pracovišť. Věstník ČSAZ vychází měsíčně a celoroční předplatné činí Kčs 96,—.

V. Kadlec

KADLEC, V. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Technické problémy větrání širokorozponových stájí*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5) : 283-300.

Technické řešení větracích systémů v širokorozponových stájích s vysokou biologickou zátěží musí respektovat řadu teoretických poznatků z teorie proudění vzdušnin, poznatků a skutečností získaných z vědeckovýzkumné činnosti a poznatků a zkušeností z projektování a provozu konkrétních větracích systémů v různých velkovýrobních podmínkách. Je nutné znát vliv jednotlivých činitelů velkovýroby a výroby jako komplexního činitele ovlivňujícího tvorbu stájového mikroklimatu a stájového prostředí ve velkovýrobních podmínkách. Tato problematika je velmi složitá a bez komplexní analýzy podmínek provozu a možností řešení ji nelze vyhodnotit a navrhnout optimální řešení větracího systému a jeho řízení. Obecně lze říci, že existují určitá technická řešení, která mohou zajistit dosažení požadovaného cíle a současně odstranit velkou část negativních vlivů na tvorbu stájového prostředí, nebo je omezit natolik, že jejich vliv lze tolerovat. Tyto poznatky a možnosti byly zjištěny v rámci vědeckovýzkumné činnosti a využity v projektech a návrzích nových větracích systémů pro živočišnou výrobu.

centrální větrání; strojovna vzduchotechniky; rozdělovací komora; vzduchovod; výústky; primární a sekundární proudění; prostorová rovnoměrnost složek mikroklimatu

Obecnou problematikou větrání ve velkokapacitních širokorozponových stájích s velkými biologickými zátěžemi se zabýval ve své práci Kadlec (1983).

MATERIÁL A METODY

Při koncepčním řešení větracích systémů pro stáje s velkými rozpory (plošné nebo vícepodlažní monobloky) a pro stáje s velkými biologickými zátěžemi, vysokým stupněm mechanizace a značně složitým interiérem je hlavní otázka, jak přivádět a rozvádět čerstvý vzduch až do dýchací zóny každého ustajovacího místa, tedy ke každému zvířeti za podmínek již dříve uvedených (Kadlec, 1968, 1970, 1971, 1972, 1977, 1978, 1980a, b, 1981a, b — cit. Kadlec, 1983).

Rozpracovali jsme principy a technická řešení větracích systémů vhodných pro širokorozponové stáje. Vypracovali jsme metodiku projektového uspořádání do nových i rekonstruovaných velkokapacitních stájí (hal) a projektové studie a projekty větracích systémů, z nichž většina byla realizována v konkrétních objektech. Po realizaci byly navržené větrací systémy podrobeny v konkrétních podmínkách výroby úplným a dlouhodobým zkouškám, při nichž byly měřeny veličiny podílející se na tvorbě mikroklimatu stáje a na tvorbě stájového prostředí. Poznatky ze zkoušek a měření byly analyzovány, zevšeobecněny a byly použity pro další vědeckovýzkumné práce.

Určení prostředků pro rozvod čerstvého vzduchu na daná místa závisí do značné míry na typu a tepelně technických vlastnostech stáje, na technologii ustájení,

druhu a kategorii zvířat, na lokalitě, na níž je nebo bude stáj vybudována, na uspořádání interiéru stáje a na mnoha dalších činitelích. S konkrétním řešením rozvodu vzduchu úzce souvisí otázky spojené s řešením strojovny vzduchotechniky, s umístěním hnacích jednotek (motor + ventilátor + regulační a zabezpečovací zařízení) a jejich situováním k větranému prostoru a rozdělovací komoře. Neméně důležité je i správné řešení odvodu zkaženého vzduchu.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu rozdělujeme a označujeme podle umístění rozváděcích vzduchovodů (rozvodné sítě vzduchovodů) ve stáji. Umístění vzduchovodů s výústkami lze řešit několika způsoby (Kadlec, 1968, 1978, 1980a, b, 1981a, b — cit. Kadlec, 1983). Vzduchovody s výústkami, z nichž vystupuje čerstvý vzduch do dýchací zóny zvířat, mohou být vzhledem k dýchací zóně a ustajovacím místům nad ustajovacím místem (dýchací zónou), pod ním, nebo přímo v něm. U jednotlivých technologií ustájení tak vznikly systémy s označením větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu. Rozvod vzduchu je zajišťován:

1. u klecových chovů
 - a) klecovými vzduchovody,
 - b) nadklecovými vzduchovody,
 - c) podklecovými podpodlažními vzduchovody,
 - d) poduličkovými podpodlažními vzduchovody;
2. u vazného ustájení
 - a) podžlabovými vzduchovody,
 - b) nadžlabovými vzduchovody;
3. u ustájení v kotech
 - a) nadkotecovými vzduchovody,
 - b) mezikotecovými vzduchovody;
4. u volného ustájení
 - a) podstropními vzduchovody,
 - b) vzduchovody v různé kombinaci.

VÝSLEDKY

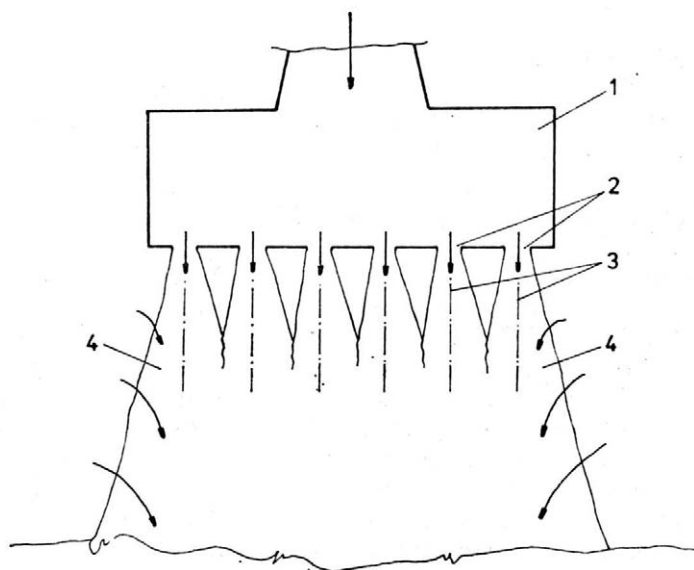
PROUDĚNÍ VZDUCHU ZA VÝÚSTKAMI CENTRÁLNÍHO ROZVODU VZDUCHU

Jak ukázaly experimentální větrací systémy, je vhodné řešit rozvod čerstvého vzduchu v širokorozponových stájích soustavou vzduchovodů, v jejichž stěnách jsou na určitých místech zhotoveny prosté otvory — výúsky kruhového nebo pravoúhlého čtyřúhelníkového tvaru. Rozmístění vzduchovodů v prostoru stáje, osové vzdálenosti výústek, jejich počet (hustota), úhly os výústek s hlavními rovinami souměrnosti vzduchovodu (podélná svislá a podélná vodorovná), velikost ploch průřezu výústek, výška vzduchovodu nad podlahou a další parametry se určují analyticky a experimentálně s ohledem na nejvhodnější primární a sekundární proudění na ustajovacích místech při maximální výkonnosti $Q_{\max}$ (letní období) a minimální výkonnosti $Q_{\min}$ (zimní období). Správnost funkce se pro-
věřuje funkčními a poloprovozními zkouškami (Kadlec, 1970, 1971, 1972, 1978, 1981a — cit. Kadlec, 1983).

Charakter výstupních proudů za výústkami je podmíněn mnoha činiteli. Za určitých okolností [poměrně velké výúsky, velká vzdálenost mezi výústkami, velké výstupní rychlosti, a tím i velký dosah výstupních (primárních) proudů atd.] se výstupní proudy budou u nevhodně řešeného centrálního rozvodu vytvářet obdobně jako u jednotkových větracích systémů. Výstupní proudy primárního vzduchu, pokud budou mít charakter volných proudů, se budou postupně rozšiřovat, přibírat vzduch, který je obklopuje, budou vyvolávat zpětné proudění, rychlost výstupních proudů bude klesat, vířivá okrajová vrstva se v určité vzdálenosti od čela vý-

1. Schematické znázornění splynutí několika rovnoběžných výstupních proudů v proud jediný — Diagram of the confluence of several parallel output flows into a single flow

1 — vzduchovod, 2 — výústky, 3 — výstupní proudy, 4 — vnější vířivé okrajové vrstvy

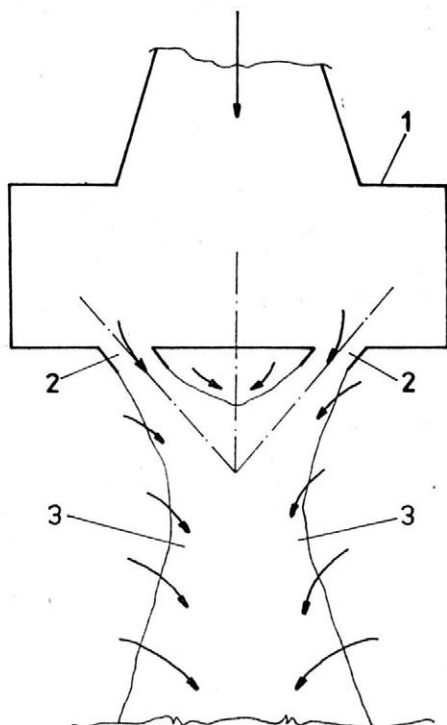


ústky rozšíří na celý profil proudu a primární proudy budou postupně zanikat.

Zmenší-li se vzdálenosti výústek pod určitou hodnotu (obr. 1) a výstupní proudy budou rovnoběžné, přiblíží se okrajové cirkulační vrstvy k sobě a vytvoří se v určité vzdálenosti od výústky proud jediný. Tento stav podporuje skutečnost, že mezi blízké primární proudy nemůže vnikat

2. Schematické znázornění splynutí dvou různoběžných výstupních proudů v proud jediný — Diagram of the confluence of two non-parallel output flows into a single flow

1 — vzduchovod, 2 — výústky, 3 — vnější vířivé okrajové vrstvy

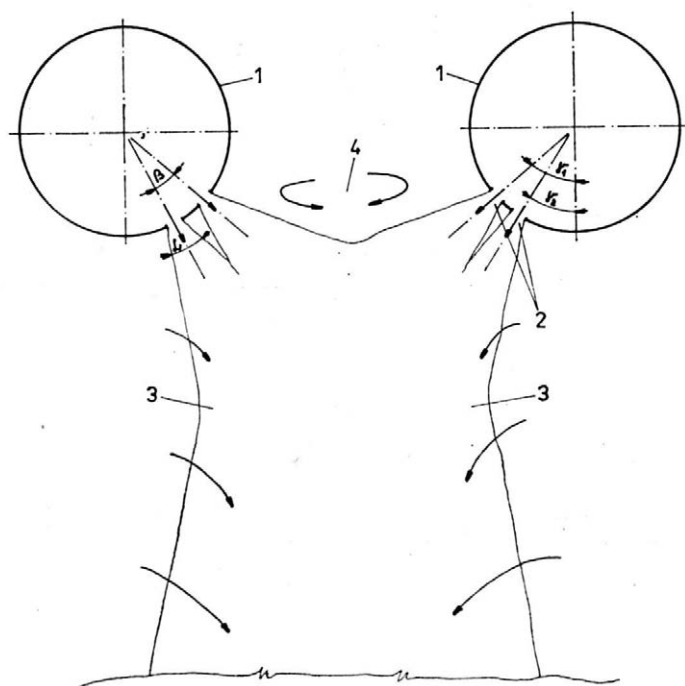


okolní sekundární vzduch. Okolní vzduch se může do výstupních volných proudů přísávat jen na vnějších okrajích. Při dostatečné hustotě výústek lze dosáhnout toho, že do dýchací zóny v pásmu pobytu zvířat bude rozváděn vzduch o vysoké čistotě.

Jiná situace nastává, jestliže výstupní proudy z téhož nebo sousedních vzduchovodů budou různoběžné a proudy se protínají v určité vzdálenosti od výústek (obr. 2). Také v tomto případě splývají výstupní proudy ve výsledný jediný proud, jehož směr lze určit vektorovým součtem hybností jednotlivých výstupních proudů. V praxi může vzniknout situace komplikovanější. Je to např. případ dvou rovnoběžných vzduchovodů kruhového průřezu (obr. 3), z nichž vystupuje vzduch z jedné nebo několika řad výústek. Výústky na protějším vzduchovodu jsou umístěny v zrcadlovém pohledu. Osy jednotlivých proudů se protínají pod vzduchovody. V případě, že tlakové a rychlostní poměry v obou vzduchovodech budou stejné, bude místo protnutí os ve stejné vzdálenosti od výústek vzduchovodů. Jestliže hustota výústek v řadách bude dostatečně velká a středové úhly β dvou sousedních řad výústek budou menší než úhel rozptylu proudů vystupujících z výústek, pak zpravidla všechny výstupní proudy z každého vzduchovodu nejdříve splynou ve výsledný proud. Mezi těmito výslednými proudy dojde v místě střetu k další interakci. Přísávání sekundárního vzduchu je i v tomto případě omezeno jen na vnější okrajové plochy proudů.

Přísávání sekundárního vzduchu do primárních proudů může být značně omezeno, jestliže se primární proudy přimknou ke stěně nebo k dostatečně velké ploše strojně technologického zařízení.

Odlišná bude situace, jestliže budou volné výstupní proudy mimořádně (vzdálenosti výústek — a tím i proudů — jsou velké). V takovém



3. Zjednodušené schéma postupné interakce výstupních a výsledných proudů v proud jediný — A simplified diagram of gradual interaction of the output and resultant flows into a single flow
 β — středový úhel řad výústek, α — úhel rozptylu výstupního proudu, γ_1 a γ_2 — odklon os výústek od svislé roviny, 1 — rovnoběžné vzduchovody, 2 — výústky, 3 — vnější vířivé okrajové vrstvy, 4 — sekundární proudění

případě nedochází k interakci. Každý proud se utváří samostatně a přísávání sekundárního vzduchu je větší.

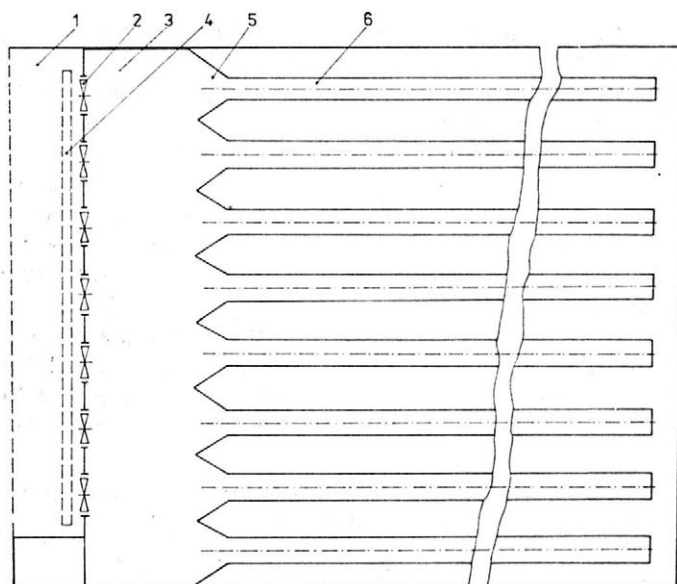
Vzhledem k tomu, že výkonnost větracího systému Q s centrálním rozvodem vzduchu se mění nejen během roku v intervalu $Q_{\min}$ až $Q_{\max}$, ale i během dne v intervalu $Q'_{\min}$ až $Q'_{\max}$, mění se i charakter výstupních proudů a jejich dosah, neboť se mění výstupní rychlost v_o , která je funkcí výkonnosti větracího systému ($v_o = f[Q]$). Další skutečnost, kterou je nutno při návrhu větracího systému v širokorozponových stájích s vysokými biologickými zátěžemi respektovat, je, že v každé stáji je tendence k tvorbě tří teplotních pásem (Kadlec, 1978, 1980a, b, 1981 — cit. Kadlec, 1983), z čehož vyplývá požadavek, aby objemový průtok čerstvého vzduchu na jednotlivých ustajovacích místech byl rozdílný, a tím aby byly rozdílné i požadavky na rozsah a charakter primárního a sekundárního proudění. Jedině tak může být zajištěn stejný tepelný stav prostředí na všech ustajovacích místech.

Z uvedených i dalších skutečností vyplývá, že úkol navrhovat a vypracovat projekty větracích systémů pro velkokapacitní stáje, ve kterých má být zajištěno, aby na každé ustajovací místo byl přiváděn vzduch o požadované čistotě a rychlosti proudění, není záležitostí jednoduchou.

Další text se zabývá technickým řešením centrálního rozvodu vzduchu při základních technologiích ustájení. Jsou sledovány zejména výstupní primární volné proudy za izotermických podmínek, situované do dýchací zóny. Sledování primárních proudů je důležité proto, že od nich je odvozeno proudění sekundární, cirkulace okrajových vrstev a že mají na rozdíl od okolního vzduchu, v němž proudí, zpravidla vyšší čistotu. Do určité vzdálenosti za výústkami lze primární proudy považovat za proudy čistého vzduchu.

Na obrázcích příkladů řešení vzduchovodů s výústkami jsou schematicky naznačeny jen směry výstupních proudů bez zpětných sekundárních proudů a bez vířivých okrajových vrstev primárních proudů, neboť jejich vymezení v prostoru není jednoznačné. Činitele ovlivňující primární proudy mají většinou proměnné hodnoty (změna výkonnosti větracího systému Q , a tím i změna výstupní rychlosti v_o , změna teploty vzduchu t_e a t_i , přeskupování zvířat v prostorách stáje atd.), čímž zároveň nepřímo ovlivňují proudění sekundární, rozsah okrajových vířivých vrstev, účinný dosah primárních proudů a zpětné proudění.

Při konkrétním projektovém řešení detailů větracího systému s centrálním rozvodem vzduchu, zejména při situování výústek k dýchací zóně a jejich směřování do prostoru ustajovacích míst, stanovení plochy výústek, výstupní rychlosti, dosahu výstupních proudů při minimálním a maximálním proudění $Q_{\min}$ a $Q_{\max}$ a stanovení dalších hodnot, je nutné dbát zákonitostí tvorby vzdušných proudů primárního a sekundárního proudění, mezních okrajových vířivých vrstev a změn podmínek, které na ně v provozu působí. Je třeba respektovat i přirozeně se utvářející teplotní pásma ve stájích s rozdílnými nároky na větrání (přívod vzduchu) a skutečnost, že větrací systém má svou činností přispívat k tomu, aby v daných podmínkách byla zajištěna vysoká prostorová rovnoměrnost složek mikroklimatu, zejména podle tepelného stavu prostředí na všech ustajovacích místech ve stáji. Přitom se musí dbát na to, aby všechna navrhovaná opatření byla realizovatelná a přispívala k vyšší spolehlivosti větracího systému i k spolehlivé tvorbě pohody stájového prostředí.



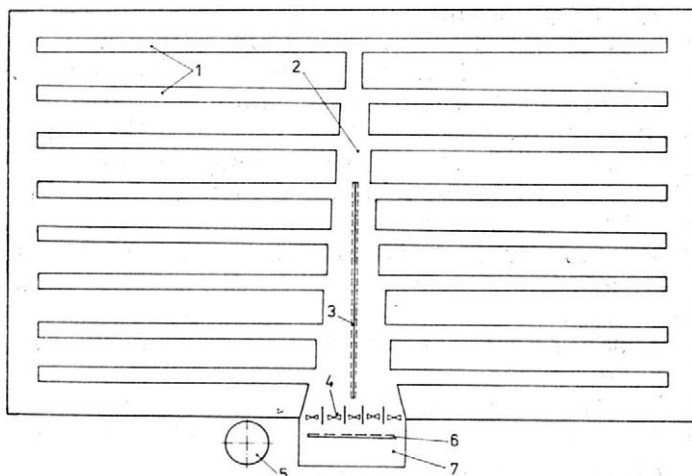
4. Schéma řešení rozdělovací komory s připojením na strojovnu a na nadklecové vzduchovody — Diagram of the design of the distribution chamber connected with the engine room and with overhead air lines

1 — prostor strojovny, 2 — ventilátory se zpětnými klapkami, 3 — rozdělovací komora, 4 — samočističí vzduchofiltrační zařízení oběhového vzduchu, 5 — náběhy pro velkopřímérové nátrubky, 6 — nadklecové vzduchovody z rukávcové fólie z PVC

TECHNICKÉ ŘEŠENÍ ROZVODU VZDUCHU PRO HLAVNÍ TECHNOLOGIE USTÁJENÍ V ŠIROKOROZPONOVÝCH STÁJÍCH

Větrací systémy jsou zpravidla řešeny tak, že mají centrální strojovnu se čtyřmi až 12 axiálními ventilátory s výkonností 10 až 30 tisíc $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ s tlakem 200 až 350 Pa. Na strojovnu navazuje rozdělovací komora, do níž jsou na jedné straně zaústěny ventilátory a na druhé straně jsou připojeny rozváděcí vzduchovody nebo již rozdělovací vzduchovody s výústkami. Strojovny jsou situovány ke stájím čelně (obr. 4) nebo bočně (obr. 5). U stájí s velkými rozpony a délkou a s velkou biologickou zátěží mohou být i dvě strojovny.

Všechny větrací systémy, které byly navrženy a jejichž projekty byly realizovány, byly řešeny jako rovnotlaké. Větrací systémy, které byly postupně uvedeny do provozu, byly podrobeny zkouškám a ve větraném



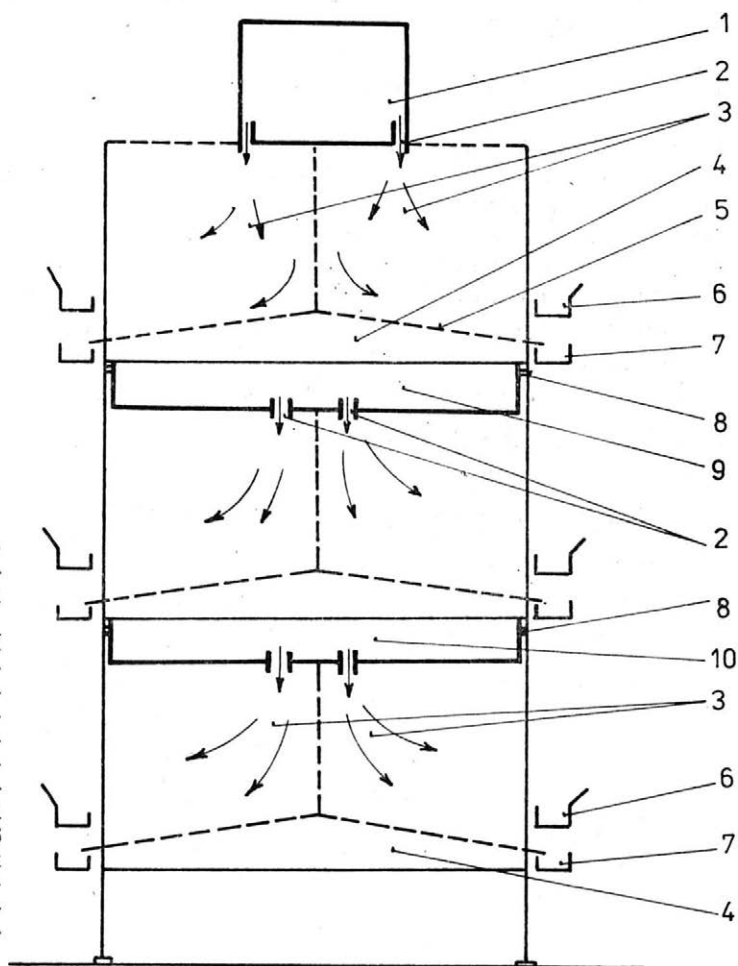
5. Schematické uspořádání strojovny, rozdělovací komory a sítě podpodlažních vzduchovodů — A layout of the engine room, distribution chamber and the network of floor air lines 1 — podpodlažní vzduchovody (podulíčkové nebo podklecové), 2 — rozdělovací komora, 3 — rozprašovací zařízení vody, 4 — ventilátory se zpětnými klapkami, 5 — jímka na vodu, 6 — vzduchofiltrační zařízení oběhového vzduchu, 7 — strojovna vzduchotechniky

prostoru byly dlouhodobě měřeny hlavní složky mikroklimatu. Zjištěné nedostatky měly své příčiny v nevhodně řešeném strojně technologickém zařízení, v konstrukci klecí a v tepelně technických vlastnostech stavby (ke konkrétní stavbě a technologii byl dodatečně navržen větrací systém, což odporuje zásadám posloupnosti v projektování). Tento stav vyžadoval určité kompromisy a náhradní řešení, které do jisté míry snižovaly větrací účinnost a celkový efekt původního záměru.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu klecovými vzduchovody

Ze strojovny, k níž je připojena rozdělovací komora, je vzduch rozdělován do sítě vzduchovodů. Tato síť je situována pod podlahu nebo pod strop a přivádí vzduch do rozdělovačů umístěných na každé řadě klecí. Na rozdělovače jsou připojeny klecové vzduchovody v počtu, který odpovídá počtu etáží (jednoduchý rozdělovač), nebo dvojnásobku počtu etáží (zdvojený rozdělovač při středovém přívodu vzduchu pro délky řad nad 80 m). Klecové vzduchovody a rozdělovače jsou součástí baterií klecí, a jsou tedy součástí dodávky strojně technologického zařízení.

Klecové vzduchovody mají zpravidla obdélníkový průřez (obr. 6)



6. Schéma umístění klecových vzduchovodů — Diagram of the location of cage air lines

1 — vzduchovod třetí etáže, 2 — výústky, 3 — výstupní proudy čerstvého vzduchu v neobsazených klecích (překresleno podle kouřových zkoušek), 4 — trusník, 5 — podlážka s vykulovačem vajec, 6 krmítko, 7 — dopravník vajec, 8 — závěs vzduchovodu, 9 — vzduchovod druhé etáže, 10 — vzduchovod první etáže

a jsou vedeny v horní části každé etáže. Výústky v potřebném počtu v každé kleci jsou směřovány tak, aby výstupní proudy měly tendenci k interakci ve výsledný proud směřující mezi zvířata, aby proudily kolem, přijímaly sekundární vzduch a aby se při výstupu z klecí maximálně omezilo zpětné proudění z uličky do klecí. V každé etáži, event. v každé kleci nebo v sousedních klecích se utváří proudění samostatně.

Výpočet množství vzduchu přiváděného za jednotku času každým vzduchovodem, rozměry, tlakové a rychlostní poměry vzduchovodů, počet výústek přivádějících vzduch do každé klece a další parametry se počítají podle metabolických potřeb kyslíku (pro zimní období) a podle požadovaných ochlazovacích účinků proudícího vzduchu klecí (pro letní období) s ohledem na přirozeně se utvářející teplotní pásma v prostoru stáje. Odvod zkaženého vzduchu se dimenzuje a situuje podle zásad dříve uvedených.

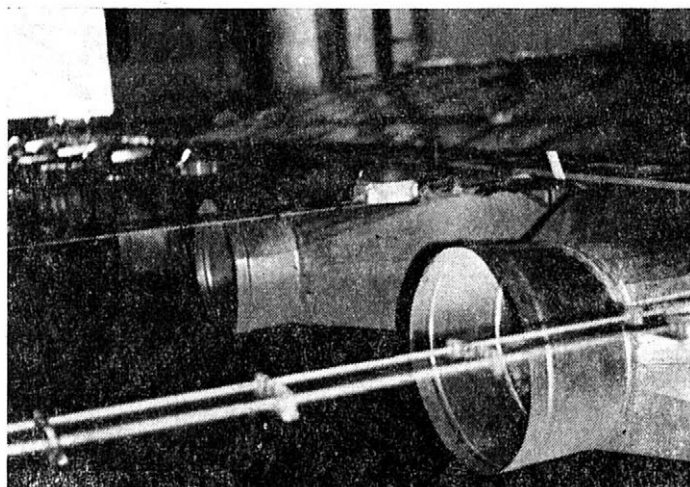
Do prostoru klecí proudí vzduch výústkami nepřetržitě v množství a o rychlosti odpovídající tepelnému stavu prostředí v klecích. Jak již bylo uvedeno, má vzduch proudit kolem těl zvířat a pak vystupovat do manipulačních uliček. Omezený prostor klecí a těla zvířat v nich však proudění silně ovlivňují a kladou velké odpory proti proudění jak primárnímu, tak sekundárnímu. Podle tvaru a rozměrů klecí, počtu zvířat v nich a dalších vlivů vzniká různě velká intenzita víření vzduchu, a tím se promíchávají výstupní a sekundární proudy vzduchu a smíšený vzduch je z prostoru klecí postupně vytlačován do uliček.

Prostoru uliček může být podle situace použito k podélnému (vícepodlažní objekty) nebo k vzestupnému proudění (jednopodlažní objekty). Při podélném proudění se zkažený vzduch svádí do určitého místa (míst), odkud je pak odsáván a odváděn do rozptylové oblasti zkaženého vzduchu. V zimním období lze zkažený, ale teplý vzduch vést jednoduchým výměníkem tepla (vzduch, vzduch), v němž předává část tepla studenému čerstvému vzduchu. U klecového chovu drůbeže se osvědčilo míchání stájového a čerstvého vzduchu v rozdělovací komoře. Stájový vzduch však musí být před zavedením do rozdělovací (směšovací) komory přefiltrován ve speciálním samočisticím filtračním zařízení. Při vzestupném proudění se zkažený vzduch po dosažení úrovně nad klecemi otáčí do vodorovného (zpravidla příčného) směru a proudí k otvorům pro odvod zkaženého vzduchu.

Velikost výústek a jejich počet, výstupní rychlost v_o , vzdálenosti výústek i jejich rozmístění na vzduchovodu počítáme a řešíme tak, aby při minimálním zimním proudění ($Q_{\min}$) a teplotách vzduchu ($t_{e \min}$, $t_{i \min}$) výstupní proudy nezpůsobovaly průvan a nadměrné ochlazovací účinky a naopak aby v létě při maximálním proudění ($Q_{\max}$) a teplotách ($t_{e \max}$) výstupní proudy a proudění v kleci vytvářely ochlazovací účinky dostatečně velké.

Klecové vzduchovody byly funkčně zkoušeny v roce 1973 a výsledky poloprovozních zkoušek byly velmi dobré. Výhody klecových vzduchovodů lze ocenit zejména při modernizacích stájí (hal) a nové výstavbě s klecovými chovy, u nichž se vyžaduje zvýšení kapacity, přesněji zvýšení biologické zátěže ustajovacího prostoru, a rozvod vzduchu nelze uskutečnit nadklecovými nebo podklecovými vzduchovody. Investičně je sice klecový vzduchovod nákladnější (strojovna, rozdělovací komora a centrální rozvod jsou téměř stejné), ale z hlediska provozu se jím dosahuje vyšší větrací účinnosti, což je důležité při větrání s upraveným vzduchem.

7. Pohled na rozdělovací komoru s náběhy a velkopřůměrovými nátrubky — A view of the distribution chamber with tapers and sockets of large diameter



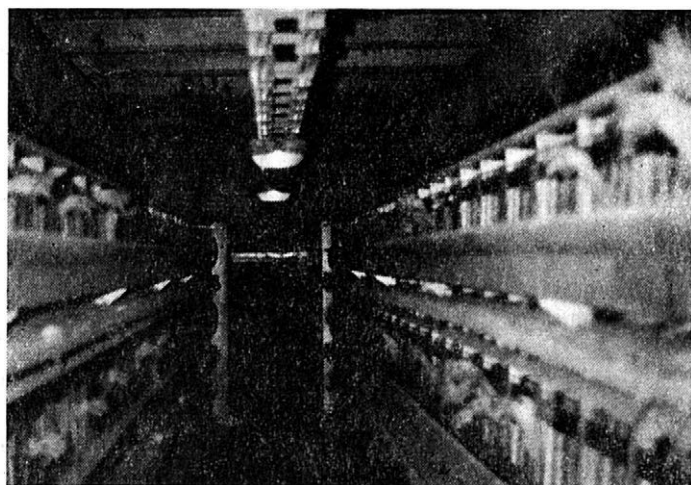
Použití klecových vzduchovodů vyžaduje u klecí současně vyráběných určité konstrukční změny (zvětšení výšky etáží). Také uspořádání interiéru má svá omezení. Aby větrací systém s centrálním rozvodem vzduchu klecovými vzduchovody mohl plnit navrhovanou funkci a záměr autora, je třeba při řešení konkrétního úkolu dodržet řadu zásad a pravidel.

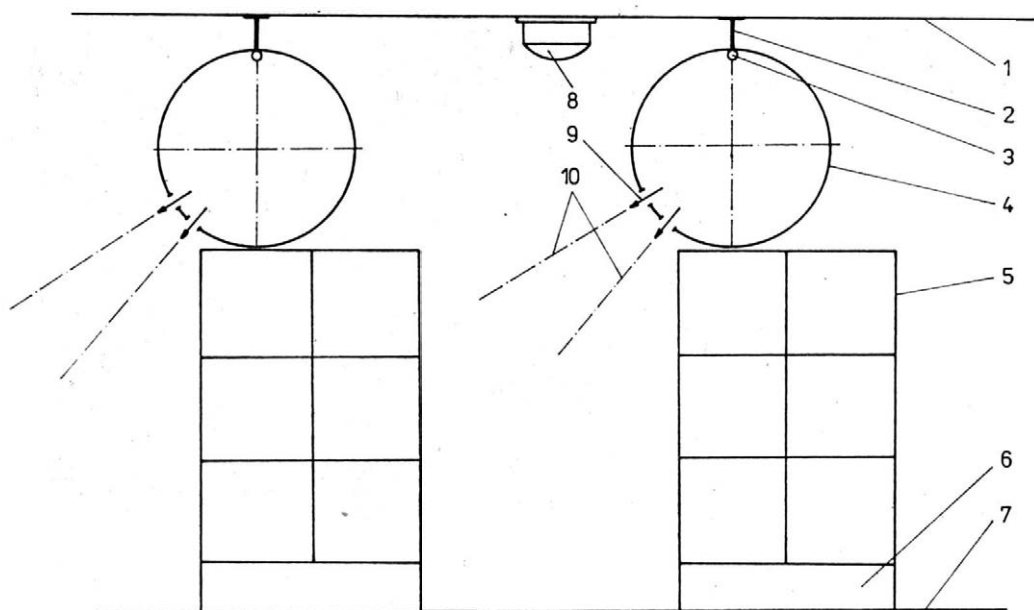
Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu s nadklecovými vzduchovody

Strojovna vzduchotechniky s rozdělovací komorou jsou situovány k jedné štítové straně (obr. 1). Na rozdělovací komoru jsou připojeny náběhy s velkopřůměrovými nátrubky (obr. 7), na které se přímo připojují vzduchovody s výstky. Ve všech realizovaných projektech byly použity vzduchovody z fólie PVC (rukávcová fólie) — (Kadlec, 1980a, 1981b — cit. Kadlec, 1983).

Vzduchovody jsou vedeny nad každou řadou klecí. Výstky jsou směřovány do sousedních řad klecí tak, aby svými proudy obsáhly všechny etáže a klece (obr. 8). Vzduchovody mohou mít jednostranný výstup pri-

8. Pohled na rozdělovací komoru a připojené nadklecové vzduchovody z rukávcové fólie s oboustranným výstupem primárních mimoběžných proudů — A view of the distribution chamber and connected overhead air lines of sleeve-type foil, with bilateral outlet of non-parallel primary flows





9. Schéma mimostředného umístění nadklecových vzduchovodů s jednostranným výstupem primárních proudů — Diagram of an excentric location of overhead air lines with a unilateral outlet of primary flows

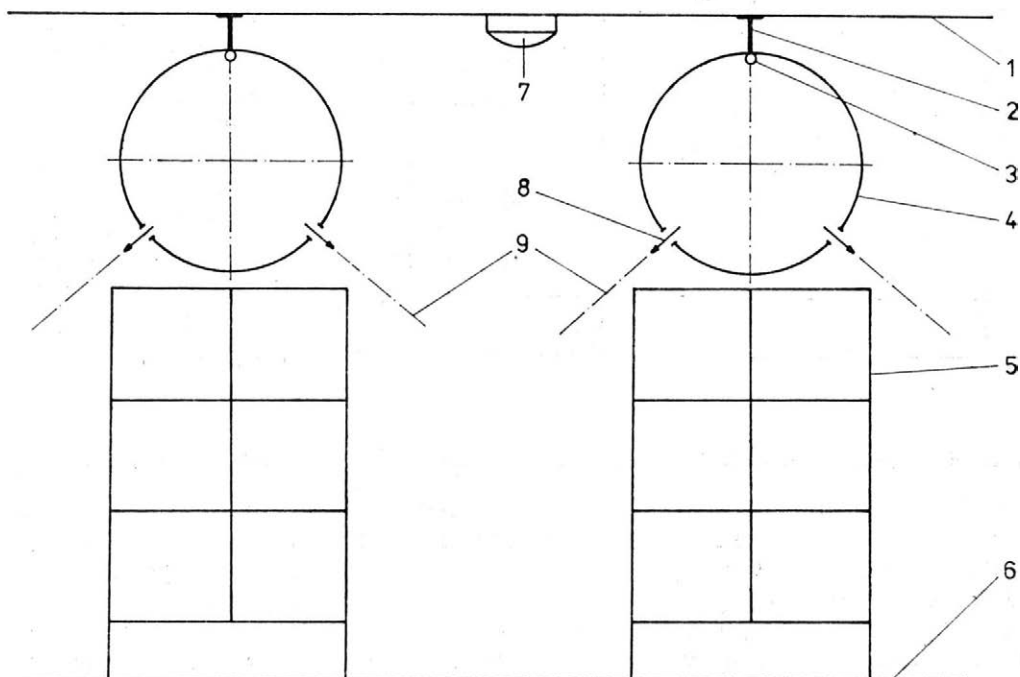
1 — strop, 2 — stabilizovaný závěs proti horizontálnímu a vertikálnímu kmitání a vlnění, 3 — nosné lano (provazec), 4 — vzduchovod, 5 — obrysy tříetážových klecí, 6 — volný podklecový prostor, 7 — podlaha, 8 — osvětlovací tělesa, 9 — výústky, 10 — osy izotermických výstupních proudů

márních proudů vzduchu (obr. 9) nebo oboustranný výstup protisměrných různoběžných proudů, event. protisměrných různoběžných proudů (obr. 10). Proudů vzduchu po výstupu se v první fázi budou utvářet podle zásad stručně uvedených v předchozím textu. V dalších fázích budou proudy formovány prostorem uliček a konstrukčním řešením klecí.

Vzduchovodů s jednostranným výstupem je vhodné použít ve stájích s malou výškou stropů a menšími biologickými zátěžemi. Průměr vzduchovodů bývá 500 až 700 mm. Výústky mají prostý kruhový průřez o průměru 30 až 50 mm a jsou umístěny ve dvou až třech řadách. Hustota výústek se volí s ohledem na interakci výstupních proudů v proud výsledný.

Vzduchovodů s oboustranným výstupem protisměrných různoběžných proudů je vhodné použít ve stájích s dostatečnou výškou stropů, s větším volným prostorem nad klecemi a s vysokými biologickými zátěžemi. Průměr vzduchovodů je 700 až 900 mm. Výústky mají kruhový průřez o průměru 40 až 50 mm. Při dostatečné hustotě výústek v každé řadě dochází nejdříve k splynutí výstupních proudů z každé řady výústek v proud jediný směřující do uličky, v níž po střetnutí dojde k interakci dvou výsledných protisměrných proudů. Výsledný jediný proud směřuje dolů a je charakterizován velkým rozsahem víření vnějších okrajových vrstev zejména v místech styku s klecemi.

V prostoru uliček mezi klecemi se značně členitými obrysy klecí (dopravníky krmiva, trusu — výkalů), napáječek, těl zvířat, v blízkosti vstupu atd.) může být značně ovlivněn směr a rychlost vzduchu při vstupu do klecí. Proudění vzduchu v uličkách je charakterizováno poměrně vel-



10. Schéma nadklecových vzduchovodů s oboustranným výstupem primárních proudů různoběžných, event. mimoběžných — A diagram of overhead air lines with a bilateral outlet of concurrent, or non-parallel, primary flows

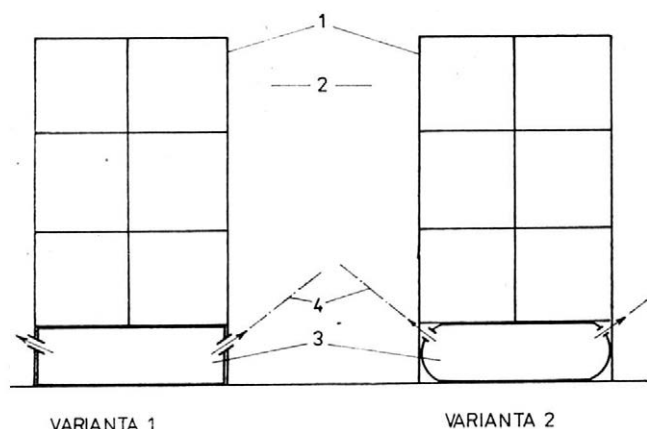
1 — strop, 2 — závěs, 3 — nosné lano, 4 — vzduchovod z rukávcové fólie, 5 — obrysy tříetážových klecí pro chov nosnic, 6 — podlaha, 7 — osvětlovací tělesa 8 — výústky, 9 — osy izotermických výstupních proudů

kým stupněm víření a promíchávání primárního a sekundárního vzduchu.

Vzduchovodů s mimoběžnými výstupními proudy lze použít ve stájích s vyššími biologickými zátěžemi. Průměr vzduchovodů bývá 700 až 900 mm a průměr výustek bývá 60 až 80 mm. Umístění výustek je obdobné jako na obr. 10. Osová vzdálenost výustek je 800 až 1200 mm. Výústky na sousedních vzduchovodech jsou ve směru podélné osy posunuty o polovinu osové vzdálenosti výustek. Účinky mimoběžných proudů lze posílit, jestliže k výústkám přiřadíme jednu nebo dvě výústky tak, aby ležely ve stejném příčném profilu vzduchovodu a vrcholové úhly os výustek β byly menší než úhel rozptylu výstupních proudů α . Mezi blízkými výstupními proudy dojde ke splnutí v jeden výsledný proud, čímž se zlepší provětrávání první a poslední etáže.

Protože výstupní proudy přijímají určité množství sekundárního vzduchu, lze určitým uspořádáním výustek a jejich směřováním do uliček a ke klecím dosáhnout takového proudění, při kterém je vzduch tak čistý, že ho můžeme považovat za čerstvý nebo téměř čerstvý. Koncentrace kyslíku uhličitého, amoniaku, sirovodíku a dalších škodlivin biologického původu jsou v něm hluboko pod dovolenou hodnotou, nebo jsou tak malé, že je nelze zjistit běžnými metodami.

Sekundární vzduch, který nebyl nasát do primárních proudů, odchází k odváděcím otvorům volným prostorem pod klecemi a prostorem mezi stropem a vzduchovody.



11. Schematické znázornění řešení podklecových vzduchovodů s oboustranným výstupem primárních proudů — A diagram of the design of the floor air lines with a bilateral outlet of primary flows
1 — okrysy třítážových klecí, 2 — prostor uličky, 3 — vzduchovody, 4 — osy výstupních proudů při izotermickém proudění

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu s podklecovými vzduchovody

Při rozvodu čerstvého vzduchu ze strojovny podklecovými vzduchovody (obr. 11) (řešení jako v předcházejících případech) jsou vzduchovody umístěny ve volném prostoru mezi podlahou a dnem první etáže klecí. V provozu byly realizovány dvě varianty tohoto systému. U první varianty byly použity bočnice z plechu a vzduchovod byl tvořen podlahou stáje, dnem trusníku a dvěma bočnicemi, v nichž byly směřované výústky. Druhá varianta byla řešena bez bočnice a vzduchovod tvořila rukávcová fólie vedená mezi podpěrami klecí. Zvětšením výšky podpěr se zvětšil prostor pro vzduchovod. Výústky byly směřovány na protější řady klecí, podobně jako u nadklecových vzduchovodů. Také podklecové vzduchovody mohou být řešeny s výstupem primárních proudů jednostranným, oboustranným, protisměrným různoběžným a oboustranným protisměrným mimoběžným. Proudů vzduchu se utvářejí obdobně jako u nadklecových vzduchovodů, ale směr proudění je obrácený.

Hlavní problém však spočívá v tom, jak řešit spojení podklecových vzduchovodů s rozdělovací komorou u vícepodlažních hal, neboť přímé spojení v úrovni podlahy nelze použít.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu s podpodlažními vzduchovody

Přívod vzduchu do klecí lze řešit v podstatě dvěma způsoby :

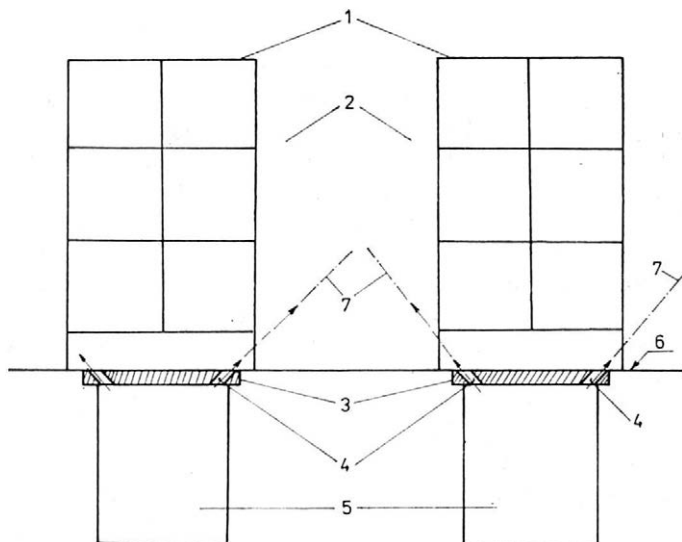
podpodlažními vzduchovody umístěnými pod klecemi (obr. 12),
podpodlažními vzduchovody umístěnými pod uličkami (obr. 13).

Také u těchto vzduchovodů mohou být výústky uspořádány tak, aby mohlo být dosaženo výstupních proudů s jednostranným nebo oboustranným výtokem s proudy rovnoběžnými, různoběžnými a mimoběžnými. Rovněž utváření proudů primárního a sekundárního proudění je obdobné. Dosahuje se však lepších výsledků, zejména u vzduchovodů poduličkových a podpodlažních podklecových s oboustranným výtokem s protisměrnými mimoběžnými proudy.

Rozdělovací komora, strojovna i celá síť vzduchovodů jsou vybudovány pod úrovní podlah. Stěny i podlahy vzduchovodů a rozdělovací komory musí být z kvalitního betonu s kletovaným povrchem. Podlahy jsou spádované směrem k jímce vedle strojovny. Vzduchovody jsou shora zakryty dřevěnými, popř. vylehčenými železobetonovými panely, v nichž

12. Schematické znázornění podklecových podpodlažních vzduchovodů s oboustrannými výstupními proudy — A diagram of the floor air lines with bilateral outlet flows

1 — obrysy třítážových klecí pro chov nosnic, 2 — prostor uliček, 3 — krycí desky vzduchovodu, 4 — výústky, 5 — podklecové podpodlažní vzduchovody, 6 — podlaha, 7 — osy výstupních proudů při izotermickém proudění



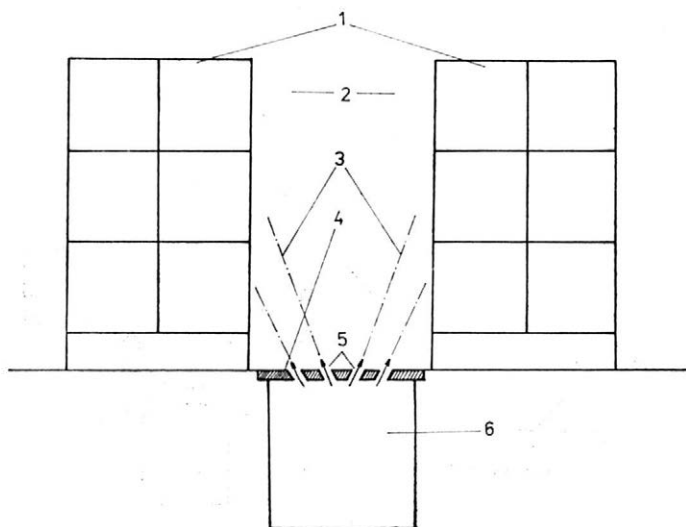
jsou štěrby nebo kruhové výústky, jimiž je vzduch směřován do klecí. Podpodlažní podklecové vzduchovody musí být průlezné, aby se mohly pravidelně čistit a kontrolovat. Poduličkové vzduchovody se čistí a kontrolují po sejmutí panelů.

Rozvod vzduchu podpodlažními vzduchovody je vhodný pro jednopodlažní stáje (haly) s velkými půdorysnými rozměry a velkými biologickými zátěžemi.

Prostor rozdělovací komory lze po určité stavební úpravě uspořádat pro montáž některých strojních zařízení a vodní pračky. Tato pračka se používá pro vlhčení vzduchu (při chovu drůbeže) a v případě, že je dostatek chladné studniční vody, také pro chlazení vzduchu (v létě). V zimě lze rozdělovací komoru používat pro směšování čerstvého vzduchu a tepého stájového vzduchu.

Je třeba připomenout, že všem podpodlažním vzduchovodům a podpodlažním prostorům hrozí společné nebezpečí, nedodrželi-li se určitá technická pravidla a hygienické předpisy (čistota ve všech prostorách stáje,

13. Schéma řešení podpodlažních poduličkových vzduchovodů s mimoběžnými výstupními proudy — Diagram of the design of the alley-floor air lines with non-parallel outlet flows
1 — obrysy třítážových klecí pro chov nosnic, 2 — prostor uliček, 3 — osy výstupních proudů z výústky při izotermickém proudění, 6 — poduličkový podpodlažní vzduchovod



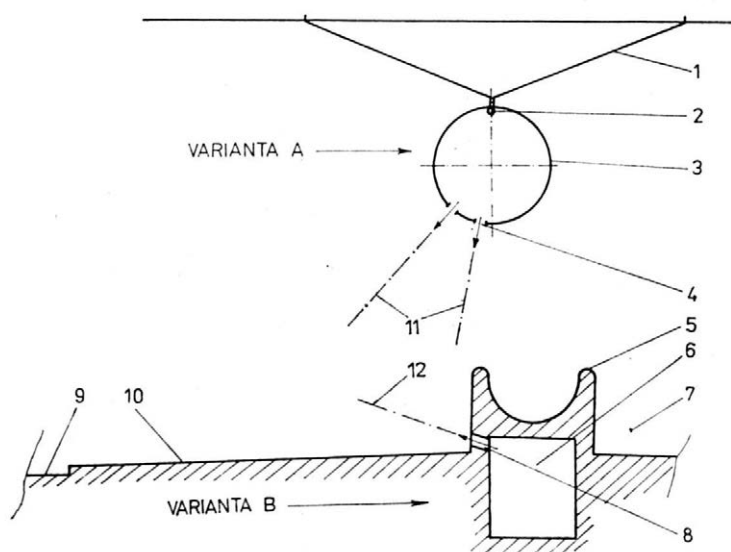
skladech a prostorách ke stáji přilehlých, zahníždění hlodavců — myši, potkanů a krys). Na základě poznatků z etologie, sociologie, psychologie, anatomie a fyziologie uvedených hlodavců lze učinit taková technická opatření, která maximálně omezí nebo úplně znemožní jejich zahníždění. Důležitý je tvar vzduchovodů a výustek a kvalita provedení. Byly sestaveny přístroje vysílající elektromagnetické vlny, které ruší orientační smyslové centrum, pomocí něhož hlodavci vyhledávají potravu, vodu a bezpečný úkryt. Vlny vytvářejí elektromagnetické pole o velikosti asi 550 m². V tomto prostoru zvířata ztrácejí veškerou orientaci, chuť k žrádlu a v několika dnech hynou. Je také známé, že někteří hlodavci nesnášejí ultrazvuk o určité frekvenci a z takových míst, kde působí, se rychle stěhují. Na základě tohoto poznatku byly sestaveny různé přístroje vysílající ultrazvukové signály, které jsou pro hlodavce nesnesitelné. Přístroje se umísťují do rozdělovací komory tak, aby svým účinkem obsáhly celou síť vzduchovodů. Ve všech případech je základní podmínkou vysoká čistota a výborný technický stav stavebních a strojních součástí vzduchotechnického zařízení a strojně technologického zařízení pro dopravu, manipulaci a skladování krmiva, trusu (výkalů) a dalších materiálů sloužících buď jako potravu, nebo k zahníždění.

Použití podpodlažních vzduchovodů má řadu výhod, z nichž je třeba jmenovat tyto :

- velmi dobře tlumí hluk ventilátorů a hluk vznikající prouděním vzduchu ve vzduchovodech při vysokých rychlostech,
- případný vznik kondenzace se omezuje na síť vzduchovodů,
- větrací vzduch lze podle potřeby výhodně upravovat v rozdělovací komoře, která je situovaná pod úrovní podlahy,
- rozdělovací komora ani síť vzduchovodů nezmenšují prostor stáje.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu podžlabovými vzduchovody

Použití rozvodu vzduchu podžlabovými vzduchovody je omezené jen na stáje, v nichž jsou zvířata upoutána ke žlabům nebo v této poloze fixována např. zábranami. Řešení spočívá v tom, že ve žlabovém tělese



14. Schéma řešení vzduchovodu nadžlabového (varianta A) a podžlabového (varianta B) — Diagram of the design of an overhead air line (above manger — variant A) and air line below manger (variant B)

1 — závěs stabilizovaný proti kmitání a vlnění, 2 — nosné lano, 3 — vzduchovod z rukávové fólie, 4 — výústky, 5 — žlab, 6 — podžlabový vzduchovod, 7 — krmná chodba, 8 — výústka, 9 — kaliště, 10 — stání, 11 a 12 — osy výstupních proudů při izotermickém proudění

nebo pod zvýšenou chodbou (obr. 14, varianta B) je veden vzduchovod s bočními vývody zakončenými výústkami umístěnými ve svislé stěně žlabu 50 až 100 mm nad podlahou stání.

Počet výústek, osová vzdálenosti, jejich rozměry, tvar a úhel sklonu k vodorovné rovině se vypočítávají z požadovaného množství vzduchu za jednotku času na každé ustajovací místo a z průměrných čelních rozměrů ležících a stojících zvířat.

Každý konkrétní návrh, který má být realizován, musí být podroben funkčním zkouškám na modelu a zkouškám poloprovozním (Kadlec, 1968, 1971, 1981b — cit. Kadlec, 1983) a musí být ověřeny zejména směry a rychlosti výstupních proudů.

Při návrhu a výpočtu základních parametrů sítě vzduchovodů se podobně jako v předcházejících případech vychází z běžných výpočtových metod s přihlédnutím ke specifickým zvláštnostem každé stáje. Strojovna vzduchotechniky se obvykle orientuje středově k méně frekventované straně stáje.

Vzduch z výústek vystupuje bezprostředně do dýchací zóny zvířat, přijímá vydechovaný vzduch, proudí kolem těl zvířat a směřuje do hnojné uličky, odkud je odváděn k odváděcím otvorům zkaženého vzduchu. Na své dráze jsou výstupní proudy vzduchu provázány různě velkým stupněm víření primárního a sekundárního vzduchu. Zpětné proudění je převážně nad hřbety zvířat.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu nadžlabovými vzduchovody

Větrací systémy s rozvodem vzduchu nadžlabovými vzduchovody (obr. 14, varianta A) jsou v principu řešeny jako větrací systémy s nadklecovými vzduchovody. Podle způsobu ustájení, krmení a odkluzu hnoje (výkalů), mechanizace a půdorysných rozměrů stáje je použito jedné nebo více strojoven a rozdělovacích komor. Také v tomto případě je na vzduchovody použito rukávcové fólie z PVC. Vzduchovody se umísťují v takové výšce, aby primární proudy vzduchu měly co nejkratší cestu do dýchací zóny, tj. do prostoru za žlaby.

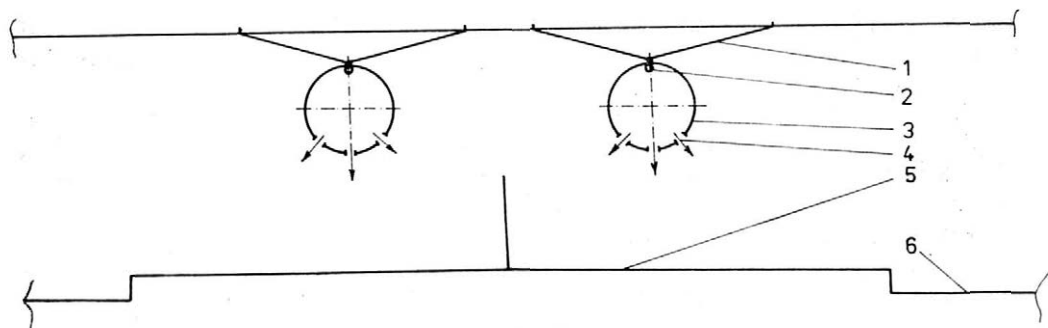
Aby se zabránilo zkratovému proudění ve stájích s mobilní mechanizací při otevírání vrat a dveří, zejména ve stájích s velkými půdorysnými rozměry a vysokými stropy, je vhodné volit rovnotlaké větrání.

Pro správnou funkci větracího systému je třeba správně stanovit a na modelu ověřit výšku vzduchovodů, rychlost vzduchu při $Q_{\max}$ a $Q_{\min}$, směr výstupních proudů, počet a hustotu výústek v jednotlivých teplotních pásmech, optimální průměr vzduchovodů a tlakové a rychlostní poměry v síti vzduchovodů, stejně jako zabezpečit vzduchovod proti kmitání a rázům ve vzduchovodech.

Větrací systémy s centrálním rozvodem vzduchu nadkotcovými a mezikotcovými vzduchovody

V určité výšce nad podlahou kotců jsou vedeny nad řadami kotců vzduchovody, zpravidla z rukávcové fólie, které jsou zavěšeny na stropní nebo střešní konstrukci. K zavěšení se používá závěsů zabraňujících rozkmitání vzduchovodu. Při standardních rozměrech kotců se vzduchovod umísťuje nad polovinou délky kotce (obr. 15).

U kotců s menšími rozměry (kotce pro prasata) a při vhodném uspořádání do řady (dvě řady kotců vedle sebe), postačuje jeden vzduchovod,

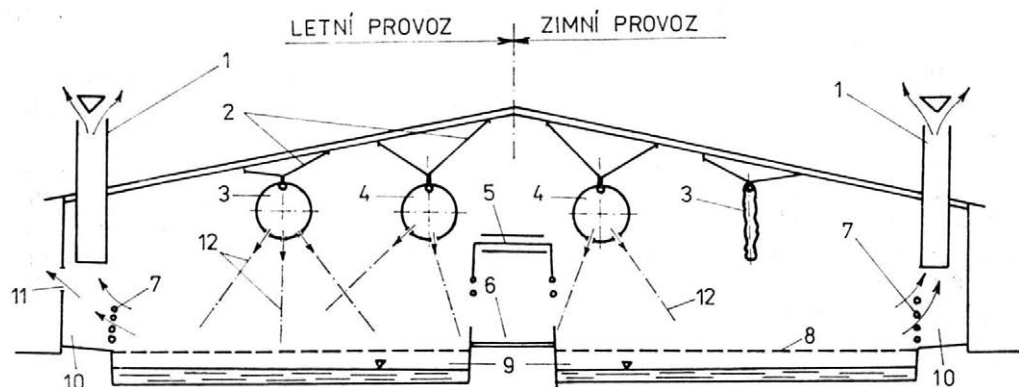


15. Schéma řešení nadkotcových vzduchovodů ve výkrmně prasat — A diagram of the design of overhead air lines above pens in a pig fattening house

1 — závěs stabilizovaný proti kmitání, 2 — nosné lano, 3 — vzduchovod z rukávové fólie, 4 — výústky, 5 — lože

který se umísťuje nad společným dělicím hrazením řad kotců. Takové vzduchovody označujeme jako mezikotcové. Vzduch vystupující z výústek, z nichž polovina je směřovaná do jedné řady kotců a druhá polovina do druhé řady kotců, proudí z jedné strany kotců na druhou (zpravidla od míst určených k ležení do míst kaliště a krmiště). Odváděcí otvory zkaženého vzduchu se situují do prostorů kaliště.

U velkokapacitních kotců (žír HD), popř. v odděleních stáje s vysokou biologickou zátěží, je nutné instalovat více vzduchovodů (obr. 16). Počet vzduchovodů se určuje podle šířky pásma, které může jeden vzduchovod účinně obsáhnout, tzn. přivádět na všechna ustajovací místa ve zmíněném pásmu co nejčistší vzduch o rychlosti a množství, které danému tepelnému stavu prostředí nejlépe vyhovuje. Šířka pásma se koriguje v závislosti na požadované výšce vzduchovodu nad podlahou (minimální podjezdna nebo podchodná výška), technologii ustájení, krmení a ošetřo-



16. Schéma rozmístění nadkotcových vzduchovodů ve velkokapacitních kotcích ve velkovýkrmně skotu — A diagram of the distribution of overhead air lines above large-capacity boxes in a large cattle-fattening house

1 — komínové větráky pro odvod zkaženého vzduchu, 2 — závěsy vzduchovodů, 3 — vzduchovody z rukávové fólie pro letní provoz, 4 — vzduchovody pro celoroční provoz, 5 — nadžlabový dopravník krmiva, 6 — žlab se zábranami, 7 — vnější hrazení kotců, 8 — rošty, 9 — podrošťový prostor, 10 — postranní uličky, 11 — pomocné otvory pro odvod zkaženého vzduchu při letním provozu, 12 — osy výstupních proudů při izotermickém proudění

vání, dělení prostoru stáje na funkční místa (lože, krmiště, kaliště), mechanizaci atp.

Počet výústek a jejich řad, směřování výústek do pásma pohybu zvířat, velikost a další parametry vzduchovodů se stanovují podle požadavků na proudění v pásmu pobytu zvířat. Utváření výstupních proudů a vzduchovodů nadžlabových, nadkotcových a mezikotcových je obdobné. Výstupní proudy mají do určité vzdálenosti od výústek charakter volných proudů s dosahem, který se mění v závislosti na výstupní rychlosti v_0 , tedy na změnách výkonnosti větracího systému Q . Další dotváření výstupních proudů určuje členitost a hloubka (výška) pásma pobytu a jeho odpor proti proudění vzduchu. Vhodným uspořádáním a rozmístěním vzduchovodů v prostoru stáje a výústek na nich lze dosáhnout takového proudění v pásmu pobytu zvířat, které jim bude nejvíce vyhovovat. Vážným problémem však je, že při volném ustájení se mohou zvířata v prostoru stáje nebo kotců libovolně přeskupovat, vytvářet různě velké shluky, a tím nerovnoměrné požadavky na větrání (Kadlec, 1978, 1980a, 1981b — cit. Kadlec, 1983).

POZNATKY ZÍSKANÉ PŘI POUŽÍVÁNÍ VZDUCHOVODŮ Z RUKÁVCOVÝCH FÓLIÍ

Vzduchovody z rukávcové fólie z PVC mají sice řadu výhod, ale pro praktické použití ve vzduchotechnice nelze tyto výhody přeceňovat. Je třeba si uvědomit, že mechanicko-fyzikální vlastnosti předurčují tyto fólie především pro obalování. Jestliže tyto skutečnosti plně respektujeme, můžeme dosáhnout uspokojivých až výborných výsledků, zejména pro střednědobé použití.

Životnost vzduchovodu z rukávcové fólie z PVC běžné obchodní kvality je jeden a půl až tři roky a je ovlivňována zejména montáží, druhem škodlivin, kterým je vystavena a namáháním při provozu (rázy při spouštění ventilátorů, kmitání).

Vzduchovody z rukávcové fólie mají poměrně malé odpory proti proudění vzduchu, takže při přímém napojení lze použít i axiální ventilátory, nepatrně zatěžují stropní konstrukci, propouštějí světlo a po nafouknutí mají ideální průřez. I při každoroční výměně (po ukončení turnusu) jsou cenově výhodné.

Úspěch v používání rukávcové fólie z PVC spočívá v tom, jak projektant dokáže spojit nároky na rozvod vzduchu s možnostmi, které poskytují její vlastnosti. Také výrobci těchto fólií mohou volbou vhodnějšího materiálu a technologie výroby značně zlepšit jejich vlastnosti a použitelnost ve vzduchotechnice.

ZÁVĚR

Příspěvek je zaměřen na popis prostředků a způsobů rozvodu čerstvého vzduchu ve velkokapacitních stájích s vysokými biologickými zátěžemi až do dýhací zóny zvířat. Zabývá se uspořádáním součástí větracích systémů v provozní celek a zejména takovým řešením rozvodu vzduchu až na ustajovací místa, aby se na všech ustajovacích místech dosáhlo stejného tepelného stavu prostředí a vysoké čistoty vzduchu. K tomu byly rozpracovány a v praxi ověřeny různé způsoby řešení centrálního rozvo-

du vzduchu za různých výrobních podmínek. V článku jsou uvedena řešení vhodná pro hlavní technologie ustájení. Pozornost je zaměřena také na strojovny vzduchotechniky, rozdělovací komory, síť vzduchovodů a na vzduchovody z rukávcových fólií.

Literatura

KADLEC, V.: Větrání širokorozponových stájí. Zeměd. Techn., 29, 1983, č. 3, s. 177-187,

Došlo dne 3. 2. 1982

КАДЛЕЦ, В. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Технические проблемы проветривания широкопролетных коровников. Земед. Techn., 29, 1983 (5): 283-300.

Техническое решение систем проветривания в широкопролетных коровниках с высокой биологической нагрузкой должно учитывать ряд теоретических данных по теории течения газов и паров, данных и фактов, установленных в результате научных исследований и данных и опыта по проектированию и эксплуатации конкретных систем проветривания в различных крупнопроизводственных условиях. Нужно знать влияние отдельных факторов крупного производства и производства как комплексного фактора, влияющего на образование микроклимата и среды в коровнике в крупнопроизводственных условиях. Эта проблематика очень сложна и без комплексного анализа условий производства и возможностей решения ее нельзя оценить и предложить оптимальное решение системы проветривания и управления ею. В общем можно сказать, что существуют определенные технические решения, которые могут обеспечить достижение желательной цели и в то же время устранить большую часть отрицательных влияний на образование внутренней среды коровника, или ограничить их до такой степени, что их действие можно допустить. Эти данные и возможности были установлены в рамках научно-исследовательской деятельности и использованы в проектах и предложениях новых систем проветривания животноводческих объектов.

центральное проветривание; машинный зал воздухоотехники; распределительная камера; воздухопровод; выпуски; первичные и вторичные течения; пространственная равномерность компонентов микроклимата

KADLEC, V. (University of Agriculture, Praha): *Technical Problems of the Ventilation of Wide-Span Livestock Barns*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5): 283-300.

The designs of ventilation systems in wide-span barns exposed to a high biological load should respect a number of theoretical findings in the field of the theory of air flow, findings and information obtained by research activities, and experience from designing and operating actual ventilation systems under different large-scale production conditions. It is necessary to know the effect of various production factors and factors involved in large-scale production in their complexity as influencing the formation of microclimate and environment inside the barn under large-scale production conditions. These problems are very complicated and cannot be solved without a thorough analysis of the conditions of operation; it is either impossible without such an analysis to propose an optimum design of the ventilation system and its control. Generally it can be said that there are some technical approaches that may lead to the desired objective and remove, at the same time, a large part of the adverse effects on the formation of environment in the barn, or restrict them to a tolerable level. These findings and possibilities were obtained by research efforts; projects and designs of new ventilation systems for livestock production have been worked out with due respect to them.

central ventilation; ventilation-system engine room; distribution chamber; air line; fan inlets and outlets; primary and secondary flows; spatial regularity of microclimate component distribution

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Kadlec, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha-Suchbát

TECHNICKÉ ASPEKTY SUŠENÍ OZIMÉ ŘEPKY NA ŠACHTOVÉ SUŠÁRNĚ

R. Pawlica

PAWLICA, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Technické aspekty sušení ozimé řepky na šachtové sušárně*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (5) : 301-312.

Obilní šachtová sušárna typu SSZ-2 třídy 20 t. ha⁻¹ byla adaptována na sušení ozimé řepky instalací speciálního řepkového roštu, krytů vzduchovodů, revizními vstupy a kapotováním vnějších stěn šachet. Sušit lze dávkově i kontinuálně. Při dávkovém sušení bylo dosahováno výkonnosti až 65 t₀·h⁻¹ při směrné spotřebě tepla od 3600 kJ·kg⁻¹ na začátku sušení po cca 4500 kJ·kg⁻¹ v závěru cyklu. Při kontinuálním sušení se dosahovalo výkonností 50 až 65 t₀·h⁻¹, tj. odpařivost 600 až 750 kg·h⁻¹. Výkonnost je závislá především na tepelném příkonu. Měrná spotřeba tepla se pohybuje v rozmezí 5000 kJ·kg⁻¹ až 6500 kJ·kg⁻¹ a je dominantně závislá na výstupní vlhkosti zrna (nepřímě úměrně). Doporučuje se použití co nejnižších teplot sušicího prostředí při co nejvyšším tepelném příkonu.

šachtová sušárna; konstrukční úpravy; výkonnost; spotřeba energie; vlhkost zrna; tepelný příkon

Sušení je rozhodující klíčovou operací v rámci posklizňového ošetřování ozimé řepky. Až na výjimky nelze počítat se sklizní materiálu (Malý, 1976) ve vlhkosti, kterou požaduje norma, tj. pro dodávky do ZNZ 12 % a pro dodávky tukovému průmyslu 8 %. S ohledem na zjednodušení manipulace a napřímení toku lze předpokládat, že každá linka zpracuje řepku do konečného stavu, čili že ji vysuší na požadovaných 8 %. Tato skutečnost téměř vylučuje použití náhradních konzervačních technologií, jakými jsou aktivní ventilace, podchlazení nebo chemická konzervace. Tyto náhradní metody působí dlouhodobě a efektivnost v oblasti požadované nízké vlhkosti je nedostatečná. S ohledem na krátkodobý charakter řepkové kampaně a na nutnost uvolnit linky i sklady pro sklizeň obilí je teplovzdušné sušení jedinou vhodnou metodou pro konzervaci sklizené řepky.

Nejrozšířenějším používaným principem našich obilních sušáren jsou sušárny šachtové. Mají totiž při sušení obilovin ze všech principů nejnižší měrnou spotřebu tepla. I když by bylo možné speciální sušárnou konstruovanou pro řepku dosáhnout lepších parametrů, zůstává vzhledem k poměru objemu řepky a obilí jediná racionální cesta i pro budoucnost — využívat pro sušení řepky obilní sušárny. Nelze je však použít přímo, kvůli fyzikálně-mechanickým vlastnostem ozimé řepky je nezbytná adaptace — technické úpravy některých uzlů (Pawlica, 1982).

Ozimá řepka je rozhodující olejnatou surovinou pro náš tukový a potravinářský průmysl a jako taková se s ohledem na mezinárodní hospodářskou situaci stává surovinou strategického významu (Fábry, 1982). Teplovzdušné sušení je technologický proces jejího zpracování, který s ohledem na návaznost zpracovatelských linií nelze nahradit jinou metodou.

Sušárna SSZ-2 je moderní sušárna s nejdokonalejším technologickým procesem u nás a s vysokými užitečnými parametry; je rozhodující jak pro inovaci v prvovýrobě, tak i pro menší linky ZZN. Její adaptace pro sušení řepky je nezbytná, aby bylo dosaženo vyšší úrovně ošetření a aby se omezily dosud značné ztráty při sušení na nevyhovujících sušárnách ZSPŽ-8, u nichž je běžný výskyt spálených, připálených a zažloutlých zrn.

Náhrada sušáren ZSPŽ-8, používajících přímý ohřev navíc se špatnou kvalitou spalování, moderními sušárnami SSZ-2 s nepřímým ohřevem bude znamenat podstatný přínos pro zlepšení zdravotních aspektů našeho životního prostředí.

METODA

Na základě dosavadních poznatků byl ve VÚZT zpracován rámcový projekt úprav vybraných uzlů sušárny, vyžadujících adaptaci pro řepku. Technické řešení bylo voleno pro každý uzel v několika alternativách. Jednotlivé varianty řešení byly posouzeny na základě jednoúčelových měření (průtočné množství a tlak u vzduchodů, úlet materiálu, charakteristiky vyprazdňování) i provozního sledování během ověřování.

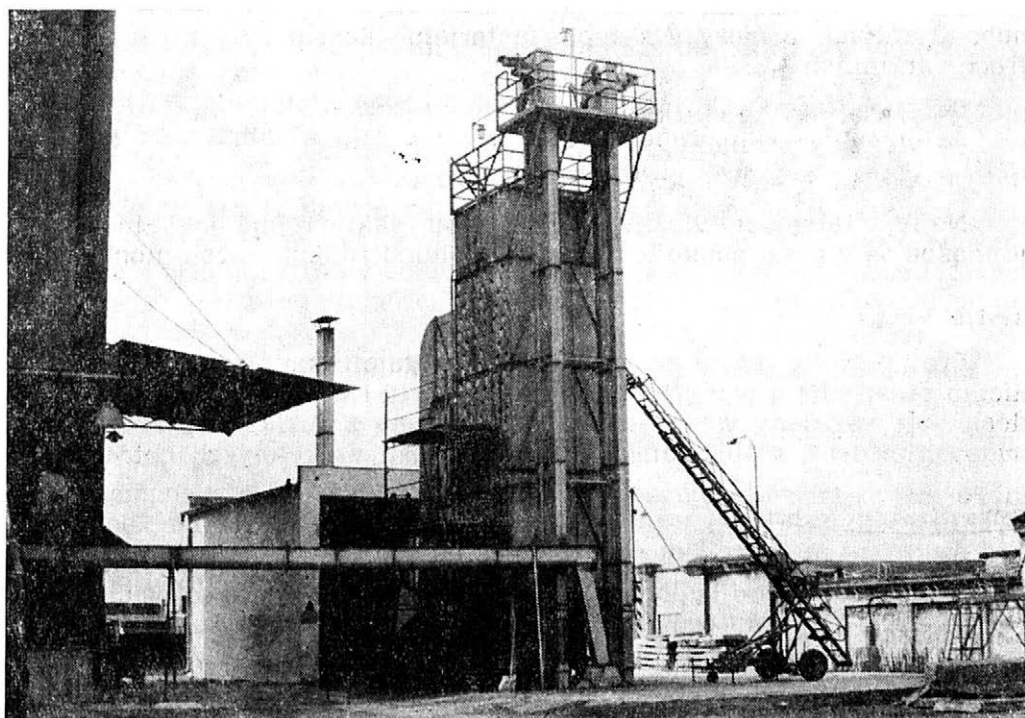
Provozně-laboratorní zkoušky probíhaly na několika lokalitách s rozdílnými podmínkami, a to v ZNŽP Kutná Hora, středisko Uhlířské Janovice, ZNŽP České Budějovice, JZD Mutějovice a Agroservis Tachov, středisko Velký Rapotín, v sezónách 1981 a 1982. Ověřovalo se dávkové, ale především kontinuální sušení.

Provozně-laboratorní měření se skládalo ze systému několikahodinových tzv. základních zkoušek a z jednoúčelových měření. Základní zkouška: V době ustáleného provozu byl v pravidelných časových intervalech (zpravidla 30 minut) odebrán průměrný vzorek materiálu ze vstupu a z výstupu sušárny a byla zaznamenána teplota sušicího prostředí, materiálu a okolí. Hmotnostní průtok materiálu byl zjišťován vážením usušeného materiálu v intervalech odpovídajících nosnosti nákladního auta. Vlhkost byla stanovena bezprostředně elektronickým vlhkoměrem Falling-Number nebo Weis a ke všem vzorkům byla stanovena vlhkost vázkovou metodou podle ČSN 46 0610. Teplota zrna byla měřena ve vytemperovaných termoláhvích, údaje byly odečítány po pěti minutách. Spotřeba paliva na základní zkoušku byla stanovena z rozdílu hladin v odměrné nádobě. Náhřev zrna byl zjišťován odběrem vzorků z kanálků 14. řady vždy u okraje (0,1 m) a ve středu (0,5 m) šachty, před odběrem a po něm byla změřena teplota výstupního prostředí. Tato základní zkouška byla modifikována i pro dávkové sušení.

VLASTNÍ PRÁCE

ÚPRAVY SUŠÁRNY

S ohledem na odlišné fyzikálně mechanické vlastnosti řepky proti obilovinám je nutné většinu typů obilných sušáren upravit a seřadit. Týká se to těch uzlů, jejichž odlišnost v menším synném úhlu a menší vzhledné rychlosti by mohla vést k neplnění nebo zhoršení funkce, ke ztrátám hmoty ap.



1. Sušárna SSZ-2, úprava pro sušení řepky pomocí krytů vzduchovodů — The SSZ-2 drier, adapted by means of air-duct covers for rape drying

U sušárny SSZ-2 se řešení týkalo zejména úpravy vyprazdňovacího zařízení, zpřístupnění vnitřních stěn šachet a omezení výpadu řepky ze vzduchovodů, a to buď individuálními kryty (obr. 1) nebo zakrytováním celé šachty.

Úprava vyprazdňovacího ústrojí

Vyprazdňovací ústrojí sušárny SSZ-2 pracuje na principu rozhrnovacího roštu, který narušuje samočinné uzavření výpustě materiálu nasypaného na spodní pevný rošt; výpust je uzavírána sypným úhlem materiálu. Tento systém je jednoduchý a spolehlivý a má dobrou regulační charakteristiku. S ohledem na rozdíly ve velikosti sypného úhlu u obilovin a ozimé řepky bylo nezbytné řešit úpravu tohoto ústrojí.

Ve zkouškách vykazoval nejlepší výsledky výměnný „řepkový rošt“. Je proveden tak, že přerušuje hranu sypného úhlu a zkracuje šířku rozsypu materiálu na pevném roštu. Vyprazdňovací charakteristika tohoto roštu na řepce odpovídá charakteristice standardního roštu při sušení pšenice. To umožňuje využívat standardní automatickou regulaci procesu sušení, jíž je sušárna SSZ-2 vybavena.

Kryty vzduchovodů

Kryty vzduchovodů byly vyřešeny jako opatření proti nadměrnému výpadu nebo výtoku zrna ze vzduchovodů. Příčinou výpadu je vzednutí hladiny materiálu, způsobené nadměrným průtokem sušícího prostředí

nebo špatnými poměry v sesypu materiálu. Řešení bylo provedeno ve třech variantách :

- prosté ploché vložky,
- vložky s průduchy,
- vložky kapsové.

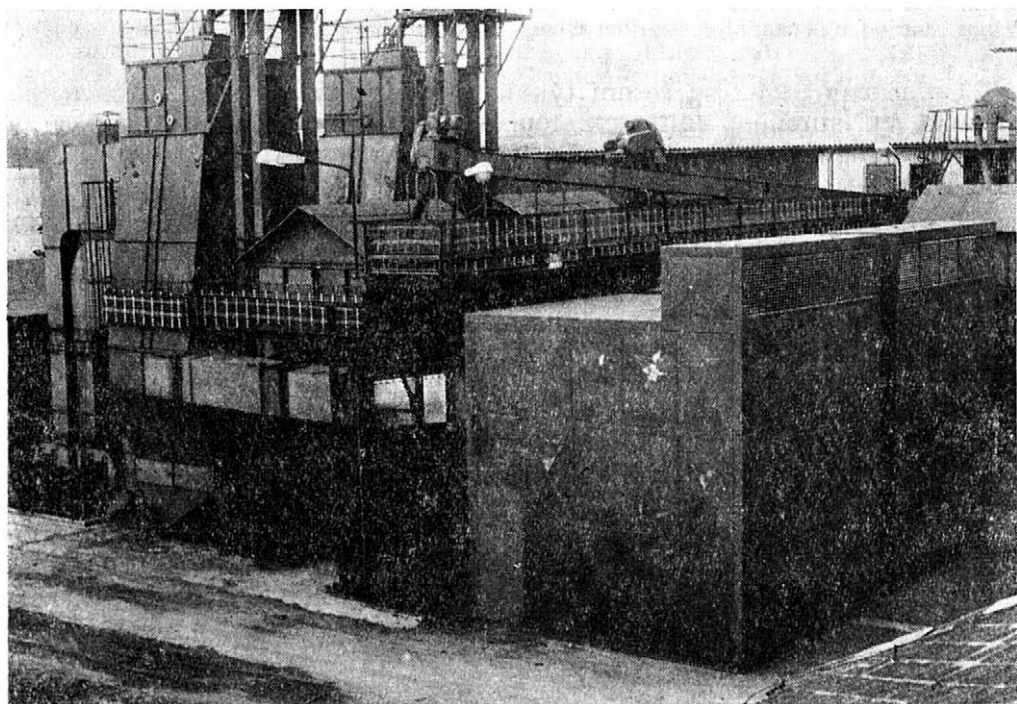
Nejlépe fungovaly vložky kapsové, jsou však výrobně nákladné, proto je možné se v praxi spokojit i s nepatrně horší funkcí vložek plochých.

Revizní vstupy

Pro potřeby revize prostoru mezi šachtami (kanál sušicího a chladičího prostředí) a pro případné osazení krytů i na vstupních vzduchovodech byly vyřešeny vstupy do každého pásma z obslužného žebříku zabudováním dveří s plošinami do koncové části vzduchových potrubí.

Celkové zakrytí šachet

Pro konkrétní řešení bylo využito již vyvinuté tzv. odprašovací zařízení, které je tvořeno kapotáží obou boků sušárny a tzv. usazovací komorou (obr. 2). Výstupní prostředí je odváděno do usazovací komory, kde se v důsledku poklesu rychlosti oddělují létavé příměsi a prach od proudu vzduchu, který průduchy vystupuje do okolí. Těžší částice, které byly vy-



2. Sušicí linka ze dvou sušáren SSZ-2 upravených pro sušení řepky instalací odprašovacího zařízení — Drying line made from two SSZ-2 driers adapted by installation of a dust exhauster for rape drying

neseny ze vzduchovodů, padají uvnitř kapotáže na skluz, kterým jsou přes uzavírací klapku vypouštěny na odsunový pás. V rámci řešení adaptace SSZ-2 pro řepku bylo použití tohoto odprašovacího zařízení navrženo jako alternativa k individuálním krytům vzduchovodů.

Odprašovací zařízení pracovalo s výbornými výsledky. Při použití této kapotáže šachet je možné připustit nepatrný výpad zrna, který je průběžně odváděn se suchým zrnem, aniž by znečišťoval okolí nebo způsobil ztráty materiálu. Příznivý účinek spočívá i v zachycení prachu a létavých nečistot v usazovací komoře, čímž se výrazně zlepšují hygienické poměry.

Projevila se i výhodná technologická funkce odprašovacího zařízení — tato soustava totiž vyvozuje na výstupní straně vzduchovodů určitý přetlak, který přispívá k tomu, že se zrovnoměrní proudění a dokonce se omezí vynášení zrna proudícím vzduchem.

V neposlední řadě se tímto řešením omezuje vliv meteorologických podmínek na proces sušení. Výpad zrna a těžších nečistot lze dobře regulovat přiškrcením ventilátorů. Velikost výpadu ovlivňuje i čistotu a vlhkost materiálu. Seřízení je optimální, je-li škrticí šoupátko pootevřeno z 50 až 66 %.

I. Výsledky základních zkoušek — dávkové sušení — Results of basic tests — batch drying

Parametr	Jednotka	Číslo zkoušky	
		1	2
Průměrná teplota prostředí — vstup	°C	108,6	132,7
— výstup	°C	56,8	52,1
zrna — vstup	°C	25–32	22–38
— výstup	°C	21,5	19,0
Vlhkost zrna počáteční	%	19,0	12,0
konečná	%	2,9	4,5
odsušek	%	16,1	7,5
Rozsah průchodnosti	t.h ⁻¹	8,76–8,61	8,72–8,76
Rozsah výkonnosti technologické	t%.h ⁻¹	67,0–19,2	36,9–32,0
technické	kg.h ⁻¹	710–150	380–300
Spotřeba paliva	kg.h ⁻¹	62,5	68,0
Měrná spotřeba paliva	kg.t ⁻¹ .% ⁻¹	0,93–3,2	1,8–2,1
Měrná spotřeba energie	kJ.kg ⁻¹	3700–17000	7500–8500

DÁVKOVÉ SUŠENÍ

Sušárna SSZ-2 je uzpůsobena pro dvojí provoz — recirkulační nebo kontinuální. Recirkulace se využívá vždy při zahájení a ukončení sušení určité oddělené partie a pro rovnoměrné vysoušení zrna tvořícího náplň šachty. Tohoto nastavení lze s výhodou využít pro dávkové sušení atypických materiálů vyžadujících zvláštní technologii sušení. Proto byly při provozně-laboratorních zkouškách ověřovány oba způsoby provozu.

Z důvodů provozní situace byl dávkový provoz při ověřování modifikován tím, že do okruhu recirkulace byl zapojen i zásobník a dopravní cesty linky; obsah v přídatném zásobníku se rovnal asi polovičnímu obsahu sušárny.

Vstupní vlhkost materiálu, který byl k dispozici, byla poměrně nízká. Aby mohl být ověřen proces i v extrémních podmínkách, byl zvětšen počet cyklů a materiál byl vysušován na velmi nízkou vlhkost, která v praxi není běžná. Tuto skutečnost je nutno brát v úvahu při rozboru získaných výsledků základních zkoušek (tab. I).

Vstupní teplota sušícího prostředí i hmotnostní průtok materiálu byly při obou zkouškách seřizeny na stálou hodnotu. Určitý rozsah těchto veličin během měření byl dán vlivem okolní teploty a změnou sypaných vlastností materiálu při vysušování.

KONTINUÁLNÍ SUŠENÍ

Tento způsob provozu je typický pro danou sušárnu a pro něj je uzpůsoben i regulační systém. Přednosti kontinuálního sušení se projeví při zpracování větších objemů materiálu, tj. v případech, kdy je provoz na ucelené partii zabezpečen na více než čtyři až šest hodin.

II. Výsledky základních zkoušek — kontinuální sušení — Results of basic tests — continuous drying

Číslo zkoušky	Teplota sušícího prostředí		Vlhkost zrna		Hmotnostní průtok materiálu	Výkonnost sušárny v odpařivosti	Spotřeba paliva	Měrná spotřeba tepla
	vstup	výstup	vstup	výstup	t . h ⁻¹	kg . h ⁻¹	kg . h ⁻¹	kJ . kg ⁻¹
	°C		%					
4	120	110	13,38	7,89	10,28	652	91,6	5 882
5	128	121	12,49	8,03	13,30	678	97,5	6 021
6	134	120	12,97	7,51	10,66	669	97,3	6089
8	127	135	14,30	9,70	13,82	742	89,6	5056
9	112	123	14,90	8,63	10,63	783	90,9	4860
10	116	123	14,39	8,50	10,17	700	90,9	5437
11	105	104	15,23	8,67	6,13	474	61,6	5441
12	113	121	17,28	8,69	5,67	589	74,7	5317
13	122	124	17,20	5,20	2,68	388	60,9	6571

III. Charakteristika základních zkoušek — Characteristics of basic tests

Číslo zkoušky	Doba zkoušky	Seřízení				Úprava sušárny	Číslo sušárny
		regulátor	ventilátor				
			I	II	III		
	hodin	°C	%				
4	6,0	48	47	30	48	k. p.	1
5	5,5	51	47	30	66	k. p.	1
6	5,0	53	47	47	66	k. p.	1
8	2,0	52—57	62	62	73	o. z.	2
9	7,5	62	62	62	58	o. z.	2
10	6,0	68	62	62	58	o. z.	2
11	4,5	48	48	48	100	o. z.	2
12	7,5	58	38	55	100	o. z.	2
13	3,5	61	47	47	100	o. z.	1

k. p. — kryty prosté ploché

o. z. — odprašovací zařízení

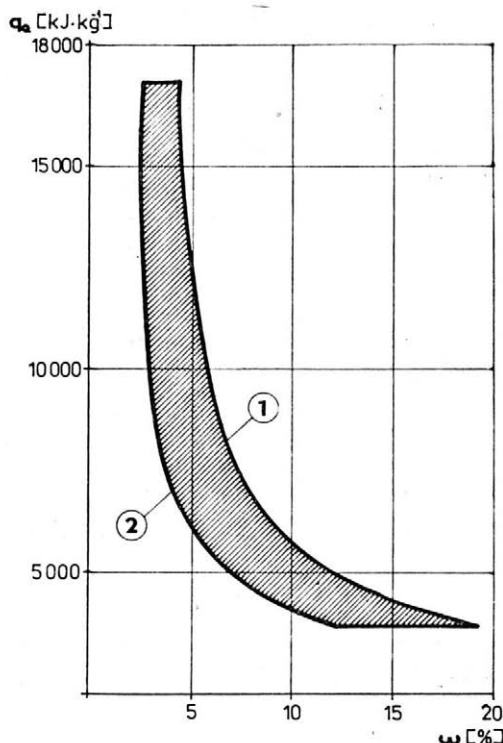
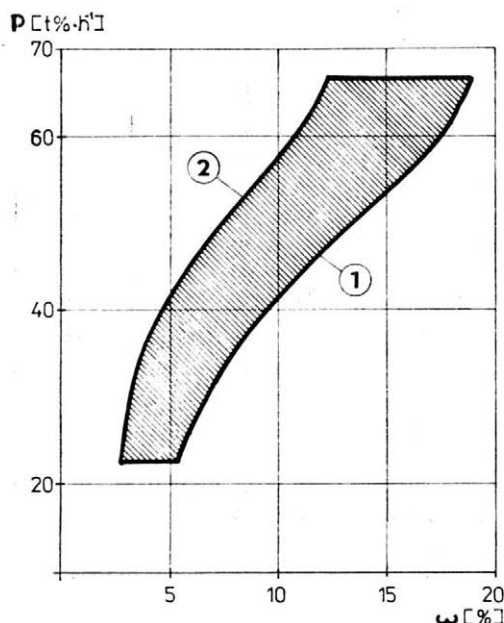
Kontinuální provoz byl ověřován především v koncernovém podniku Agroservis Tachov, jehož specializovaná linka na ozimou řepku, vybavená sušicí linkou skládající se ze dvou sušáren SSZ-2, zpracovává za sezónu až 3000 tun ozimé řepky, obvykle s vysokou vstupní vlhkostí (obr. 2). V roce 1981 byla sušárna č. 2 pokusně opatřena kapotováním šachet, pro sezónu 1982 byly obě sušárny vybaveny kompletním odprašovacím zařízením, včetně nové konstrukce usazovacích komor.

Za základ pro ověřování sloužil systém tzv. základních zkoušek: při různém vstupním materiálu, daném provozními podmínkami, bylo voleno vhodné seřízení.

Výsledky použitelných, provozních situací nenarušených zkoušek uvádí tab. II. Teplota prostředí a materiálu představuje aritmetický průměr z časových záznamů z průběhu zkoušky. Vlhkost zrna — jakožto rozhodující parametr — je vypočtena jako aritmetický průměr z jednotlivých časových stanovení tak, že časová řada vstupní a výstupní vlhkosti je posunuta o úsek odpovídající průměrné době průchodu materiálu sušárnou při dané průchodnosti.

Dosahované výkonnosti jsou nižší než při sušení obilovin, a to o 8 až 65 %, za reprezentativní průměr lze považovat snížení výkonnosti o 15 až 20 %. Rozdíly ve výkonnosti jsou ovlivňovány charakterem a parametry materiálu a seřízením sušárny, včetně regulace procesu. Základní hodnoty seřízení při základních zkouškách udává tab. III.

Spotřebu paliva charakterizuje mj. seřízení výkonu hořáku. Mimo zkoušky č. 4, 11 a 13 byl hořák nastaven na maximální výkon. Potvrzuje se tak poznatek, že servisní služba nedodrží předepsanou hodnotu



3. Výkonnost sušárny (P) v závislosti na vlhkosti materiálu (ω) — dávkové sušení — Drier performance (P) in relation to the moisture content of dried material (ω) — batch drying
1 — vstupní vlhkost, 2 — výstupní vlhkost

4. Měrná spotřeba tepla q_Q v závislosti na vlhkosti materiálu (ω) — dávkové sušení — Specific heat consumption q_Q in relation to the moisture content of dried material (ω) — batch drying
1 — vstupní vlhkost, 2 — výstupní vlhkost

112 kg · h⁻¹; snížení příkonu topného agregátu o 20 % i více způsobuje zvýšení měrné spotřeby tepla, snížení výkonnosti a v důsledcích ne hospodárný provoz.

DISKUSE

DÁVKOVÉ SUŠENÍ

Výkonnost sušárny při dávkovém sušení se s dobou sušení výrazně snižuje (tab. 1). Při porovnání dvou měření vykazuje podstatně vyšší výkonnost zkouška č. 1, u níž bylo použito nižších sušících teplot a většího množství sušícího média. Nemalou roli z hlediska výkonnosti má charakter materiálu; materiál na zkoušku č. 2 byl podstatně sušší, vyzrálý a s menším podílem příměsí a nečistot, a tudíž se při něm projevila menší výkonnost.

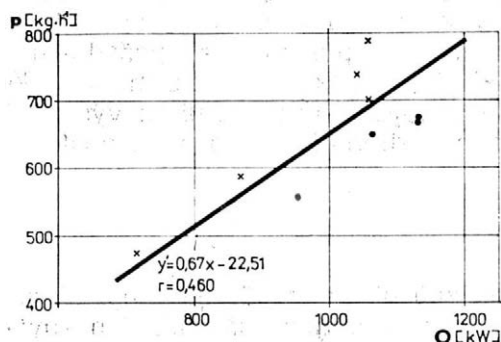
Pro praxi je významný poznatek, že v průběhu sušení se s klesající vlhkostí materiálu výrazně snižuje výkonnost (obr. 3). To je třeba brát

v úvahu a nepřipustit sušení na nižší hodnotu, než jaká je nezbytná (12 nebo 8 %).

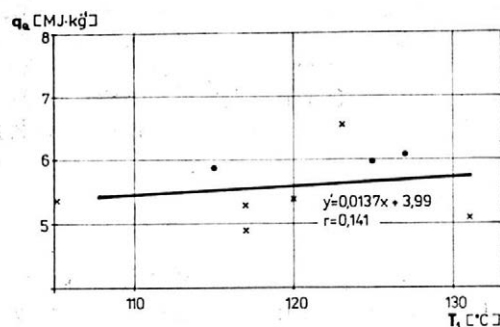
Závislost měrné spotřeby energie na vlhkosti recirkulovaného materiálu udává obr. 4. Zachycuje výsledek zkoušky č. 1, při níž bylo dosaženo konečné vlhkosti 2,8 %. Průběh závislosti výrazně zdůvodňuje skutečnost, že s poklesem vlhkostní hladiny recirkulujícího zrna enormně narůstá měrná spotřeba tepla, potřebná k odpaření 1 kilogramu vody ze zrna. Zatímco na začátku sušení, kdy v prvním sušicím cyklu poklesla vlhkost z 19,4 na 12,3 %, byla měrná spotřeba tepla relativně nízká — 3600 kJ . kg⁻¹, při cyklu zajišťujícím požadovanou konečnou vlhkost 8 % stoupla na 4800 a při extrémním vysušení na hladinu 3 % dosáhla extrémní hodnoty 17 000 kJ . kg⁻¹. Tyto poznatky zdůrazňují požadavek nepřekračovat nezbytně nutnou hladinu konečné vlhkosti zrna.

KONTINUÁLNÍ SUŠENÍ

Prvořadou závislost výkonnosti sušárny na tepelném příkonu udává graf na obr. 5. Trend závislosti je víceméně lineární a strmý. Při srovná-

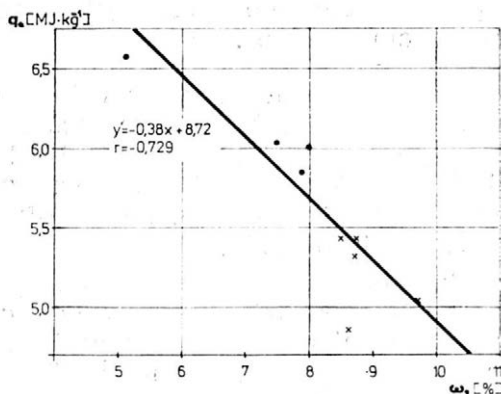


5. Výkonnost (p) při sušení řepky v závislosti na tepelném příkonu sušárny (Q) — Performance (p) at rape drying in relation to heat input of the drier (Q)
● — kryty vzduchovodů, X — odprašovací zařízení



6. Měrná spotřeba tepla q_Q při sušení řepky v závislosti na vstupní teplotě sušicího prostředí (T_1) — Specific heat consumption q_Q of rape drying in relation to the inlet temperature of drying environment (T_1)
● — kryty vzduchovodů, X — odprašovací zařízení

7. Měrná spotřeba tepla (q_Q) v závislosti na výstupní vlhkosti zrna (ω_1) — Specific heat consumption (q_Q) in relation to the outlet moisture content of grain (ω_1)
● — kryty vzduchovodů, X — odprašovací zařízení



telném tepelném příkonu vykazuje úprava odprašovacím zařízením vyšší výkonnost než úprava individuálními kryty vzduchovodů. Dosahované výkonnosti na hladině 700 až 800 kg . h⁻¹ lze považovat za maximální; tepelný příkon vyšší než 1150 až 1200 kW lze z hlediska konstrukčních omezení jen obtížně přenést.

Závislost měrné spotřeby tepla na velikosti odsušku (tj. rozdílu vstupní a časově odpovídající výstupní vlhkosti) vykazuje mírně stoupající trend, tj. se stoupajícím odsuškem mírně roste i měrná spotřeba tepla. Při analýze však musíme konstatovat, že odsušek neovlivňuje měrnou spotřebu. Je-li dodržena srovnatelná konečná vlhkost, rozdíly jsou neprůkazné. Odsušek sám neovlivňuje měrnou spotřebu, pouze polohu ve vlhkostní stupnici. Zvolená teplota sušícího prostředí ovlivňuje měrnou spotřebu tepla jen nevýrazně (obr. 6). Zajímavý je poznatek, že u sušení řepky je trend opačný než u obilovin. Vysvětlit to lze tím, že vstupní teplota je vázána na seřizené množství vzduchu. Lze říci, že při sušení řepky má příznivý vliv zvyšování množství sušícího prostředí. Požadavku na největší možné množství prostředí je nutno dát přednost před požadavkem na co nejvyšší teploty sušícího prostředí. Rozhodující vliv na měrnou spotřebu tepla má výstupní vlhkost (obr. 7). Trend vykazuje výraznou nepřímou úměrnost. O něco vyšší hodnoty se opět projevují u úpravy s kryty vzduchovodů. Lze-li určit měrnou spotřebu tepla v oblasti požadované výstupní vlhkosti 8 % na hladině 5,5 kJ . kg⁻¹, pak při přesušení na 5 % stoupne na 6,5 kJ . kg⁻¹. Překročí-li se nezbytně nutná hladina výstupní vlhkosti, stoupá spotřeba, klesá výkonnost, zhoršuje se hospodárnost.

ZÁVĚR

Adaptace sušárny SSZ-2 popsáním způsobem umožňuje úspěšně sušit ozimou řepku na této pro prvovýrobu rozhodující sušárně. K nezbytným technickým úpravám, které mohou dělat přímo uživateli, patří :

- a) instalace speciálního „řepkového“ roštu,
- b) instalace revizních vstupů do šachty,
- c) opatření nezbytného počtu vzduchovodů na vnitřní straně šachet kapsovými kryty,
- d) zamezení výpadu na vnější straně šachet buď nezbytným počtem kapsových nebo plochých krytů, nebo zakapotováním stěn s využitím odprašovacího zařízení.

Při dávkovém sušení je výkonnost proměnlivá, s dobou recirkulace se snižuje — např. pro počáteční vlhkost materiálu 19 % přesahuje 65 t% . h⁻¹, v závěru cyklu při 8% konečné vlhkosti dosahuje cca 40 až 50 t% . h⁻¹. Měrná spotřeba tepla extrémně roste se snižováním hodnoty konečné vlhkosti — je-li na začátku sušení 3600 kJ . kg⁻¹, pak v závěru přesahuje 4500 kJ . kg⁻¹.

Při kontinuálním sušení dosahuje výkonnost 50 až 65 t% . h⁻¹, tj. odpařivost 600 až 750 kg . h⁻¹. Výkonnost je závislá především na tepelném příkonu výměníku. Měrná spotřeba tepla se pohybuje v rozmezí od 5000 do 6500 kJ . kg⁻¹ a je dominantně závislá na výstupní vlhkosti zrna, a to nepřímo úměrně.

Z hlediska kvality sušení lze konstatovat, že ani u dávkového ani u kontinuálního sušení různými režimy sušení nebyl prokázán výskyt spálených, připálených nebo zahnědlých zrn. Podílí se na tom vhodná konstrukce a vhodný systém vestavby sušící šachty.

Z hlediska optimalizace režimu lze doporučit použití co nejnižších teplot sušícího prostředí při co nejvyšším tepelném příkonu — seřadit tedy množství vzduchu na maximálně možné.

S ohledem na příznivé výsledky lze doporučit adaptaci sušárny SSZ-2 především instalací odprašovacího zařízení. Proces sušení se zrovnoměrní, zlepší se technické i technologické parametry, omezí se vliv meteorologických podmínek, zlepší se hygienické podmínky i prašnost.

Literatura

ČSN 46 0610: Zkoušení osiva. 1968.

FÁBRY, A. a kol.: Intenzifikace výroby řepky při současném řešení obilního a bílkovinného programu. In: Sbor. VŠZ v Praze. Praha 1982.

MALER, J.: Sklizeň ozimé řepky. [Zpráva Z-1302.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1976.

PAWLICA, R.: Sušení ozimé řepky na šachtové sušárně 20 t. ha⁻¹. [Zpráva Z-1794.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1982.

Došlo dne 25. 1. 1983

ПАВЛИЦА, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Технические аспекты сушки озимого рапса в шахтной сушилке. Земед. Techn., 29, 1983 (5) : 301-312.

Шахтная зерносушилка типа SSZ-2 класса 20 т/ч была приспособлена для сушки озимого рапса с помощью установки специальной колосниковой решетки, покрытий воздухопроводов, с помощью контрольных вводов и капотирования внешних стен шахт. Зерно можно сушить по партиям и непрерывно. При сушке по партиям было достигнуто производительности почти 65 т/ч при удельном количестве теплоты от 3600 кДж/кг в начале сушки и приблизительно до 4500 кДж/кг в конце цикла. При непрерывной сушке производительность достигала 65 т/ч, т. е. испаряемость составляла 600—800 кг/ч. Производительность прежде всего зависела от потребляемой мощности тепла. Расход удельного количества теплоты находится в пределах 5000—6500 кДж/кг и доминантно зависит от влажности зерна на выходе (обратно пропорционально). Рекомендуется применение минимальных температур сушильной среды при максимальной потребляемой мощности тепла.

шахтная сушилка; конструктивные модификации; производительность; потребление энергии; влажность зерна; теплоемкость

PAWLICA, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Technical Aspects of Drying Winter Rape in a Shaft Drier*. Zeméd. Techn., 29, 1983 (5) : 301-312.

The shaft drier for grain, type SSZ-2, class 20 t/ha, was adapted for the drying of winter rape by adding a special rape grid, air duct covers, control inlets and casing of the outer walls of shafts. The material can be dried in batches or continuously. In batch drying the performance was up to 60 t⁰/h at the specific heat consumption from 3600 kJ/kg (at the beginning of drying) to about 4500 kJ/kg (at the end of the cycle). In continuous drying the performance was 50 to 65 t⁰/h, i. e. evaporation

rate was 600 to 800 kg/h. Performance is mainly dependent on heat input. The specific heat consumption is from 5000 kJ/kg to 6500 kJ/kg and is dominantly dependent on the outlet grain moisture content (inversely proportionally). It is recommended to use the minimum possible temperatures of drying environment at the maximum possible heat input.

shaft drier; design adjustments; performance; power demand; grain moisture content; heat input

Adresa autora:

Ing. Rudolf Pawlica, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50,
163 07 Praha-Řepy

ZASEDÁNÍ FAO/EHK — PRACOVNÍ SKUPINY PRO MECHANIZACI ZEMĚDĚLSTVÍ

28. zasedání FAO/EHK pracovní skupiny pro mechanizaci zemědělství, které se konalo v říjnu 1982, se zúčastnili delegáti z Belgie, Bulharska, Československa, Dánska, Finska, Francie, NDR, NSR, Řecka, Maďarska, Itálie, Holandska, Norska, Polska, Španělska, Švédska, SSSR, Velké Británie a Severního Irska. Dále byly zastoupeny nevládní organizace: Evropská konfederace zemědělství (CEA), Mezinárodní komise zemědělské techniky (CIGR) a ISO.

Zasedání řídil předseda E. F. Dvorcev (SSSR) a místopředseda A. Hilmer sen (Norsko).

Jedním z velmi závažných úvodních bodů programu byla informace jednotlivých delegací o změnách v mechanizaci zemědělství v zemích, které delegáti zastupovali.

Účastníci podali zprávu o vědeckém a technologickém rozvoji v mechanizaci rostlinné a živočišné výroby a o některých problémech vznikajících z intenzifikace rostlinné a živočišné výroby. Bylo uvedeno, že moderní zemědělství mění své formy a metody značně rychle. Těžká fyzická práce je stále častěji nahrazována kvalifikovanou mechanizovanou prací. Rozvoj mechanizace zemědělství pokračuje v úzké spojitosti s přírodními, sociálními a ekonomickými podmínkami, s hlavními směry zemědělské a potravinářské politiky, zemědělskou strukturou, řízením, nejdůležitějšími investicemi atd. Byly zde konstatovány rozdíly mezi jednotlivými zeměmi, ale i mnoho společných problémů a 'podobných základních rysů.

Jednotlivé země projevily prvořadý zájem o ty aspekty mechanizace, které se vztahovaly k novým cestám a prostředkům šetření palivy a které by mohly být aplikovány ve většině oblastí v zemědělství. Velké úsilí bylo věnováno rozvoji a zavedení strojů a vybavení s nižší spotřebou energie, např. zdokonalené orbě a technice předosevního zpracování půdy, které šetří energii, ochraně struktury půdy a zachování potenciální úrodnosti půdy; kombinované technice setí a hnojení; modernímu vybavení a technice pro ošetřování rostlin během vegetačního období; výkonným strojům a vybavení 'pro dopravu; míchání a používání pevných a tekutých průmyslových hnojiv; strojům a vybavení pro přípravu roztoků pesticidů a jejich aplikaci s redukováným dávkováním. Roste pozornost věnovaná řízenému dávkování ve spojitosti s využitím techniky v oblasti průmyslových hnojiv; přívěsným i samojízdným strojům se širokým záběrem; výrobním linkám a vybavení pro manipulaci a uskladnění plodin; moderním sušárnám pro pícniny, zrno atd.; novým typům skleníků; novým zařízení pro zavlažovací systémy a 'pastviny; rozšíření zlepšených systémů ustájení dobytka; zařízení pro získávání tepla z mléka; využití tepelných čerpadel atd.

Bylo uvedeno, že jednou z cest vedoucích k lepšímu hospodaření s palivy mohou být normy spotřeby paliv ve vztahu k ukazateli výroby. Normativy vypracované v Československu pokrývají čtyři produkční ob-

lasti (kukuřičnou, bramborářskou, řepářskou a horskou). Byly založeny na změřených potřebách energie a v úvahu byly vzaty údaje o odporu půdy, o sklonu polí a o výnosech v různých produkčních oblastech. Normativy spotřeby paliv a energie v produkci hospodářských zvířat se ve velké míře lišily podle různých výrobních podmínek, které jsou spojeny s úrovní mechanizace. Proto byly normativy specifikovány pro tři kategorie farem s chovem skotu s ohledem na úroveň mechanizace a koncentrace zvířat.

Bylo poukázáno na to, že zemědělství obvykle není pouze spotřebitel, ale také výrobce energie. Z tohoto hlediska je věnována značná pozornost možnostem využití nových a obnovitelných zdrojů energie v zemědělství a lesním hospodářství (např. výroba bioplynu z organických zbytků vedlejších zemědělských produktů a odpadků; využití dřeva, slámy a rašeliny jako paliva v zemědělství; výrobě briket ze slámy s vysokou hustotou pro použití jako paliva; pěstování rostlin pro výrobu paliv a biomasy atd.). Výzkum se rovněž zabýval využitím bioplynu pro pohon traktorů a souvisejícími ekonomickými problémy.

Jednotlivé země udělaly opatření pro využití sluneční energie a větru v zemědělství (např. zařízení pro ohřívání vody na farmách s chovem skotu; akumulování tepla ve sklenících atd.). Byla také provedena studie o praktické využití slunečních kolektorů na sušení sena v senících.

Členové skupiny poukázali na tendenci používat více velmi výkonných traktorů a samojízdných zemědělských strojů než v minulých letech (sklízecích mlátiček, sklízecích brambor, sklízecích píce atd.). U sklízecích mlátiček se projevuje nový trend; použití nových rotačních systémů oddělování zrna a slámy. Kombinované jednotky, těžké talířové nářadí, obracecí pluhy, přesné secí stroje, sklízecí řepy a další typy strojů jsou zaváděny v souvislosti se zavedením průmyslových metod při pěstování zemědělských plodin. Vzrostl počet traktorů s pohonem na čtyři kola, ale bylo konstatováno, že je nutné dál zlepšovat konstrukci, kvalitu atd. Na druhé straně se projevil vzrůstající zájem o využití malých traktorů s vhodnými malými zemědělskými stroji pro různé účely.

Úsilí o aplikaci výzkumných prací pokračovalo i rozvojem zlepšených technologií pěstování a sklizně mnoha druhů zeleniny, ovoce, hroznů atd.

Potravinový program SSSR byl uveden v souvislosti s vyššími plány výroby traktorů, sklízecích mlátiček a mnoha dalších typů zemědělských strojů s vyšší výkonností. Byly zvýšeny výrobní kapacity zemědělského strojírenství, aby zemědělství obdrželo stroje a zařízení zrychlující zavedení průmyslových metod při pěstování zemědělských plodin. Strojírenský průmysl orientovaný na stroje pro živočišnou výrobu a výrobu krmiv se zaměřil na jednotné technologické systémy a komplexy pro sklizeň, přípravu a distribuci krmiv a pro komplexní mechanizaci výrobních operací v živočišné výrobě.

Mnoho zemí zaměřilo své úsilí k minimalizaci ztrát zemědělských produktů při sklizni a dopravě z pole.

Pozornost byla také věnována mechanizaci používané při výrobě píce a přípravě krmiv; novým metodám zpracování krmiv; využití moderního vybavení pro sušení, granulování a skladování krmiv; plnění horizontálních sil; dalšímu rozvoji silážování velkých balíků píce v plastických pytlích atd.

Praktické testy a výzkum pokračovaly uvedením zlepšených systémů ustájení, krmení a dojení (nové stáje pro zvířata s automatickými

systemy krmení a čištění; neizolované stáje a volné ustájení skotu; plně automatizované vepřiny se systémy krmení vlhkými a suchými krmivy atd.

Velký zájem byl zaměřen na různé aspekty mechanizace ve vztahu k ochraně prostředí. (zmenšené dávkování herbicidů a pesticidů, spojené s aplikací nových technik, zlepšené systémy manipulace s hnojem, nové typy traktorů — zvláště kola pneumatik, zachování půdní struktury atd.). Mnoho bylo uděláno pro rozvoj strojů a vybavení pro horské oblasti a pro oblasti s méně příznivými přírodními podmínkami. V některých zemích byly přijaty směrnice omezující nadměrné hnojení a v některých případech byly vydány speciální předpisy pro chov hospodářských zvířat (např. zákon pro živočišnou výrobu, vydaný ve Švýcarsku v červenci roku 1981), vyžaduje speciální zplnomocnění a povolení pro prodej a instalaci krmného zařízení a dalšího vybavení stání a stájí.

Zvláštní pozornost byla věnována problémům dopravy na farmách s ohledem na materiál a zlepšené technické prostředky pro dopravu, na vztah dopravního prostředku — půdy atd.

Diskutovalo se o využití elektroniky a mikroprocesorů v různých oblastech zemědělství (sledování a řízení zemědělských strojů a jejich vybavení; sušení a skladování zemědělských plodin; standardizaci zemědělských strojů a nářadí; aplikace automatických identifikačních systémů krav; využití ve sklenících atd.). Byl popsán první zemědělský robot — automatický postřikovací stroj pro ošetřování okurek a rajčat pesticidy ve sklenících.

Mnoho zemí přijalo opatření ke zlepšení organizace údržby a oprav zemědělských strojů se záměrem prodloužit jejich životnost a ke zlepšení pracovních podmínek obsluhy.

Další část programu byla věnována informacím o práci FAO, Evropské konfederace zemědělství a CIGR.

Informace týkající se práce FAO byla zaměřena na oblast zemědělské mechanizace v rozvojových zemích. S odvoláním na zkušenosti ze 126 zemí, ve kterých byly projekty FAO realizovány, byla vyzvednuta potřeba „přístupné“ technologie a byla zdůrazněna nutnost kritického přístupu při převádění technologie z rozvinutých zemí. Diskutovalo se například o technologii výroby, dopravě, manipulaci, skladování a pracovních postupech, které nyní převládají v rozsáhlé části rozvojového světa. Dotazy se týkaly některých přednostních oblastí zemědělské techniky pro rozvojové země, jako je minimální zpracování půdy, koncepce tažných prostředků, šetření energií a zajištění vhodných staveb pro skladování obilí. Byla zaznamenána tendence některých rozvinutých zemí podmiňovat svou pomoc tím, že poradní služby a dodávky zařízení by měly pocházet z darující země. Takto podmíněná pomoc by mohla někdy vést k velmi jednostrannému výběru technologie nevhodné pro určenou zem a během doby by se mohly vyvolat problémy i pro zem darující.

Další informace se týkala práce Evropské konfederace zemědělství. Na sympoziu, konaném v Kodani, byl vyjádřen zájem o zařazení zemědělství do všeobecného ekonomického rozvoje. Konfederace dále uvedla, že v oblasti zemědělské mechanizace považuje za přednostní :

u traktorů : zabránit dalšímu nákladnému vylepšování v souvislosti se zdánlivou bezpečností a s mnohdy zbytečným stupňováním výkonu;

u přípravy půdy : sledovat ubývání humusu, jakož i zhoršování půdní struktury;

u osvědčení zkoušených strojů kromě oficiálních testů vydávat i praktické informace, které by umožnily zemědělcům lepší výběr a využití strojů.

Prezident Mezinárodní komise pro zemědělskou techniku (CIGR) stručně informoval účastníky o historii této nevládní organizace, která byla založena v roce 1930. Průběhem doby se CIGR stala organizací s poradním statutem pro FAO a později UNESCO. Bylo uvedeno, že v době od posledního mezinárodního kongresu zorganizovalo pět technických sekcí této komise velký počet symposií a seminářů pro členské organizace. Program desátého Mezinárodního kongresu CIGR, který se bude konat v Budapešti od 3. do 7. září 1984, byl distribuován během zasedání a členové skupin byli vyzváni, aby se kongresu zúčastnili a přispěli do diskuse svými příspěvky.

Dále byly projednány studie připravené zpravodaji :

MECHANIZACE ZEMĚDĚLSTVÍ A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Zrevidovaná zpráva „Moderní zpracování půdy, technika a nářadí“ byla připravena francouzskou delegací. Delegáti vyjádřili tomuto referátu své uznání, ale považovali za nezbytné vzít v úvahu určité dodatečné aspekty, které by mohly být prospěšné, např.: druhy a struktura půdy (včetně půdní eroze); základní rysy oblastí a jejich vliv na techniku a stroje; některá hlavní srovnání (bez přílišných detailů) kvantitativních výsledků nových technologií ve vztahu k výnosům zemědělských plodin, spotřebě energie a nákladům na provoz traktorů; mulčování půdy během vegetačního období; některé další údaje týkající se různých aspektů použití kypřičů pro přípravu půdy bez obracení orniční vrstvy a doplnění technickými schématy a nákresy strojů a nářadí. Všechny země byly vyzvány, aby dodaly zprávy obsahující nejnovější materiál do konce roku 1982. Pracovní skupina rozhodla, že rozšířená verze této zprávy se bude projednávat na zasedání v roce 1983.

Zpráva „Zdokonalení strojů pro hnojení průmyslovými hnojivy s cílem dosáhnout rovnoměrného rozmetání“ byla připravena delegací Běloruské SSR. Během zasedání bylo navrženo rozšířit téma a zahrnout: rozmetání nejen pevných, ale i tekutých hnojiv; vzít v úvahu ochranu vodních zdrojů a vliv druhu půdy; rozšířit údaje o rozměrech částic hnojiv; upřesnit detaily týkající se nákladů na energii; zahrnout i některá technická schémata hlavních pracovních částí užívaných strojů. Vzhledem k pozitivním výsledkům práce strojů s pneumatickým rozmetáním ve Velké Británii bylo poznamenáno, že výkonnost těchto pneumatických rozmetadel byla stejná jako u typu s rozmetacími rotačními disky. Hlavním požadavkem je přesnost vedení. To byl hlavní důvod, proč v určitých případech bylo pro farmáře těžší užívat pneumatických rozmetadel průmyslových hnojiv. Všechny země byly vyzvány, aby poskytly dodatečné informace a komentáře, podle nichž by byla zpráva zrevidována. Zrevidovaná zpráva má být podle rozhodnutí pracovní skupiny projednána na 29. zasedání.

Zprávu o změnách a trendech v bilanci spotřeby energie v zemědělství připravil a přednesl polský delegát. Vzhledem k důležitosti energetické problematiky členové skupiny tento metodický projekt obecně podporovali a navrhli, aby do něho byly zařazena některá hlediska týkající se spotřeby energie v živočišné výrobě, účinnosti využití rostlinných olejů jako pohonných látek pro traktory; doporučili porovnat různé metodiky analýzy spotřeby energie v zemědělských závodech.

Zpravodaj byl vyzván, aby co nejdříve zaslal sekretariátu krátký dotazník zaměřený na případné specifické studie o energii v živočišné výrobě.

Všechny země byly požádány, aby do konce roku 1982 zaslaly dodatečné materiály, které by umožnily připravit dodatek ke zprávě pro diskusi na 29. zasedání.

Přehled technologických postupů mechanizace živočišné výroby, jejichž úkolem je snížit spotřebu energie, připravil a přednesl belgický delegát. Ostatní delegáti tuto zprávu jednomyslně ocenili. Navrhli, aby byla v některých bodech doplněna (např. o zpracování tekutých výkalů pro výrobu energie) a zároveň aby vzala v úvahu i některé z předcházejících referátů uveřejněných v sérii AGRI/MECH. Všichni účastníci byli vyzváni, aby dodali zpravodaji další informace a komentáře, které by umožnily zpracovat rozšířenou verzi pro diskusi na příštím zasedání.

Zprávu „Systémy a zařízení pro efektivní využívání dřeva, slámy a rašeliny jako paliva v zemědělství“ připravil a předložil finský delegát. Během diskuse bylo navrženo, aby do této zprávy bylo zahrnuto: více detailů týkajících se množství spotřebované slámy a rašeliny; informace o technice spalování rašeliny a slámy; některé srovnávací údaje týkající se výhod a nevýhod spalování slámy lisované do briket a balíků; porovnání účinnosti různých druhů topenišť na slámu; přehled o možnostech využití kukuřičné slámy a zbytků ze sadů a vinic jako paliva. Delegáti všech zemí byli vyzváni, aby zaslali dodatečné materiály, které by dovolily připravit rozšířenou verzi zprávy pro zasedání v roce 1983.

TERMINOLOGICKÁ ČINNOST: NÁVRH SEZNAMU TERMÍNŮ A DEFINIC Z OBLASTI PŘÍPRAVY PŮDY

Delegáti z Francie, SSSR a Velké Británie se sešli na krátké poradě s členem sekretariátu, aby dokončili práci na seznamu termínů a definic z oblasti přípravy půdy, který má být publikován. 36 termínů a definic, s kterými delegáti souhlasili na předcházejících zasedáních, bylo pracovní skupinou ratifikováno a lze očekávat, že tyto pojmy budou přínosem pro další země v oblasti EHK. Podle rozhodnutí pracovní skupiny bude seznam publikován v sériích AGRI/MECH formou trojjazyčného glosáře. Na této schůzce bylo také rozhodnuto, že další práce na terminologii všeobecně bude započata pouze v případě, že nebude uspokojena potřeba z jiných pramenů.

Zpráva „Využití elektroniky a mikroprocesorů pro sledování a řízení zemědělských strojů a zařízení“ byla připravena delegací Velké Británie. Odborníci tuto obsažnou zprávu vysoce ocenili, ale zároveň upozornili na to, že by měly být vzaty v úvahu dodatečné aspekty, např. řídicí a sledovací systémy ve sklenících a vepřínkách; automatické systémy pro řízení aktivity krav během plodného období; hlavní ekonomické využití nových strojů a technologií; využívání robotů v zemědělství; činnost obsluhy v procesu přizpůsobení ve vztahu člověk — stroj. V diskusi bylo také navrženo systematizovat řešení, různé postupy a techniky automatického řízení a ovládání, rozšířit informace o literatuře, reference o výzkumných ústavech, experimentálních stanicích atd. Země byly požádány, aby zaslaly dodatečný relevantní materiál a poznámky do konce roku 1982, aby bylo možné připravit rozšířenou verzi k publikaci v sériích AGRI/MECH. Pracovní skupina požádala sekretariát, aby poskytl konečnou verzi zprávy také odborníkům z pracovní skupiny pro strukturu a racionalizaci zemědělských podniků jako podklad pro diskusi o moderních technikách při řízení zemědělských podniků.

Maďarská delegace předložila odborný film o technologii výroby slunečnic a přednesla zprávu „Mechanizace výroby slunečnic“. Delegáti vysoce ocenili zprávu pokrývající všechny aspekty týkající se moderní technologie produkce, speciálních prostředků a postupů při sklizni slunečnic a jejich zpracování. Bylo poznamenáno, že by mohlo být prospěšné zahrnout některé dodatky, např. o pěstování slunečnic jako druhotného zdroje pro krmení hospodářských zvířat a o využití vedlejšího produktu slunečnic. Země byly požádány, aby do konce roku 1982 zaslaly dodatečný podstatný materiál, který by umožnil připravit zrevidovanou verzi k publikaci v sériích AGRI/MECH.

Zpráva „Doprava v zemědělství“ byla připravena týmem odborníků z Československa. Delegáti vyjádřili této zajímavé zprávě všeobecnou podporu a souhlasili s tím, aby téma bylo omezeno na dopravu v rámci farem a na polích. Souhrn určitých dodatečných aspektů bude zahrnovat např. užívání speciálních prostředků pro dopravu hnoje; různé typy speciálních přívěsů a hlavních přídavných zařízení; typy cest na farmách; rozšířené údaje o spotřebě energie atd. Všechny země byly vyzvány, aby referentům dodaly doplňující materiály do konce roku 1982. Bylo rozhodnuto, že zrevidovaná verze zprávy bude projednána na zasedání v roce 1983.

DOTAZNÍKY PRO ZPRÁVY, KTERÉ MAJÍ BÝT PŘEDLOŽENY NA ZASEDÁNÍ V ROCE 1983

Dotazník „Nové trendy v technologiích pěstování a sklizení plodin, umožňující zachování přirozené úrodnosti půdy“ byl připraven delegacími SSSR a NDR. Účastníci souhlasili s tím, že připravovaná zpráva by měla zahrnout některé dodatečné aspekty (např. dynamické změny v technologiích pěstování a sklizně zemědělských rostlin, množství hnojiva na hektar, hektarové výnosy ve spojitosti s mechanizací a změny struktury půdy při využívání strojů s velkým výkonem). Pracovní skupina rozhodla zařadit tento návrh do svého programu práce a prodiskutovat jej na zasedání v roce 1983.

Dotazník „Mechanizace sklizně ovoce“ byl připraven bulharskou delegací. Byl vznesen návrh, aby do zprávy byly zahrnuty některé charakterizující údaje týkající se ovocnářských oblastí v různých zemích, náklady na mechanizovanou a manuální práci při sklizni ovoce, systémy pěstování ovoce v různých podmínkách včetně horské oblasti atd. Rozdíl by se měl projevit i ve sklizni ovoce pro průmyslové zpracování a pro přímou konzumaci. Pracovní skupina rozhodla zařadit zprávu do svého pracovního programu a předložit ji na příštím zasedání.

Dotazník „Mechanizace sklizně krmné kukuřice“ připravil rumunský delegát. Bude vhodné uvést ještě některé dodatky, např. definici krmné kukuřice, naznačující různé možnosti využití; návod na krmení různých druhů zvířat krmnou kukuřicí; ztráty během pracovního procesu a v různých typech sil pro krmnou kukuřici; sklizeň kukuřičných stébel po sklizni zrna atd. Pracovní skupina rozhodla začlenit zprávu do svého pracovního programu a vyzvala ostatní země, aby dodaly důležitý materiál zpravodaji prostřednictvím sekretariátu do konce roku 1982, aby zpracovatel mohl připravit prozatímní zprávu pro zasedání v roce 1983.

ZPRÁVY V SÉRIÍCH AGRI/MECH

Pracovní skupina zdůraznila, že zprávy v sériích AGRI/MECH, připravené zpravodaji na základě informací získaných z mnoha zemí, prodiskutovaných a přijatých na zasedáních pracovní skupiny, měly velký význam pro různé mezinárodní organizace a členské země nejen v rámci EHK, ale i pro země v jiných oblastech, včetně rozvojových zemí.

Pracovní skupina souhlasila s návrhem španělské delegace zařadit zrevidovanou a doplněnou verzi zprávy „Mechanizace a automatizace zavlažovacích systémů pro polní plodiny“ do svého programu práce a předložit ji na zasedání v roce 1983. Delegace USA byla požádána, aby urychleně dokončila zprávu „Manipulace s odpadem při chovu prasat“ a předala ji co nejdříve sekretariátu.

AKTIVITA DALŠÍCH PODSKUPIN EHK TÝKAJÍCÍ SE PRACOVNÍ SKUPINY

Sekretariát informoval pracovní skupinu o přípravě semináře „Přínosy vědy a techniky pro dlouhodobé hospodářské výsledky“, který se bude konat pod záštitou členů hospodářské rady a členů rady pro vědu a techniku v Římě v květnu 1983. Pozornost byla také věnována problémům biotechnologie, o nichž se bude diskutovat na jedenáctém zasedání poradců EHK pro vědu a techniku a na sympoziu „Racionální a integrované využití surovin, včetně biomasy a recirkulace odpadu“, které se bude konat v příštích letech. Účastníci požadovali, aby dokumentace týkající se těchto námětů byla zaslána odborníkům z pracovní skupiny jako podklad pro rozhodování o programu budoucí práce.

Sekretariát informoval pracovní skupinu o aktivitě skupiny odborníků EHK pro distribuci elektrické energie a pro elektrifikaci venkova. Podkladem pro tuto aktivitu byla zpráva z posledního zasedání skupiny v květnu 1982, naznačující hlavní směry pracovního programu v této oblasti. Vzhledem k plánům, které se týkají využívání odpadního tepla na venkově a používání tepelných čerpadel na farmách, byl sekretariát požádán o distribuci dokumentace s tímto námětem pracovní skupině.

Na závěr odborné náplně jednání byl projednán rozbor činnosti pracovní skupiny. Pracovní skupina byla informována o tom, že Výbor EHK pro zemědělské otázky hodnotil na svém 33. zasedání v březnu 1982 její práci. Byl vysloven souhlas s tím, že mnoho delegací má zájem na řešení energetických problémů, ochrany životního prostředí a vzájemných vztahů mezi zemědělstvím, životním prostředím a uchováním energie. Práce v těchto oblastech musí probíhat v koordinaci s činností jiných orgánů EHK a jiných mezinárodních organizací.

Ing. Jiří Fiala, DrSc.

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy