

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

3

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

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÁ
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
PRO ZEMĚDĚLSTVÍ

Řídí redakční rada

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

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

■

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozboru a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. 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 ЗЕМЕДѢЛЬСКАЯ ТЕХНИКА публикует обзоры, анализы и научные статьи о решенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издает Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации по сельскому хозяйству. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

■

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

PŘÍSTROJE K MĚŘENÍ ODOLNOSTI (PEVNOSTI) KLÍČKŮ BRAMBOR PROTI MECHANICKÉMU POŠKOZENÍ

J. Břečka, B. Hanousek

BŘEČKA, J. — HANOUSEK, B. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Přístroje k měření odolnosti (pevnosti) klíčků brambor proti mechanickému poškození*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3) : 129-138.

Ke stanovení odolnosti klíčků předklíčených bramborů proti mechanickému poškození lze použít upravenou váhu zatěžující klíčky pozvolna v ohybu, kyvadlo působící na klíček rázem, nebo přístroj na poškozování — poškozovadlo — namáhající klíčky kombinovanými silami i účinky, které se nejvíce blíží provozním podmínkám. V pořadí pěti odrůd, sestaveném podle pevnosti (odolnosti) klíčků, se mezi přístroji neprojevují významné rozdíly. Bylo prokázáno, že na odolnost klíčků má vliv odrůda, délka, tloušťka a hmotnost klíčků. Dále může být ovlivněna osvětlením při nakličování a teplotou při manipulaci po nakličování.

pozvolné zatížení; rázové zatížení; kombinované zatížení

Při sázení předklíčených brambor a při manipulaci s nimi se klíčky hlízy poškozují a hlavně se vylamují v očku. Příčinou jsou různé síly způsobující namáhání klíčku v ohybu, tahu, krutu, stříhu a v jejich vzájemné kombinaci. Síly mohou na klíček působit postupně až do určité velikosti, a to buď pozvolně, nebo ve velmi krátkém časovém okamžiku, kdy nabývají charakteru rázového účinku. Proto jsme při volbě měřicích přístrojů přihlíželi především ke způsobu zatěžování klíčků. Navrženými přístroji se klíčky namáhaly:

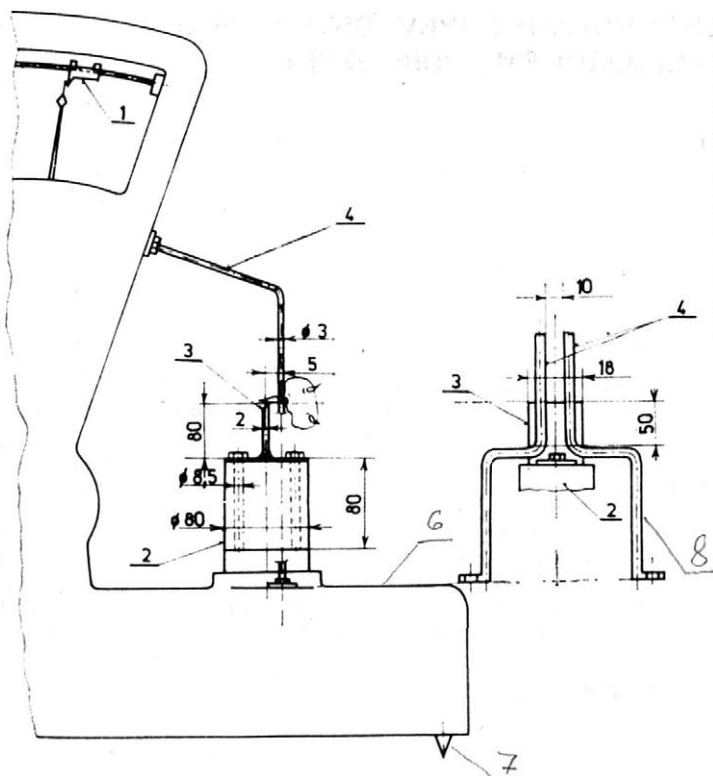
a) pozvolným zatížením v ohybu — klíček byl namáhán na upravených váhách a na přístroji se siloměrem, který byl po roce z měření vyřazen;

b) rázovým zatížením v ohybu — klíček byl z očka vylamován kyvadlovým přístrojem;

c) kombinovaným zatížením v přístroji na poškozování — bubnovém poškozovadle z prutů — při otáčení poškozovadla se klíčky ulamovaly v důsledku přirozeného pohybu hlíz (přesypání) v bubnu.

MATERIÁL A METODY

V roce 1977 byly k posouzení vhodnosti přístrojů použity předklíčené odrůdy 'Ostara', 'Saskia', 'Resy' a K₁, K₂ (nezjištěné odrůdy). V roce 1978 a 1979 to byly odrůdy 'Ostara', 'Saskia' 1, 'Resy' 1, 'Resy' 2 a 'Hera'. Ve všech letech a u všech odrůd proběhlo předklíčení v JZD Stará Boleslav za přibližně stejných podmínek na lískách při teplotě 12 °C (podle ČSN 46 2202). 'Saskia' 2 byla více vystavena při-



1. Úprava kupecké váhy na zjišťování odolnosti bramborových klíčků proti ulomení — The adjustment of ordinary scales for the determination of the resistance of potato sprouts to breaking

1 — vlečný ukazatel, 2 — válcové závaží, 3 — opěrný stojánek, 4 — svislé vedení hlízy

rozenému světlu. V roce 1977 bylo k měření použito 200 klíčků a v r. 1978 a 1979 jen 100 klíčků. Do poškozovadla bylo vkládáno 50 hlíz a měření bylo pětikrát opakováno.

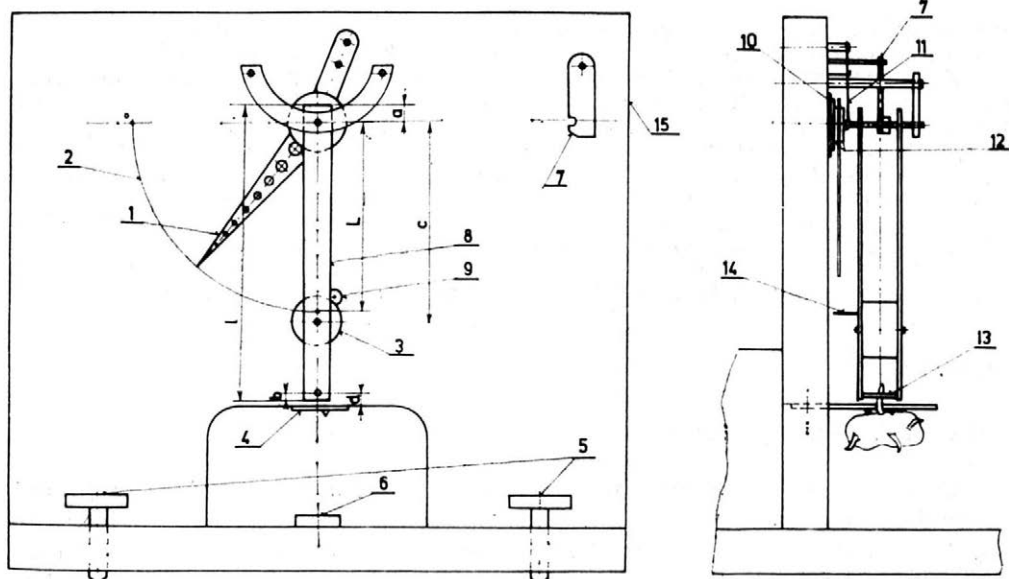
UPRAVENÁ VÁHA (obr. 1)

má poměrně velkou stupnici umožňující pohodlné čtení hodnot sil, které se zjistí pomocí vlečného ukazatele (1) v okamžiku, kdy se klíček ulomí. Vážná plošina je nahrazena válcovitým závažím (2) o stejné hmotnosti. Na horním čele závaží je opěrný stojánek (3), jehož břit leží v ose závaží. Stálou vzdálenost působíště zatěžující síly na klíček (5 mm) od povrchu hlízy zajišťuje svislé vedení (4).

Způsob měření: Vlečný ukazatel se nastaví na začátek stupnice vah. Hlíza se přiloží k svislému vedení tak, aby měřený klíček byl mezi dráty vedení a lehce se opíral o břit opěrného stojánku. Pozvolným svislým posunem hlízy podél vedení je klíček zatěžován vzrůstající silou v (N), jejíž největší hodnotu v okamžiku ulomení klíčku označí na stupnici vah vlečný ukazatel.

KYVADLOVÝ PŘÍSTROJ (obr. 2)

má na nosné svisle stojící desce (15) upevněno uložení kyvadla. Hřídelka kyvadla je otočná ve dvou bronzových ložiskách. K hřídelce jsou upevněna dvě ramena, na jejichž dolním konci je váleček (13), kterým je klíček vylamován. Stálou vzdálenost působíště válečku od povrchu hlízy umožňuje opěrka (4) s výřezem a hroty. Kyvadlo se zajišťuje ve vodorovné rovině vpravo od osy kývání a vlevo je stupnice v (mJ). Vzhledem ke ztrátám energie kyvadla v důsledku tření (v uložení kyvadla i ručičky jako ukazatele) hmotnosti ukazatele i ventilačních odporů vzduchu nemá rameno úhel výkyvu od svislé osy 90°, ale méně. Proto je začátek stupnice pod vodorovnou osou kyvadla. Ztráty se zjistí odkýváním (10 kyvů). Do-



2. Kyvadlový přístroj — The pendulum apparatus

1 — ukazatel, 2 — stupnice, 3 — závaží, 4 — opěrka hlíz s hroty, 5 — stavěcí šrouby, 6 — libela, 7 — spouštěč kyvadla, 8 — kyvadlo, 9 — zarážka, 10 — podložka, 11 — pružina, 12 — brzdíčka, 13 — váleček kyvadla, 14 — unašeč, 15 — stojan

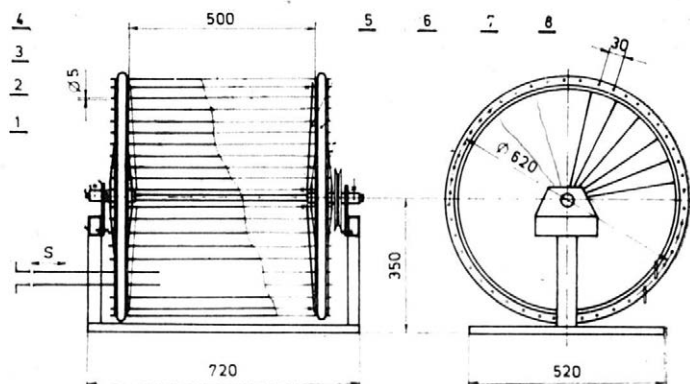
padová rychlost válečku na klíček činí $1,812 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a maximální kritická energie kyvadla je asi 0,1 J.

Způsob měření: Rameno kyvadla se zvedne do vodorovné roviny a zastaví se. Ručička se nastaví do svislé roviny. Po zasunutí klíčků do výřezu opěrky hlíza zatlačí na hroty opěrky a přidrží se. Odjištěním spouštěče se uvede do pohybu kyvadlo, které po uražení klíčku posune brzděnou ručičku po stupnici, takže se ukáže ztráta kinetické energie spotřebované k ulomení klíčku.

POŠKOZOVAÐLO (obr. 3)



je v podstatě prutový buben otočný kolem hřídele (2) uloženého v konzolách stojanu (1). Buben tvoří dvě bicyklová kola (8), která mají místo pneumatik hadicové objímky (6). Ty jsou provrtány a jejich otvory jsou prostrčeny ocelové pruty (7). Na vnitřní straně jsou bicyklová kola opatřena umaplexovými kryty (5) drátů.



3. Poškozovadlo bramborových klíčků — The "potato sprout damaging machine"

1 — stojan, 2 — hřídel poškozovacího bubnu, 3 — pouzdro, 4 — konzola, 5 — umaplexový kryt, 6 — hadicová objímka, 7 — prut bubnu, 8 — bicyklové kolo, S — otevírání bubnu

Dva pruty lze vytahovat a posunovat ve směru šipky (S). Vytáhnou-li se, vzniká v bubnu otvor pro vkládání a vyjímání vzorků předklíčených hlíz.

Způsob měření: Pod stojan poškozovadla se zavěsí plachta pro zachycování ulomených klíčků ze vzorků. Vytáhnou se dva dráty, vzniklým otvorem se opatrně vloží 50 předklíčených hlíz a otvor se uzavře. Při vlastním měření jsme pomalu a rovnoměrně ručně otáčeli bubnem poškozovadla v intervalech po dvou otáčkách. Jedna otáčka trvala přibližně sedm sekund. Po prvních dvou otáčkách jsme bubnen zastavili, ulomené klíčky jsme sebrali s plachty, spočítali jsme je a zvážili. Pak jsme otáčeli bubnem o další dvě otáčky, ulomené klíčky jsme opět sebrali, spočítali a zvážili. Tento postup jsme opakovali do celkového počtu deseti otáček bubnu poškozovadla. Nakonec jsme vzorek z bubnu vyjmuli, zbylé klíčky od délky 5 mm jsme z hlíz ulámali, spočítali a zvážili. Měření jsme pětikrát opakovali.

VÝSLEDKY

UPRAVENÁ VÁHA A KYVADLO

V roce 1977 jsme na upravené váze a kyvadle měřili zcela náhodné výběry souborů klíčků, jejichž rozsah činil $n = 200$ kusů. Vycházeli jsme z předpokladu, že zjištěné pevnosti klíčků budou mít normální rozdělení četností. Pro značnou variabilitu souboru se tento předpoklad nepodařilo potvrdit. Ukázalo se, že by soubor musel být velmi rozsáhlý. Pro klasifikační měření na vybraných odrůdách v letech 1978 a 1979 jsme proto použili záměrně vybraných klíčků o počtu $n = 100$. Záměrným výběrem jsme se pokusili omezit variabilitu délky, tloušťky a hmotnosti klíčku, mezi nimiž existuje významná závislost (podle zjištění z r. 1977), a tak příznivě ovlivnit také variabilitu pevností klíčků (za významnou závislost se považuje hladina významnosti 95 %, za vysoce významnou hladina významnosti 99 %). Délka klíčků (l_k) byla většinou v intervalu $14 \text{ mm} < l_k < 25 \text{ mm}$. Variabilita délky (l_k), která se pohybovala v roce 1977 v rozmezí 34 až 50 %, klesla v roce 1978 na 17 až 36 % a v roce 1979 dokonce na 16 až 25 %. Na variabilitu tloušťek klíčků neměly záměrné výběry podstatnější vliv. Projevily se však příznivě na variabilitě hmotností klíčků, která v roce 1977 byla v rozmezí 54 až 82 %, v roce 1978 klesla na 30 až 57 % a v roce 1979 na 38 až 54 %. Podobně se snižovala i variabilita pevností klíčků. Na upravené váze byla v roce 1977 v rozmezí 63 až 78 %, v roce 1978 klesla na 43 a, 60 % a v roce 1979 na 60 až 67 %. Na kyvadle by-

I. Základní charakteristiky pevnosti klíčků odrůd, zjištěné na upravené váze a kyvadle v letech 1977 až 1979 — The basic characteristics of sprout strength in cultivars, as determined on adjusted scales and on pendulum in 1977 to 1979

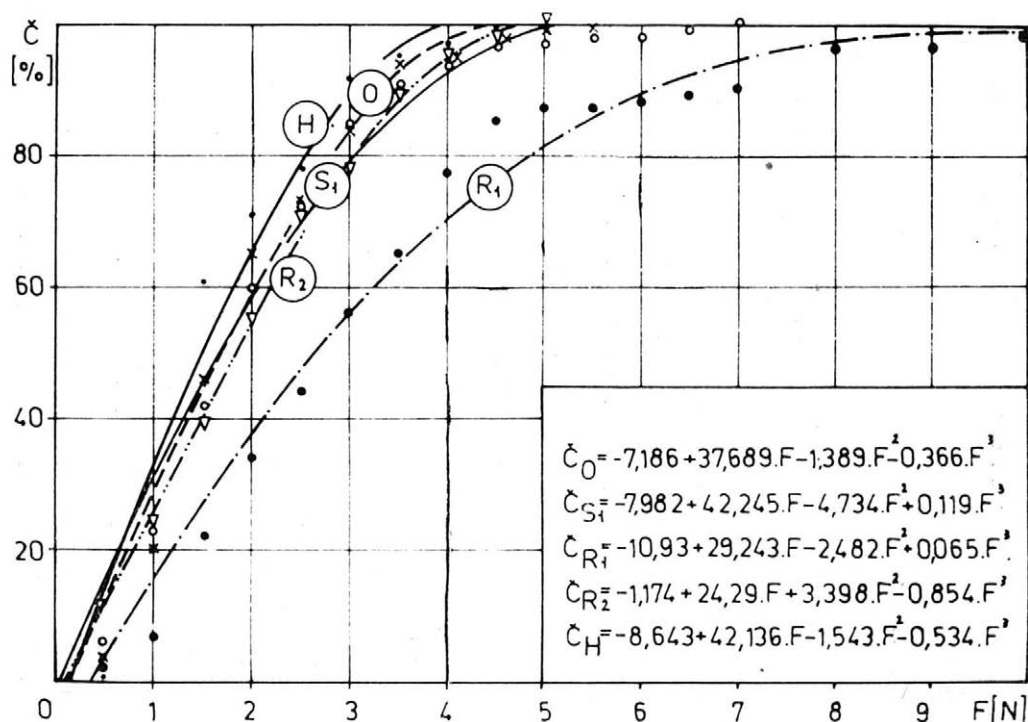
Odrůda	Upravená váha (N)				Kyvadlo (10^{-3} J)			
	$\bar{x}$	σ	V	pořadí	$\bar{x}$	σ	V	pořadí
Ostara	2,025	0,056	0,27	1	35,276	16,122	0,45	2
Hera	2,032	0,579	0,28	2	39,500	3,323	0,08	3
Saskia	2,449	0,570	0,23	3	31,901	10,040	0,31	1
Resy	3,021	0,363	0,12	4	48,090	18,189	0,37	5
Resy 2	3,238	1,878	0,58	5	46,170	7,749	0,16	4

la v roce 1977 v rozmezí 55 až 72 %, v roce 1978 klesla na 46 až 54 % a v roce 1979 byla v rozmezí 39 až 62 %. Záměrnými zúženými výběry se tedy podařilo snížit variabilitu (kromě tloušťky) měřených znaků při polovičním počtu měřených klíčků.

Pevnost klíčků byla hodnocena dvěma způsoby: základní statistickou charakteristikou (průměrem a směrodatnou odchylkou nebo hledáním funkční závislosti a kumulativními četnostmi).

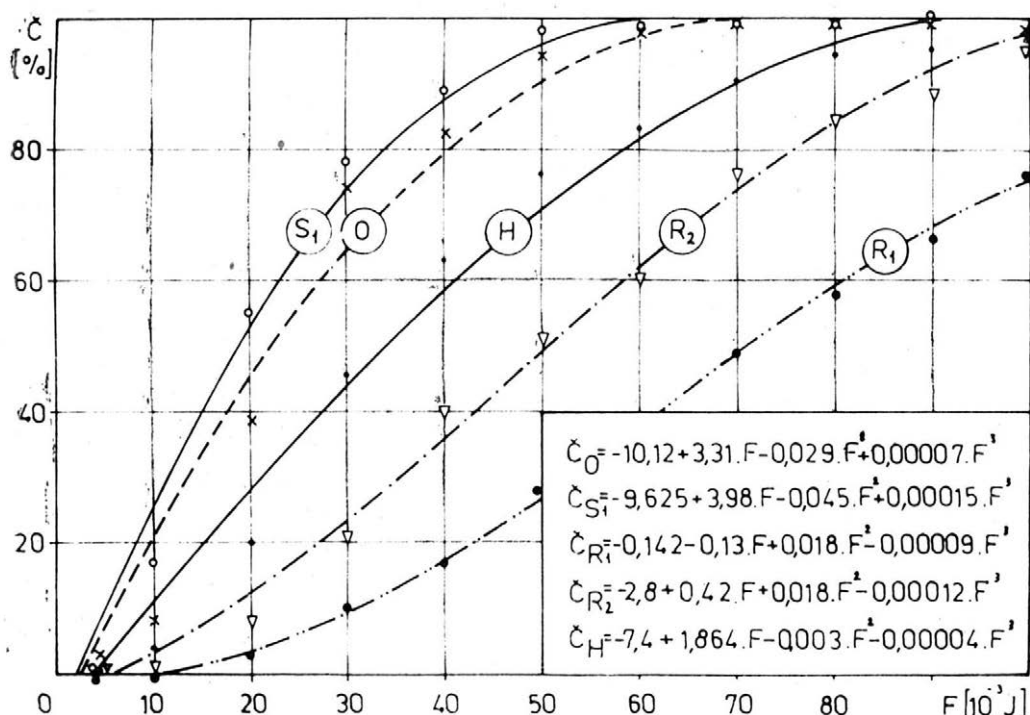
1. Základní statistická charakteristika pevnosti klíčků umožnila sestavit přehled průměrných pevností a jim odpovídající pořadí z měření v letech 1977 až 1979. Pevnost klíčků vybraných odrůd se v jednotlivých letech i mezi roky lišila. Víceletá charakteristika pevnosti je uvedena v tab. I. Testováním významnosti rozdílů průměrných pevností z víceletých měření (*T*-metoda) nebyl zjištěn významný rozdíl mezi pevnostmi klíčků odrůd s menší pevností 'Ostara', 'Hera' a 'Saskia', a jejich pořadí tedy může být náhodné. Mezi touto skupinou odrůd a odrůdou 'Resy' s pevnějšími klíčky byl prokázán významný rozdíl v pevnosti klíčků při měření na upravené váze.

2. Kumulativní procentuální četnosti ulomených klíčků umožňují sestavit výstižný a názorný přehled výsledků měření z upravené váhy a kyvadla v letech 1978 a 1979. Pro příklad jsou zobrazeny jen kumulativní četnosti (regresní rovnice 3. stupně) z roku 1979



4. Závislost kumulativní četnosti ulomených klíčků $\check{C}$ (v procentech) na síle F (v N) potřebné k ulomení (pevnosti) klíčků raných brambor v roce 1979 při měření na upravené váze — The dependence of the cumulative frequency of broken sprouts $\check{C}$ (percentage) on the force F (in N) needed for breaking (strength) the sprouts of early potatoes in 1979 during measurement on the adjusted balance

pro oba přístroje. Z obr. 4 je zřejmé, že při měření na upravené váze odpovídá průměrným hodnotám pevnosti klíčků (F), které leží v intervalu $F = 1,62$ až $3,03$ N, i průběh závislosti kumulativních četností ($\bar{C}$) ulomených klíčků na jejich pevnosti u odrůd O — 'Ostara', H — 'Hera', S_1 — 'Saskia' 1 a R_2 — 'Resy' 2. V tomto průběhu se neprojeví výraznější rozdíly. Výjimku tvoří odrůda R_1 — 'Resy' 1, která má proti ostatním odrůdám průběh četnosti $\bar{C} = f(F)$ pozvolnější, což svědčí o větší pevnosti jejich klíčků. Měřením na kyvadlovém přístroji byl v r. 1979 prokázán významný rozdíl mezi průměrnými pevnostmi (F) klíčků odrůd 'Saskia' 1 a 'Resy' 1 a dále 'Ostara' a 'Resy' 1. Z obr. 5 je dobře patrné, že průběhy kumulativních četností $\bar{C} = f(F)$ pro odrůdy 'Saskia' 1 a 'Ostara' v intervalu pevností $F = 20$ až $69 \cdot 10^{-3}$ J jsou dost podobné, strmé a svědčí o malé pevnosti klíčků. Výjimkou je opět odrůda 'Resy' 2 a 'Resy' 1, u níž je průběh $\bar{C} = f(F)$ pozvolný a je posunutý do oblasti velké pevnosti klíčků. Pořadí odolnosti odrůd podle odhadnutých kumulativních četností ulomených klíčků při měření na upravené váze a kyvadle z roku 1979 a podle víceletého průměru je uvedeno v tab. II. Z této tabulky je vidět, že pořadí podle četnosti ($\bar{C}$) je celkem shodné s pořadím odrůd sestavených podle průměrných hodnot pevnosti (F) klíčků, uvedených rovněž v tab. II. Tabulka je rozšířena o výsledky z měření na poškozovadle. Pořadí odrůd měřených na

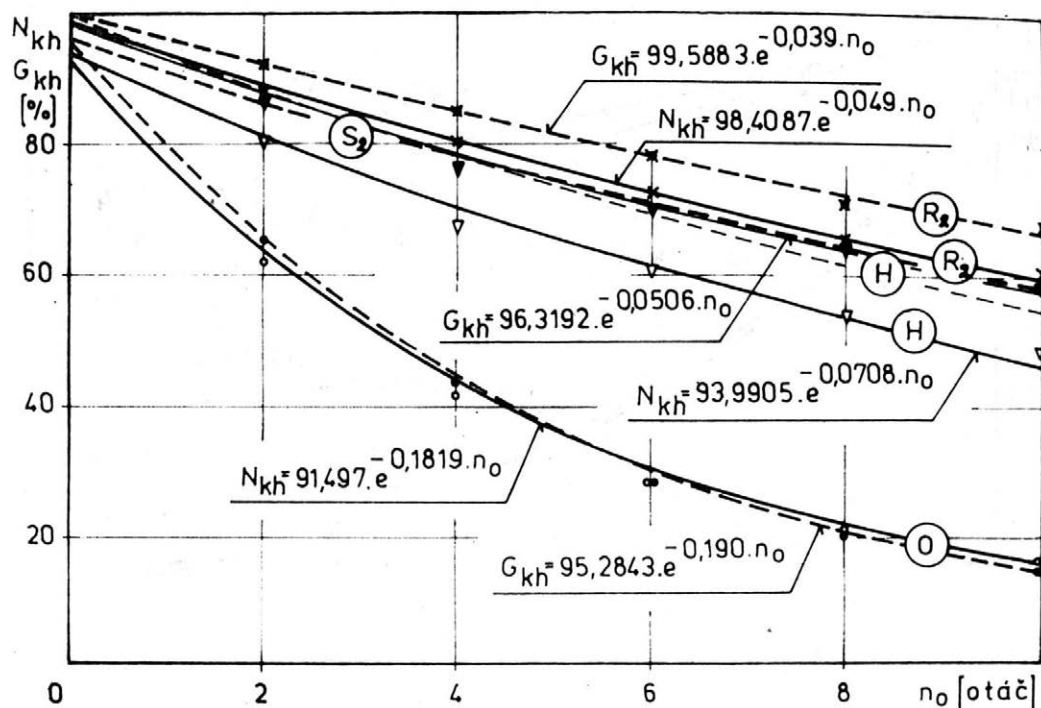


5. Závislost kumulativní četnosti ulomených klíčků $\bar{C}$ (v procentech) na energii F (v 10^{-3} J) potřebné k ulomení klíčků raných odrůd brambor v roce 1979 při měření na kyvadle — The dependence of the cumulative frequency of broken sprouts ($\bar{C}$) (percentage) on the energy (F) (in 10^{-3} J) needed for breaking the sprouts of early potatoes in 1979 during measurement on the pendulum

kyvadle v roce 1979 a i z víceletých průměrů zcela odpovídá pořadí zjištěnému při práci s poškozovadlem, což je zřejmě proto, že na obou přístrojích je stejný způsob zatížení klíčků. Záměny v pořadí měření na upravené váze nejsou u odrůd 'Saskia', 'Ostara', 'Hera' podstatné, neboť mezi jejich pevnostmi nebyl prokázán významný rozdíl.

POŠKOZOVADLO

Měření na upravené váze a na kyvadle a vyhodnocování naměřených údajů bylo časově náročné a navíc ovlivnitelné výběrem vzorku. Proto bylo v roce 1979 zhotoveno bubnové poškozovadlo a na něm bylo uskutečněno první měření. Aby mohlo být kvalifikovaně posouzeno, kolikrát je třeba otočit (n_o) bubnem poškozovadla, byly počty (N) a hmotnosti (G) ulomených klíčků zjišťovány vždy po jeho dvou otáčkách. Vzájemný vztah mezi procentuálním množstvím a hmotností nepoškozených klíčků a počtem otáček bubnu poškozovadla N_{kh} , $G_{kh} = f(n_o)$ byl posuzován lineární i exponenciální závislostí. Lépe vyhovuje exponenciální regresní funkce. Pro názornost je její průběh u čtyř odrůd znázorněn na obr. 6 a 7. Z průběhu závislosti je vidět, že odrůdy 'Saskia' 1 a 'Ostara' vykazovaly značně menší odolnost klíčků proti poškození než odrůdy 'Hera', 'Resy' a 'Saskia' 2. Tmavě zbar-

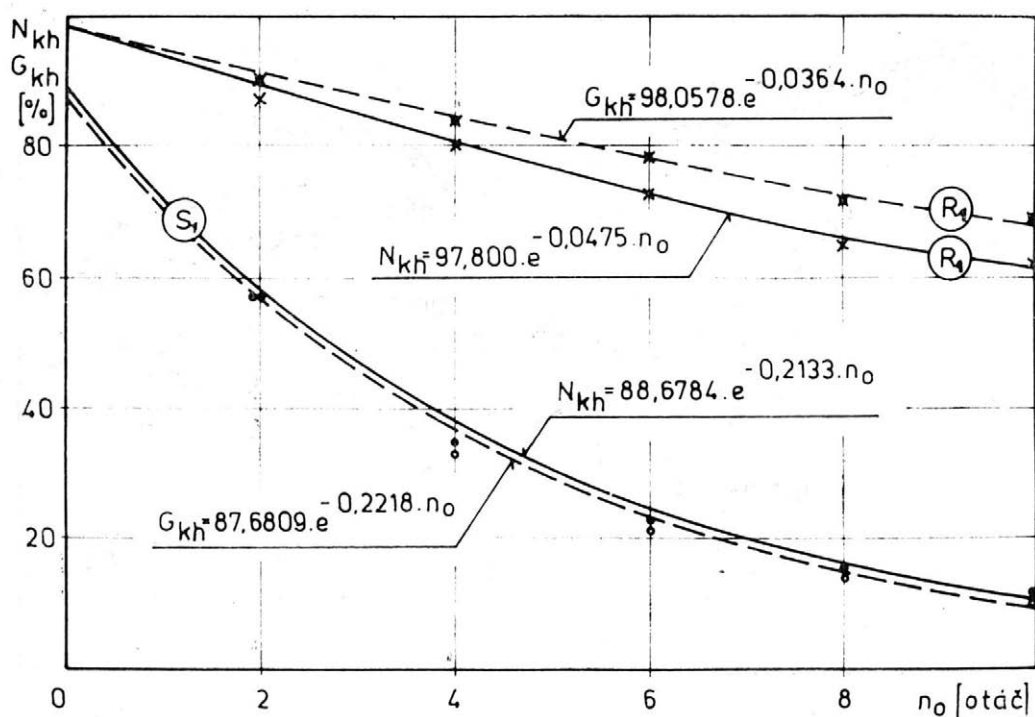


6. Závislost procentuálního počtu (N_{kh}) a hmotnosti (G_{kh}) neulomených klíčků vzorku 50 hlíz na počtu otáček bubnu poškozovadla (n_o) (S_2 — 'Saskia' měla tmavě zelené klíčky, 1979) — The dependence of the percentual number (N_{kh}) and weight (G_{kh}) of unbroken sprouts in a sample of 50 tubers on the rotation speed of the drum of the "damaging machine" (n_o) (S_2 — 'Saskia' had dark green sprouts, 1979)

II. Pořadí pevnosti klíčků a jejich odolnosti proti mechanickému poškození z měření v letech 1977 až 1979 — The order of sprout strength and their resistance to mechanical damage as measured in 1977 to 1979

Odrůda	Upravená váha				Kyvadlový přístroj				Poškozovadlo	
	pořadí odrůd podle pevnosti a kumulativních četností ulomených klíčků									
	F (N)		Č (%)		F (10 ⁻³ J)		Č (%)		N _{kh}	G _{kh}
	79	v. pr.	79	v. pr.	79	v. pr.	79	v. pr.	79	79
Saskia	3	3	4	3	1	1	1	1	1	1
Ostara	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Hera	1	2	1	1	3	3	3	3	3	3
Resy 2	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4
Resy 1	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5

Poznámka: v. pr. — víceletý průměr



7. Závislost procentuálního počtu (N_{kh}) a hmotnosti (G_{kh}) neulomených klíčků vzorku 50 hlíz na počtu otáček bubnu poškozovadla (n_o) (S_1 — 'Saskia' měla světle zelené klíčky, 1979) — The dependence of the percentual number (N_{kh}) and weight (G_{kh}) of unbroken sprouts in a sample of 50 tubers on the rotation speed of the drum of the "damaging machine" (n_o) (S_1 — 'Saskia' had light green sprouts, 1979)

vené klíčky odrůdy 'Saskia' 2 byly podstatně odolnější proti poškození než světlé klíčky odrůdy 'Saskia' 1, což je v souladu s měřením na upravené váze v roce 1978 a 1979. Analýzou rozptylu procentuálního množství (N_{th}) a hmotností (G_{kh}) nepoškozených klíčků po dvou, čtyřech, šesti, osmi a deseti otáčkách bubnu poškozovadla (n_o) bylo zjištěno, že s rostoucím počtem otáček bubnu roste také variabilita procentuálních množství a hmotností. Je vhodné volit počet otáček bubnu poškozovadla $n_o = 5$, tj. v oblasti nevelké variability měření a dostatečně velkých rozdílů v odolnosti klíčků zkoumaných odrůd. Pro dostatečnou přesnost je vhodné měření pětkrát opakovat.

Při testování rozdílů průměrných hodnot procentuálních hmotností nepoškozených klíčků $\bar{G}_{kh}$ (%) byly většinou prokázány významnější rozdíly než při testování rozdílů průměrných hodnot procentuálních množství nepoškozených klíčků $\bar{N}_{kh}$ (%). Z toho vyplývá, že po pěti otáčkách bubnu poškozovadla stačí ulomené klíčky pouze vážit a není třeba je počítat.

DISKUSE A ZÁVĚR

Výsledky podobného druhu měření nejsou z dostupné literatury dosud známy. Z našich rozborů výsledků regresní a korelační analýzy měření pevnosti klíčků brambor na upravené váze a kyvadla v roce 1978 a 1979 lze konstatovat, že pro měření pevnosti klíčků jsou vhodné oba přístroje. Výhodný je záměrný výběr vzorku, jímž se snižuje variabilita délky klíčku, neboť byla prokázána velmi těsná závislost pevnosti klíčku na jeho délce, tloušťce v místě ulomení a hmotnosti. Pro měření vyhovují soubory klíčků o rozsahu $n = 100$, vybrané podle délky klíčků $l_k = 14-25$ mm. Pevnost klíčků závisí na vývojovém stupni charakterizovaném jejich zbarvením. Dále ovlivňuje pevnost klíčků také jejich teplota, i když se většinou nepodařilo (vlivem variability měření) s dostatečnou pravděpodobností prokázat významnost rozdílů.

Vyhodnocení výsledků měření ukázalo, že pevnost klíčků lze hodnotit stejně dobře průměrnými hodnotami, jako z křivek kumulativních četností ulomených klíčků $\bar{C} = f(F)$. Z průběhu křivek kumulativních četností lze navíc odhadnout maximální možné zatížení klíčků pro únosné procentuální množství jejich ulomení.

Z výsledků měření odolnosti klíčků proti poškození poškozovadlem v r. 1979 vyplývá, že procentuální množství nepoškozených klíčků měřeného vzorku 50 hlíz je velmi těsně závislé na počtu otáček bubnu (n_o) poškozovadla, ať je vyjádřeno počtem (N), nebo hmotností (G) poškozených a ulomených klíčků. Závislost dobře vyjadřuje exponenciální rovnice $N(G) = A \cdot e^{-B \cdot n_o}$. Regresní koeficient (B) by se mohl použít jako měřítko odolnosti klíčků proti ulamování. Z hlediska snadnějšího měření i vyhodnocování výsledků je výhodnější posuzovat odolnost klíčků z průměrných procentuálních množství (stačí jen hodnotit hmotnosti) poškozených a nepoškozených klíčků, pokud jsou průměry stanoveny nejméně z pěti opakovaných měření s počtem otáček bubnu poškozovadla $n_o = 5$. Pořadí odrůd podle odolnosti klíčků proti poškození (ulamování) zjištěné poškozovadlem zcela odpovídá pořadí podle průměrných pevností klíčků i kumulativních četností zjištěných

měřením na kyvadlovém přístroji. Měření v dalších letech (1980—1981) potvrdilo vhodnost poškozovadla k stanovování odolnosti klíčků předklíčených hlíz proti mechanickému poškozování (ulamování).

Došlo dne 6. 4. 1982

БРЖЕЧКА, Й. — ГАНУСЕК, Б. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Приборы для измерения устойчивости (прочности) ростков картофеля к механическому повреждению. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (3): 129-138.

Для определения устойчивости ростков к механическому повреждению можно применить приспособленный груз, медленно загружающий ростки в изгибе, маятник, действующий на росток ударом, или же прибор для повреждения, загружающий ростки комбинированными силами и действиями, больше всего приближающимися к производственным условиям. У пяти сортов, составленных по прочности (устойчивости) ростков, не было существенных различий между приборами. Было доказано, что на устойчивость ростков влияют сорт, длина, толщина и масса ростков. Далее устойчивость ростков может быть обусловлена освещением при проращивании и температурой при манипуляции после проращивания.

медленная загрузка; ударная нагрузка; комбинированная нагрузка

BŘEČKA, J. — HANOUSEK, B. (University of Agriculture, Praha): *Apparatuses for the Measurement of the Resistance (Strength) of Potato Sprouts to Mechanical Damage*. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (3): 129-138.

The equipments that can be used for the determination of the resistance of sprouts to mechanical damage include an adapted balance exposing sprouts to gradual bending stress, a pendulum acting on the sprouts by impact, or a "damaging machine" exposing sprouts to combined forces and effects which are very close to current operational conditions. No significant differences were found between the apparatuses, as indicated by the order of five cultivars arranged by the strength (resistance) of sprouts. It was demonstrated that the factors underlying the resistance of sprouts include the cultivar and the length, diameter and weight of sprouts. Further, sprout resistance may be influenced by lighting during pregermination and temperature during handling after pregermination.

gradual stress; impact stress; combined stress

Adresa autorů:

Ing. Josef Břečka, CSc., ing. Bohumil Hanousek, Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

MOŽNOSTI SNÍŽENÍ SPOTŘEBY PALIV PRO VYTÁPĚNÍ STÁJOVÝCH PROSTORŮ VYUŽITÍM ODPADNÍHO TEPLA

J. Matějka

MATĚJKA, J. (Agroprojekt, Praha): *Možnosti snížení spotřeby paliv pro vytápění stájových prostorů využitím odpadního tepla*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3) : 139-152.

Príspevok se zabývá možnostmi snížení spotřeby paliv pro vytápění stájových prostorů využitím odpadního tepla z odváděného vzduchu. Seznamuje se základními systémy zpětného získávání tepla ve vzduchotechnice, uvádí jejich základní vlastnosti, specifikuje jejich vztah k podmínkám zemědělského provozu a uvádí možnosti uplatnění rekuperačních výměníků při větrání stájových prostorů. Na dvou příkladech konkrétních stájových objektů je proveden rozbor tepelné bilance těchto stájových prostorů v ustáleném stavu jednak při výpočtové teplotě vnějšího vzduchu, jednak při průměrné teplotě v zimním období. Výsledky podrobného rozboru, včetně možností využití odpadního tepla z odváděného vzduchu jsou názorně zobrazeny v grafické části příspěvku.

parametry stájového ovzduší; tepelná bilance; větrání; spotřeba tepla (paliva) pro vytápění

Intenzivní rozvoj veškeré průmyslové a zemědělské výroby i neustále vzrůstající životní úroveň obyvatelstva mění kvalitativní i kvantitativní požadavky na paliva a energie. Aby tyto požadavky mohly být ve všech směrech plně pokryty palivo-energetickou základnou a současně aby mohl být zabezpečen nárůst spotřeby paliv a energie vyvolaný rozvojem národního hospodářství, je nezbytné:

- šetřit dosavadní zdroje energií;
- vyřešit praktické využívání netradičních zdrojů energií;
- zabezpečit racionální využívání energií v místě spotřeby.

Zejména z hlediska posledně jmenovaného bodu máme v praxi dosud značné rezervy.

Z rozboru provozních nákladů vzduchotechnických zařízení pracujících v našich klimatických podmínkách vyplývá, že nejvyšší část tvoří náklady na vytápění (ohřev přiváděného vzduchu a krytí tepelných ztrát prostupem stavebními konstrukcemi). Náklady na dopravu vzduchu (pohon ventilátorů) jsou podstatně nižší. Tento podíl je do jisté míry zkreslen cenovou relací mezi jednotlivými druhy energií, takže procentuální podíl spotřeby tepelné energie v rozboru energetické náročnosti vyjádřené ve srovnatelných jednotkách (např. GJ či tnp) je ještě vyšší.

Předpokládanou spotřebu tepla pro provoz zemědělského závodu ovlivňuje mnoho činitelů, z nichž za nejdůležitější lze považovat tyto vlivy:

- koncentrace, druh a kategorie zvířat;
- stavebně technologické dispozice jednotlivých objektů;
- tepelně technické vlastnosti obvodového pláště;
- vybavenost závodu;
- teplotní oblast a situace lokality v krajině.

Skutečnou spotřebu však mohou ovlivnit i další velmi důležité faktory, např.:

- dodržování provozního režimu a technologické kázně;
- provozní výměna vzduchu a teplota udržovaná ve stájových prostorech;
- provozní stav vzduchotechnického, vytápěcího a technologického zařízení, včetně příslušné automatické regulace;
- četnost a kvalita údržby;
- kvalifikace obsluhy.

Zatímco první skupina vlivů je částečně dána zadáním řešení a do jisté míry je možné část těchto vlivů usměrnit s ohledem na optimalizaci spotřeby tepla (a tím i paliv) již při zpracování přípravné a projektové dokumentace, je druhá skupina činitelů zcela závislá na činnosti provozovatele stavby.

MATERIÁL A METODY

ROZBOR TEPELNÉ BILANCE STÁJOVÉHO PROSTORU

Provedeme-li rozbor tepelné bilance stájového prostoru, zjistíme, že ve většině případů větší část tepelných ztrát stájového prostoru připadá na ztrátu větráním $\dot{q}_v$ a menší část na tepelnou ztrátu prostupem stavebními konstrukcemi $\dot{q}_k$.

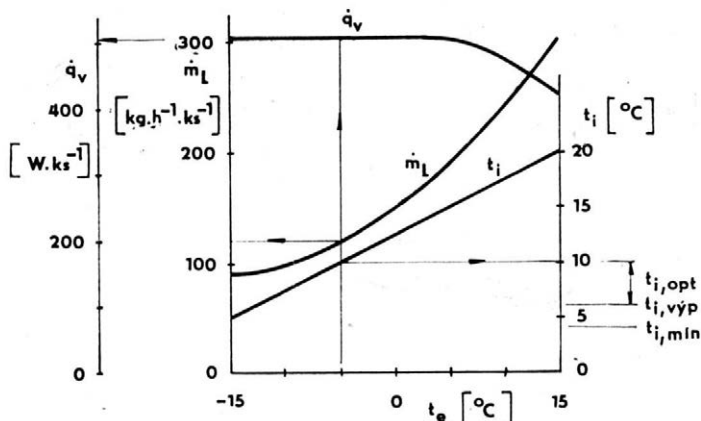
Veškeré bilanční výpočty a srovnání v další části příspěvku jsou pro názornost uvedeny pro dva konkrétní stájové prostory:

- objekt A (nevytápěný) pro chov dojnic s měrnou tepelnou ztrátou prostupem $\dot{q}_{k1} = 17,2 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$ vztaženou na jednu ustájenou dojnici o hmotnosti 550 kg a na 1 K rozdílu mezi vnitřní a venkovní teplotou vzduchu,
- objekt B (vytápěný) — porodna prasnic s měrnou tepelnou ztrátou prostupem stavebními konstrukcemi $\dot{q}_{k1} = 13,7 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$ vztaženou na jednu prasnici o hmotnosti 225 kg se selaty a 1 K teplotního rozdílu.

Závislost poměrné velikosti složek tepelných ztrát pro předpokládaný režim provozu větrání (daným vzduchovým výkonem $\dot{m}_L$ s příslušnou teplotou stájového ovzduší t_i — obr. 1) v objektu A je patrná z obr. 2.

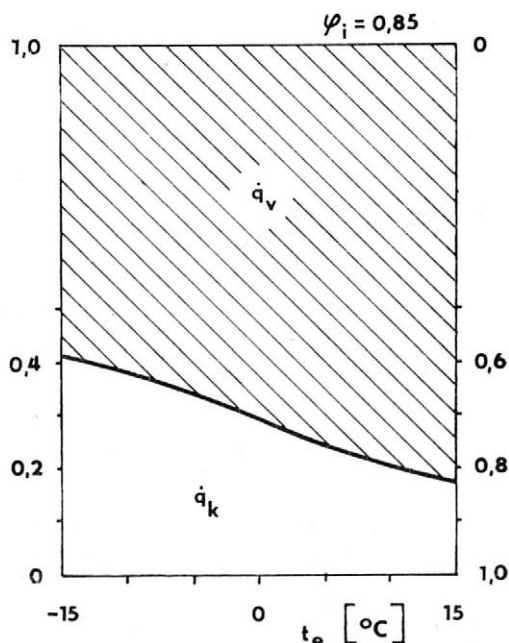
V obr. 1 jsou tedy zobrazeny předpoklady simulovaného provozu větrání (vzduchový výkon $\dot{m}_L$ a teplota prostředí t_i) a informativně velikost měrné tepelné ztráty větráním $\dot{q}_v$; vzduchový výkon je brán v úvahu jako hmotnostní průtok vzduchu $\dot{m}_L$ v $\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$. Pro stanovení objemového průtoku v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$ se tato veličina dělí měrnou hmotností vzduchu ρ_L v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ při daných podmínkách. V obr. 2 je znázorněn poměr mezi měrnou tepelnou ztrátou větráním $\dot{q}_v$ a měrnou tepelnou ztrátou prostupem stavebními konstrukcemi $\dot{q}_k$.

1. Předpoklady simulovaného provozu větrání v produkční stáji dojníc A pro rozbor tepelné bilance ($M_{zv} = 550$ kg, $q_{k1} = 17,2$ W · K⁻¹ · ks⁻¹) — Assumptions for the simulated operation of the ventilation system in dairy cow house A for the analysis of thermal balance ($M_{zv} = 550$ kg, $q_{k1} = 17.2$ W · K⁻¹ · cow⁻¹)

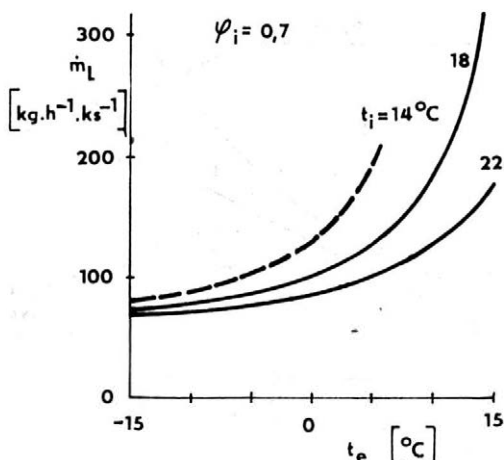


Tepelná bilance stájového prostoru byla řešena pouze pro senzibilní (citelnou) složku tepelných toků (Matějka, 1979). Přitom byly biologické produkce ustájených zvířat brány podle ON 73 4502 (1975). Hodnověrnost těchto i dalších závěrů je tedy přímo podmíněna seriózností použitých podkladů, zejména hodnot biologických produkcí. V případě, že hodnoty biologických produkcí podle ON 73 4502 neodpovídají skutečnosti, mohou být výpočty značně nejisté.

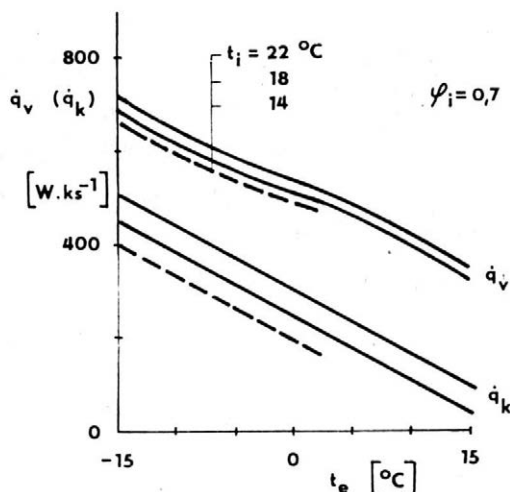
Závislosti zobrazené v obr. 1 a 2 byly řešeny pro jednu dojnici v rozsahu venkovních teplot od -15 do +15 °C, tedy pro období, ve kterém větrání zajišťuje zpravidla zejména odvod vlhkosti vyprodukované ve stájovém prostoru; při vyšších venkovních teplotách obvykle převažuje citelné teplo jako škodlivina. V předpokládaném rozsahu venkovních teplot (od -15 do +15 °C) činí tepelná ztráta větráním v aritmetickém průměru asi 71 % všech tepelných ztrát, což vzhledem k četnosti venkovních teplot představuje za celé období asi 76 % tepla, které uniká bez užitku do vnějšího prostředí.



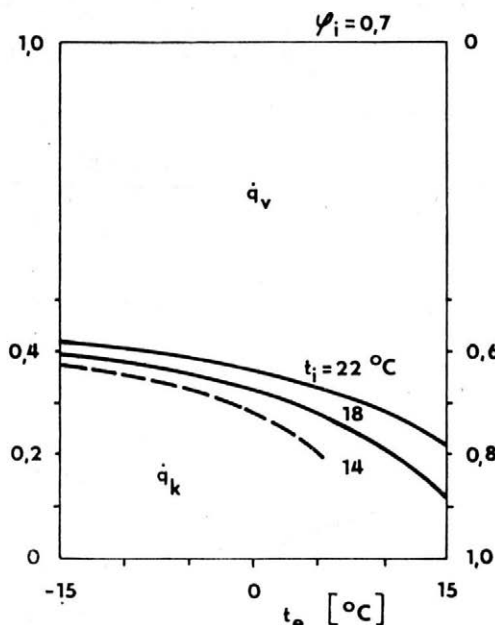
2. Poměrné velikosti složek tepelných ztrát ve stáji A při provozu podle obr. 1 — The relative magnitudes of the components of heat losses in stable A at operation as shown in Fig. 1



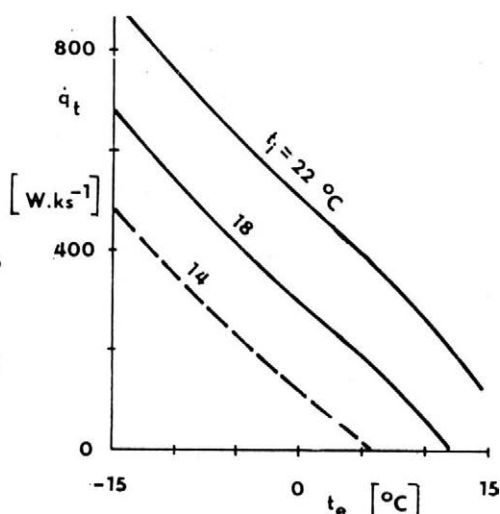
3. Závislost potřebného vzduchového výkonu větrání na teplotách t_i a t_e při požadované relativní vlhkosti $\varphi_i = 70\%$ v porodně prasnic B ($M_{zv} = 225 \text{ kg}$, $\dot{q}_{k1} = 13,7 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$) — The dependence of the required air output of ventilation on temperatures t_i and t_e at the required relative humidity $\varphi_i = 70\%$ in farrowing house B ($M_{zv} = 225 \text{ kg}$, $\dot{q}_{k1} = 13.7 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{sow}^{-1}$)



4. Závislost velikosti tepelných ztrát větráním a prostupem na venkovní teplotě za podmínek podle obr. 3 — The dependence of the magnitude of heat losses by ventilation and heat passage on outdoor temperatures under the conditions as shown in Fig. 3



5. Poměrné velikosti složek tepelných ztrát v porodně prasnic za podmínek podle obr. 3 — The relative magnitudes of the components of heat losses in a farrowing house under conditions as shown in Fig. 3



6. Požadovaný topný výkon v porodně prasnic za podmínek podle obr. 3 — The required heating output in a farrowing house under conditions as shown in Fig. 3

Obdobně jsou v dalších obrázcích (obr. 3 až 6) znázorněny závislosti vzduchového výkonu větrání m_L , tepelné ztráty větráním $\dot{q}_v$ a podíl tepelné ztráty prostupem $\dot{q}_k$ a větráním $\dot{q}_v$ na celkové tepelné ztrátě ($\dot{q}_k + \dot{q}_v$) pro objekt B, vytápěný na požadovanou teplotu $t_i = 18^\circ\text{C}$ (informativně také pro teplotu $t_i = 14^\circ\text{C}$ — spodní hranice rozsahu optimálních hodnot a $t_i = 22^\circ\text{C}$ — horní hranice rozsahu optimálních teplot, pro vyjádření významu přetápění či nedostatečného vytápění stájového prostoru v provozu) při relativní vlhkosti vzduchu $\varphi_i = 70\%$ ve smyslu čl. 26 ON 73 4502 (1975) a potřebný výkon vytápění $\dot{q}_t$ při daných podmínkách. Všechny tyto funkce jsou v obrázcích znázorněny v závislosti na venkovní teplotě, a to opět jako v předchozím případě pro rozsah venkovních teplot -15 až $+15^\circ\text{C}$ a vyhodnoceny pro jednu prasnici v objektu B.

I v tomto případě (vytápěný objekt) je z připojených obrázků zřejmý výrazný podíl tepelné ztráty větráním $\dot{q}_v$ na celkové tepelné ztrátě ($\dot{q}_k + \dot{q}_v$). Bez zajímavosti není ani velikost požadovaného výkonu vytápění v závislosti na teplotě udržované ve stájovém prostoru.

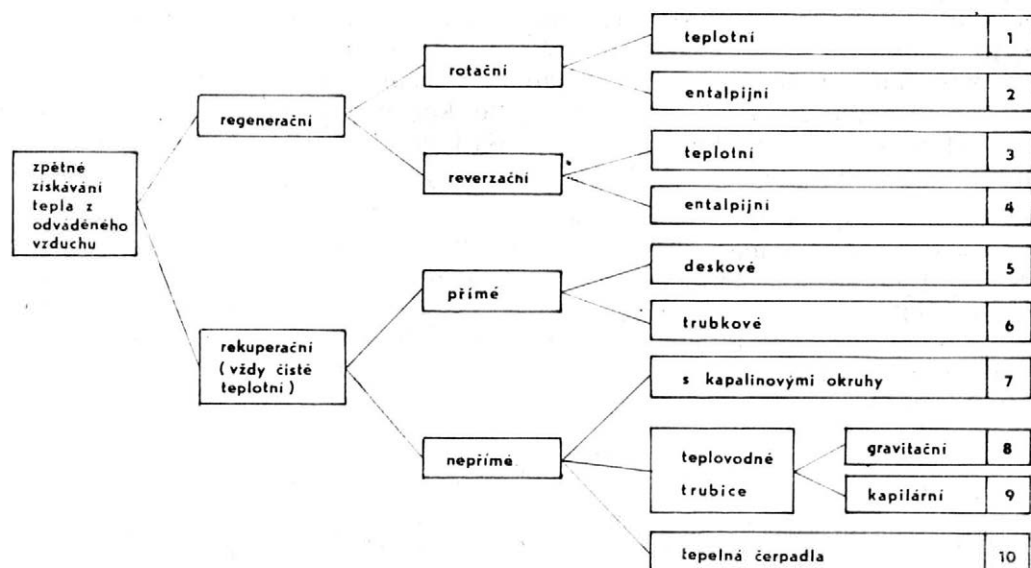
Teplo v odváděném vzduchu (jak u vytápěných, tak u nevytápěných stájových prostorů), jak bylo naznačeno v předchozích dvou příkladech, uniká bez užítu do vnějšího prostředí a to nás nutí k hledání úspor energie právě tady.

VÝSLEDKY

VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA

Tato myšlenka není nová a našla již v minulosti v ostatních oborech některá uplatnění. Nejznámější a do nedávna pravděpodobně nejefektivnější byly regenerační ohřivače vzduchu pro spalování u vysokých pecí [tzv. COOPERY], využívající teplo získané při ochlazení kyslíkatého plynu střídavě ve třech věžových akumulacích blocích.

I v zemědělství byly v minulosti hledány cesty k „vylepšení“ te-



7. Přehled systémů zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu ve vzduchotechnice, známých v současné době — A survey of the systems of heat recovery from discharged air in air technology as known at present

pelné bilance stájového prostoru, cesty, které by umožňovaly přede-
hrávat přiváděný vzduch (např. okenní Z-průduchy). Jak však prokázala
měření, nedosahovaly tyto úpravy očekávaného efektu (nepatrné ohřá-
tí přiváděného vzduchu).

Různé renomované firmy zařadily v posledních letech do svého
výrobního programu výrobky pro zpětné využití tepla z odváděného
vzduchu ve vzduchotechnice, ale ani jeden z nich není konstrukčně
navržen speciálně pro použití v zemědělství.

Přehled známých systémů zpětného získávání tepla z odváděné-
ho vzduchu je znázorněn na obr. 7. Z hlediska principu přenosu tepla
(resp. hmoty) lze uvedené systémy charakterizovat takto:

- systémy pod pořadovými čísly 1 až 6: „vzduch — vzduch“ (u re-
generačních systémů 1 až 4 přes tepelně akumulaci tuhou látku);
- systém pod pořadovým číslem 7: „vzduch — kapalina —
vzduch“;
- systémy pod pořadovým číslem 8 až 10; „vzduch — chladi-
vo — vzduch“.

Obecně lze systémy zpětného získávání tepla ve vzduchotechnice
rozdělit z hlediska dosahovaného účinku teplotní a vlhkostní úpravy
přiváděného vzduchu do dvou základních skupin:

a) Entalpijní získávání tepla — ve výměníku dochází
ke sdílení jak citelného tepla, tak i vlhkosti, a to přibližně se stejnou
účinností. Sem patří systémy s pořadovými čísly 2 a 4 podle uvedeného
přehledu. Z hlediska teplotní a vlhkostní úpravy přiváděného vzduchu
by bylo použití těchto výměníků vhodné pouze v těch případech a v tom
období, kdy požadovaný vzduchový výkon pro odvod kysličníku uhlí-
čitého je podstatně vyšší než vzduchový výkon pro odvod vodních
par, tzn. u hrabavé drůbeže orientačně ve věku do čtyř týdnů při ven-
kovní teplotě -3 až $+21^{\circ}\text{C}$ a nižší (teplotní hranice závisí na věku
drůbeže, použité technologii ustájení a způsobu vytápění), a to opět
za předpokladu, že platí biologické produkce podle ON 73 4502 (1975).
Z energetického hlediska by tedy použití entalpijních výměníků infor-
mativně bylo vhodné:

- u brojlerů průměrně po dobu 41 až 107 dnů v roce;
- u kuřic průměrně po dobu 17 až 45 dnů v roce v obou případech
při relativně nízké výměně vzduchu (po zbývajícím část roku je použití
entalpijních výměníků neekonomické), a to podle použité technologie,
systému vytápění a data začátku turnusu. Uvedené informativní údaje
jsou vyhodnoceny pro teplotní oblast I -15°C a pro průměrnou top-
nou sezónu.

Ve většině stájových prostorů je však téměř po celý rok vlhkost
hlavní škodlivinou, kterou je nutné odvádět větráním. Z tohoto důvodu
se jeví použití entalpijních výměníků v těchto případech jako neeko-
nomické (zvyšování výměny vzduchu při přibližném zachování teplo-
ty a relativní vlhkosti stájového ovzduší), nehledě k pravděpodobné
degradaci hydroskopického materiálu akumulacího prvku v zeměděl-
ském provozu. Proto je třeba se ve stájových prostorech zaměřit na
použití tzv. teplotních zařízení, zejména s rekuperačními výměníky.

a) Teplotní (termické) získávání tepla — dochází pouze ke sdílení citelného tepla. Sem patří systémy s pořadovými čísly 1, 3, 5 až 10. K tomu je nutné dodat, že při vyšší relativní vlhkosti odváděného vzduchu, při níž vodní pára z odváděného vzduchu kondenzuje na teplosměnných plochách, dojde i u regeneračních teplotních výměníků k přenosu části zkondenzované vlhkosti do vzduchu přiváděného; pokud je zajištěn odvod kondenzátu, potom má relativně poněkud nižší účinnost než předávání citelného tepla (u systémů s pořadovými čísly 1 a 3).

Při posuzování vhodnosti určitého systému v provozních podmínkách stájových prostorů je třeba vycházet ze specifických podmínek náročného zemědělského provozu a zvážit dopad těchto podmínek na funkci zařízení. Zemědělský provoz se od komfortního či průmyslového zařízení liší zejména v těchto faktorech:

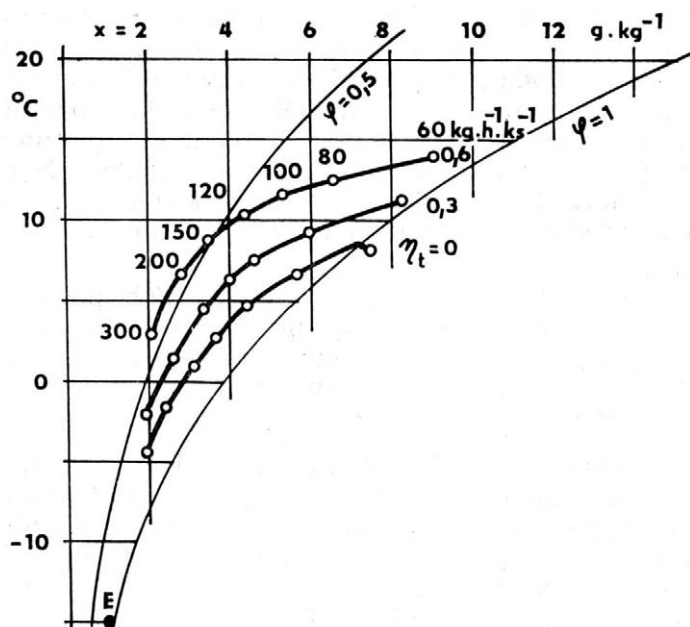
- vysoká prašnost (koncentrace až $100 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ i více — např. při krmení), prach je značně lepkavý, v některých případech i vláknitý;
- vysoká relativní vlhkost stájového ovzduší; v důsledku toho lze očekávat výraznou blánovou kondenzaci vlhkosti z odváděného vzduchu na teplosměnných plochách;
- obsah škodlivých plynů, z nichž některé jsou rozpustné ve vodě (NH_3 , H_2S , CO_2) a tvoří s vodou agresivní elektrolyt, který vytváří nebezpečí intenzivní koroze v důsledku elektrického článku v místě styku dvou kovových prvků s různými potenciály (koroze chemická i elektrochemická);
- obvykle nekvalifikovaná obsluha a nekvalitní údržba zařízení.

Pomineme-li vliv lidského činitele v provozu (i v zemědělském provozu se bude muset obsluha naučit využívat a udržovat moderní technická zařízení), je nutné při návrhu důkladně zvážit eventuelní vliv ostatních faktorů.

PŘÍKLADY VYUŽITÍ REKUPERACE TEPLA Z ODVÁDĚNÉHO VZDUCHU V OBJEKTECH ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY

Využití odpadního tepla z odváděného vzduchu ze stájového prostoru rekuperací pro ohřev vzduchu přiváděného lze aplikovat nejen u stájových objektů, které jsou v současné době vytápěny, ale i u objektů nevytápěných. U vytápěných stájových prostorů může rekuperace přispět k podstatnému snížení spotřeby paliva, popřípadě v období, kdy není nutné stájový prostor vytápět, může zkvalitnit stájové ovzduší (snížení relativní vlhkosti při současném zvýšení teploty vzduchu ve stáji) stejně jako u objektů, do nichž se dnes vytápění nenavrhuje. Nabízí se i možnost využít odpadní teplo z odváděného vzduchu z nevytápěného stájového prostoru s velkou biologickou zátěží pro ohřev přiváděného vzduchu do sousedního vytápěného prostoru (např. dojírna vedle produkční stáje pro chov dojníc, nebo profylaktorium v objektu porodny krav).

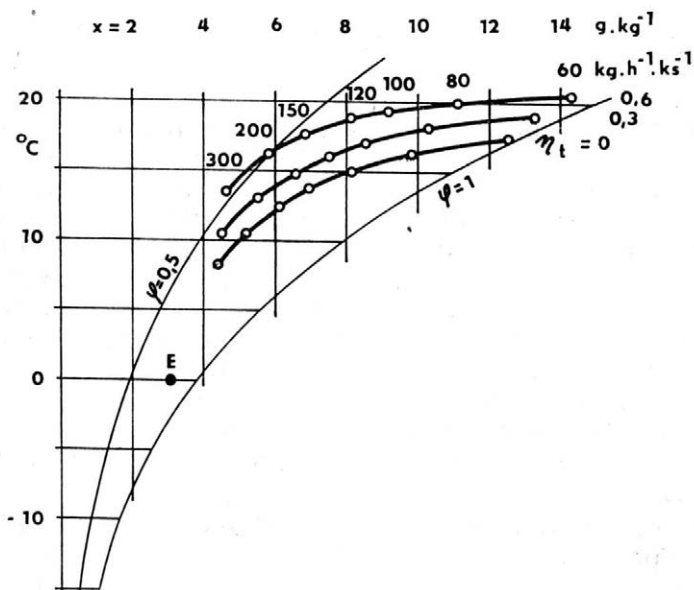
Výsledný efekt použití rekuperace je blíže objasněn na dvou příkladech. V prvním případě se opět jedná o nevytápěnou produkční stáj dojníc (objekt A). Pro druhý příklad je brána v úvahu vytápěná



8. Stav stájového ovzduší ve stáji A při $t_e = -15^\circ\text{C}$ v závislosti na vzduchovém výkonu větrání $[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}]$ a na účinnosti rekuperace η_t — The state of stable climate in stable A at $t_e = -15^\circ\text{C}$ in dependence on the air output of the ventilation system $[\text{kg} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}]$ and on the effectiveness of recuperation η_t

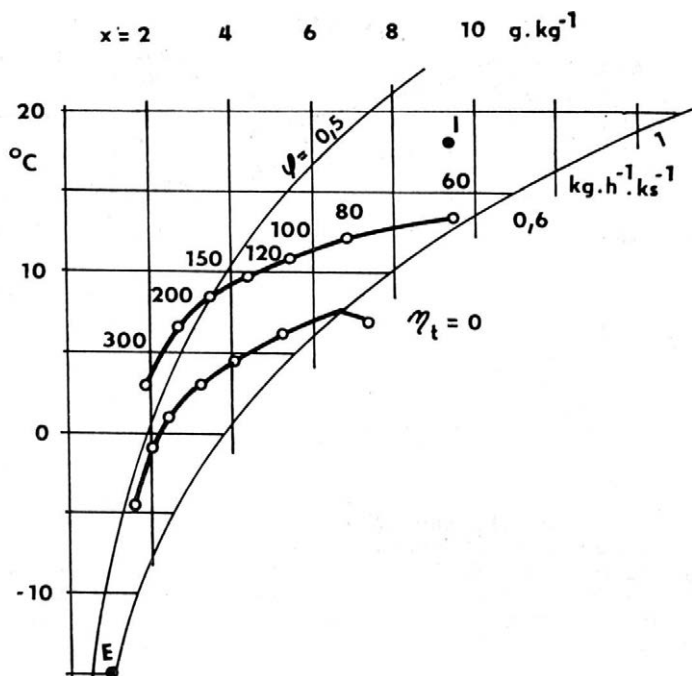
porodna prasnic (objekt B). Jedná se o stejné stáje, kterých bylo použito pro příklady v úvodu tohoto příspěvku.

V prvním případě, tedy u stájového prostoru pro dojnice, jsou v obr. 8 a 9 zobrazeny stavy stájového ovzduší při různých výměnách vzduchu v psychrickém diagramu, a to jak pro klasické řešení větrání bez rekuperace (označeno $\eta_t = 0$), tak pro řešení s použitím rekuperačních výměníků s termickou účinností 30 a 60 % (křivky označeny $\eta_t = 0,3$ a $\eta_t = 0,6$). V obr. 8 jsou znázorněny stavy stájového ovzduší při venkovní teplotě $t_e = -15^\circ\text{C}$ a v obr. 9 při venkovní



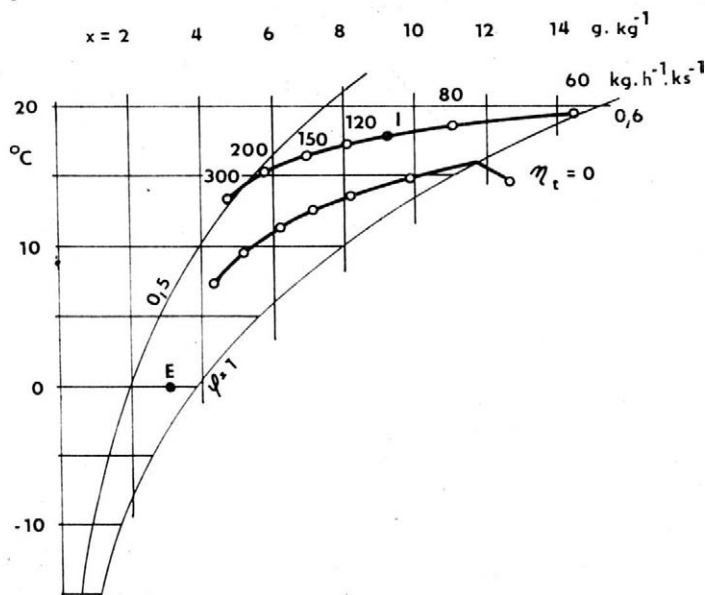
9. Stav stájového ovzduší ve stáji A při $t_e = 0^\circ\text{C}$ v závislosti na vzduchovém výkonu větrání a na účinnosti rekuperace — The state of stable climate in house A at $t_e = 0^\circ\text{C}$ in dependence on the air output of the ventilation system and on the effectiveness of recuperation

10. Stav stájového ovzduší v nevytápěné stáji B při $t_e = -15^\circ\text{C}$ v závislosti na vzduchovém výkonu větrání a na účinnosti rekuperace — The state of stable climate in unheated house B at $t_e = -15^\circ\text{C}$ in dependence on the air output of the ventilation system and on the effectiveness of recuperation

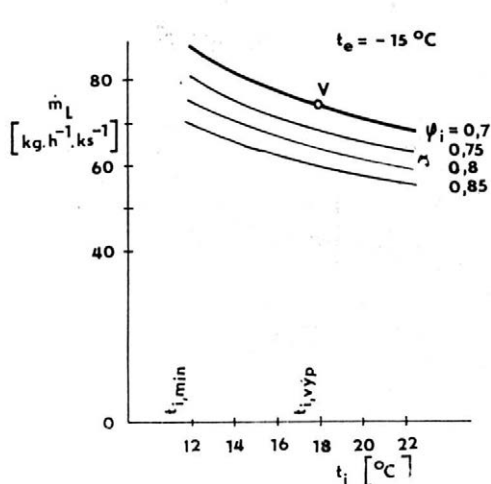


teplotě $t_e = 0^\circ\text{C}$, která je zhruba průměrnou teplotou v zimním období. Z popsaných obrázků je zřejmý výrazný rozdíl mezi kvalitou stájového ovzduší při klasickém řešení větrání neupraveným vzduchem a při použití rekuperačního zařízení.

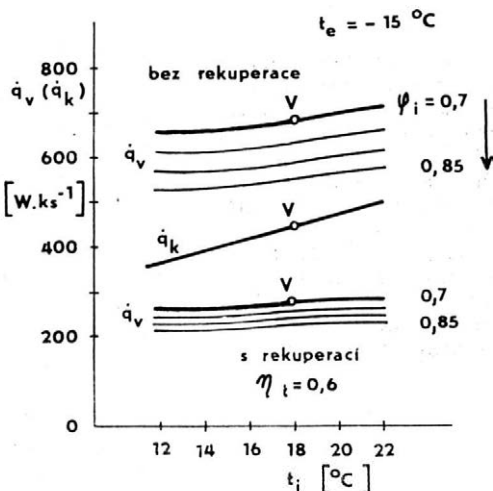
Výrazný efekt se při použití rekuperace projeví i ve druhém případě — v porodně prasnic. Jak by se stájový prostor choval v případě, že by nebyl vytápěn, je zřejmé z obr. 10 (při $t_e = -15^\circ\text{C}$) a z obr. 11 (při $t_e = 0^\circ\text{C}$), sestrojených obdobným způsobem jako v předchozím



11. Stav stájového ovzduší v nevytápěné stáji B při $t_e = 0^\circ\text{C}$ v závislosti na vzduchovém výkonu větrání a na účinnosti rekuperace — The state of stable climate in unheated house B at $t_e = 0^\circ\text{C}$ in dependence on the air output of the ventilation system and on the effectiveness of recuperation

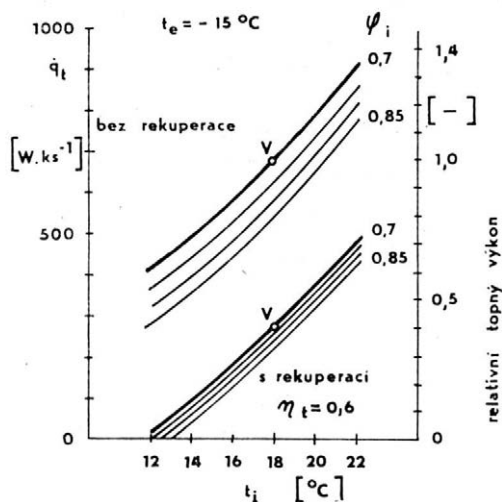


12. Závislost vzduchového výkonu větrání na parametrech stájového ovzduší ve stáji B při $t_e = -15^\circ\text{C}$ — The dependence of the air output of ventilation on the parameters of stable climate in house B at $t_e = -15^\circ\text{C}$

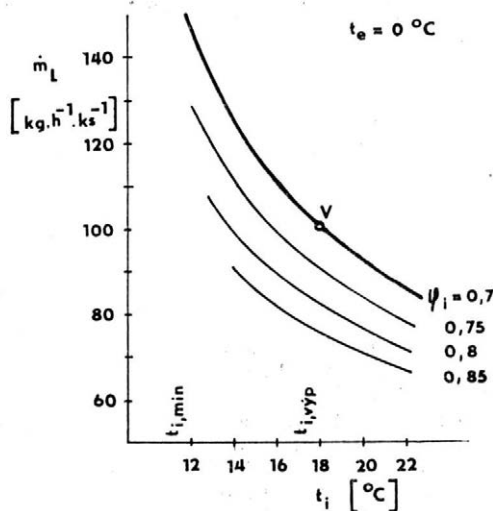


13. Závislost velikosti tepelných ztrát větráním a prostupem ve stáji B za podmínek podle obr. 12 — The dependence of the magnitude of heat losses by ventilation and heat passage in house B under conditions as shown in Fig. 12

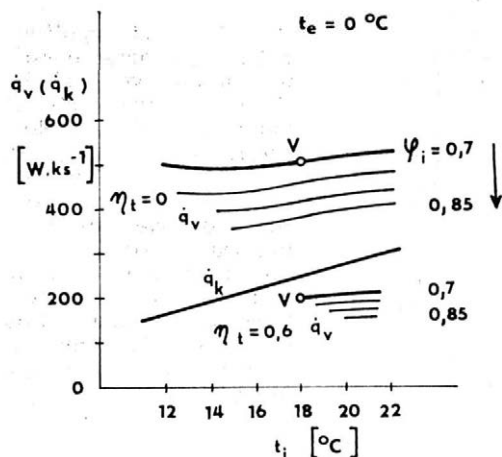
příkladu. Pro zjednodušení zde nebylo počítáno s případem s účinností rekuperace 30 %. Z obou psychometrických diagramů je zřejmé, že v tomto objektu ani při použití rekuperace s 60% účinností se nelze obejít při dodržení požadovaných parametrů stájového ovzduší bez vytápění, ale rekuperace může přispět k výraznému snížení nároků na tepelný výkon a zkrácení topného období, což se příznivě projeví ve spotřebě paliv.



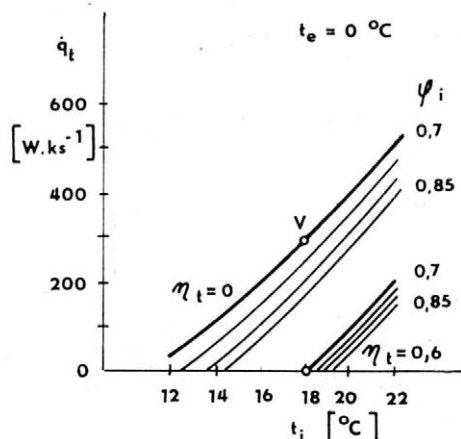
14. Požadovaný tepelný výkon ve stáji B za podmínek podle obr. 12 — The required heat performance in house B under conditions as shown in Fig. 12



15. Závislost vzduchového výkonu větrání na stájovém ovzduší ve stáji B při $t_e = 0^\circ\text{C}$ — The dependence of the air output of ventilation on stable climate in house B at $t_e = 0^\circ\text{C}$



16. Závislost velikosti tepelných ztrát větráním a prostupem ve stájovém ovzduší ve stáji B za podmínek podle obr. 15 — The dependence of the magnitude of heat losses by ventilation and heat passage on stable climate in house B under conditions as shown in Fig. 15



17. Požadovaný topný výkon ve stáji B za podmínek podle obr. 15 — The required heat performance in house B under conditions as shown in Fig. 15

Závislosti vzduchového výkonu $\dot{m}_L$, tepelné ztráty větráním q_v a prostupem q_k a požadovaného výkonu vytápění q_t v porodně prasnic v závislosti na stavu stájového ovzduší je zobrazen v obr. 12 až 17. Grafy jsou zpracovány pro větrací zařízení klasické (bez rekuperace — $\eta_t = 0$) a pro nekonvenční doporučené zařízení s rekuperací o účinnosti 60 % ($\eta_t = 0,6$), v obou případech opět pro venkovní teplotu $t_e = -15^\circ\text{C}$ a $t_e = 0^\circ\text{C}$. Záměrně jsou všechny závislosti vyhodnoceny v závislosti na teplotě vzduchu t_i i v závislosti na relativní vlhkosti φ_i , udržované ve stájovém prostoru, a to opět při určité venkovní teplotě -15 a 0°C (extrémní a průměrná hodnota v zimním období).

Pro uvedený případ porodny prasnic (objekty B) lze z popsanych závislostí v obrázcích vyvodit tyto závěry:

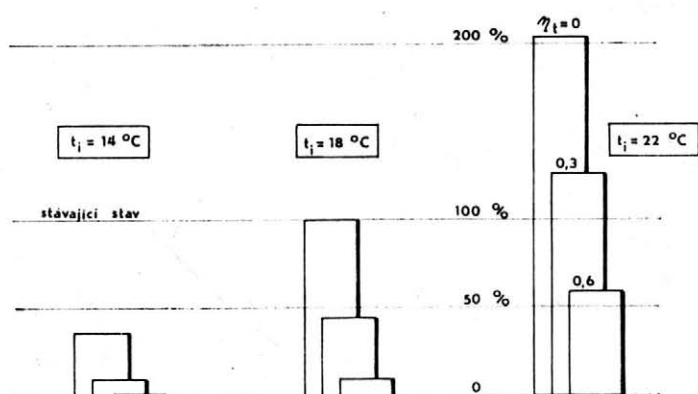
— Připustíme-li po přechodnou dobu zvýšení relativní vlhkosti ze 70 na 85 %, můžeme snížit instalovaný výkon vytápění o 19 %.

— Připustíme-li dočasné snížení teploty vzduchu ve stáji z 18°C na 15 , resp. 12°C , umožní tato změna snížit instalovaný výkon vytápění asi o 22 %, resp. o 40 %. V případě větracího zařízení s rekuperací je toto relativní snížení ještě větší.

— V objektu porodny by s pomocí rekuperačního zařízení s účinností 60 % mohla být dodržena teplota 12°C a relativní vlhkost 75 % při venkovní teplotě -15°C bez prostorového vytápění stáje. Pocho-pitelně vytápění lože, popř. doupat selat by bylo nutné instalovat.

— Při respektování požadavků na stájové ovzduší lze při použití rekuperace s 60 % účinností snížit požadovaný výkon vytápění asi na 41 % současného stavu a spotřebu paliv na prostorové vytápění za top-né období asi o 90 %.

— Naopak udržuje-li se ve stájovém prostoru trvale vyšší teplota, potřebný výkon vytápění prudce stoupá. Např. je-li požadována při



18. Závislost spotřeby paliv za otopné období pro prostorové vytápění stáje B na účinnosti rekuperace η_i a na teplotě stájového ovzduší t_i (při $\varphi_i = 70\%$) — The dependence of fuel consumption over the heating season for the heating of stable space in house B on the effectiveness of recuperation η_i and on the temperature of stable climate t_i (at $\varphi_i = 70\%$)

normované relativní vlhkosti 70 % teplota 22 °C místo 18 °C, vyžaduje to relativní vzestup výkonu vytápění při venkovní teplotě -15 °C asi o 32 % a při venkovní teplotě 0 °C dokonce o 73 % a spotřeba paliva za topné období stoupne více než na dvojnásobek (asi na 205 %).

Popsané závislosti spotřeby paliv za otopné období pro prostorové vytápění porodny prasnic (stáj A) na účinnosti rekuperace η_i a na teplotě stájového ovzduší t_i při dodržení normované relativní vlhkosti φ_i jsou zobrazeny sloupcovými diagramy v obr. 18.

Předpokladem platnosti uvedených výpočtů a z nich vycházejících úvah je platnost údajů biologických produkcí a průběhu jejich závislosti na teplotě prostředí podle ON 73 4502 (1975). Již malá odchylka skutečných produkcí od normalizovaných hodnot může hrát ve výpočtu roli. Z tohoto důvodu mohou být výpočty nejisté.

DISKUSE

Při použití každého zařízení na zpětné využití odpadního tepla z odváděného vzduchu se zvýší pořizovací náklady za vzduchotechniku. Vhodnost zařízení však nelze posuzovat pouze podle absolutní výše investičních nákladů, ale zejména komplexním zhodnocením vycházejícím především z energetických úspor a z doby návratnosti vynaložených investic.

Dále je nutné počítat s tím, že každý výměník tepla (včetně nezbytného příslušenství) představuje tlakový odpor při dopravě vzduchu zařízením, a tím se také zvýší spotřeba energie (zpravidla elektrická) na jeho dopravu. V celkovém hodnocení energetické náročnosti však bude zařízení se zpětným získáváním tepla z odváděného vzduchu vykazovat značné úspory, které se projeví zejména úsporami paliv na vytápění, popřípadě i úsporami krmiv (lepší využití krmiv v důsledku kvalitnějšího stájového ovzduší), která nejsou ničím jiným, než kvalitativně vyšší formou energie. Předpokládá se, že se zvýšená kvalita stájového ovzduší příznivě projeví i na zlepšení zdravotního stavu zvířat, zmenšení úhynů a na prodloužení životnosti stavebních a technologických prvků objektu.

Náklady vyplývající z energetických nároků na dopravu vzduchu by bylo eventuálně možné snížit zmenšením jmenovitého vzduchového

výkonu zařízení při zvýšení větrací účinnosti. Tohoto zvýšení lze dosáhnout distribucí přiváděného vzduchu do životní (dýchací) zóny zvířat, popř. vyřazením rekuperačního výměníku pro provoz zařízení v době, kdy zpětné získávání tepla není nutné (obvykle přechodné a letní období).

ZÁVĚR

Efektivnost zařízení pro zpětné využití tepla z odváděného vzduchu ze stájových prostorů pro ohřev vzduchu přiváděného je nesporná. Podle předběžných výpočtů pro konkrétní v současné době vytápěné stájové objekty se pohybuje návratnost zařízení (počítají-li se pouze úspory na palivu!) zpravidla v rozmezí jednoho roku až pěti let.

Protože však t. č. nejsou na tuzemském trhu k dispozici výrobky pro kompletaci vhodného systému ověřeného v zemědělském provozu, je nutné dokončit urychleně jejich vývoj a výzkumné ověření v provozních podmínkách stájových prostorů a zabezpečit zavedení výroby. Jedině pak může vysoce efektivní a v současné době tolik potřebné zařízení v provozu sloužit.

Literatura

MATEJKA, J.: Příspěvek k problematice výpočtů tepelné bilance stájových prostorů v zimním období. Zdravot. Techn., Vzduchotechn., 22, 1979, č. 4, s. 215-225.
ON 73 4502. Větrání a vytápění stájových prostorů. Úřad pro normalizaci a měření, Praha 1975.

Došlo dne 8. 4. 1982

МАТЕЙКА, Я. (Агропроект, Прага): Возможности сокращения потребности в тепле для отопления животноводческих объектов путем использования тепловых отходов. Земед. Techn., 29, 1983 (3) : 139-152.

Работа рассматривает возможности сокращения расхода топлива для обогрева животноводческих объектов путем использования тепловых отходов из отводимого воздуха. Ознакомляет с основными системами обратного получения тепла в воздухотехнике, приводит их основные свойства, специфицирует их зависимость от условий хозяйства и описывает возможности применения рекуперативных теплообменников при вентилировании животноводческих помещений. На двух примерах конкретных животноводческих объектов произведен анализ теплового баланса этих животноводческих помещений в установившемся состоянии как при вычисленной температуре внешнего воздуха, так и при средней температуре в зимний период. Результаты подробного анализа, включительно возможностей использования тепловых отходов из отводимого воздуха, наглядно изображены в графической части статьи.

параметры микроклимата в животноводческом помещении; тепловой баланс; вентилирование; затрата тепла (топлива) на обогрев

MATEJKA, J. (Agroprojekt, Praha): Possibilities of Reducing the Heat Demand for Stable Heating Based on the Use of Waste Heat. Zeméd. Techn., 29, 1983 (3) : 139-152.

Possibilities of reducing the consumption of fuels for the heating of stables were studied. Waste heat from the air conducted out of the house should be used. The basic systems of heat recovery in air technology are described and their basic properties are specified. Their relationship to the conditions of practical farming is

explained and the possibility of using recuperation exchangers in stable ventilation is suggested. Two concrete examples of stables are used for analyzing the heat balance of these premises in steady state at the calculation temperature of outdoor air and at the average temperature in the winter season. The results of the detailed analysis, including the possibilities of using waste heat from discharged air, are clearly shown in graphs.

parameters of stable climate; thermal balance; ventilation; heat (fuel) consumption for heating

Adresa autora:

Ing. Jan Matějka, Agroprojekt, Ve smečkách 33, 111 21 Praha 1

TECHNOLOGICKÉ OVĚŘOVÁNÍ SAMOJÍZDNÝCH JEŘÁBOVÝCH NAKLADAČŮ V ZEMĚDĚLSTVÍ

Z. Mareš, O. Krivohlavý

MAREŠ, Z. — KRIVOHLAVÝ, O. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha - Řepy): *Technologické ověřování samojízdných jeřábových nakladačů v zemědělství*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3) : 153-165.

Růst výkonnosti zemědělské dopravy, který je nutný pro další zvyšování zemědělské produkce, je podmíněn zvyšováním výkonnosti nakládací a vykládací techniky. V současné době pracuje v naší zemědělské výrobě téměř 17 000 mobilních nakladačů o výkonnostech nepřesahujících $100 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Z toho více než 60 % jsou závěsné traktorové a jeřábové nakladače o malé výkonnosti. Z hlediska perspektivních linek sehraji v oblasti nakládky rozhodující roli čelní a jeřábové samojízdné nakladače spolu s čelními traktorovými nakladači. Podle výsledků dlouhodobého ověřování samojízdných rypadel DH 112 (výrobce ZTS Dubnica n. V.) a K-406 A-1 byl zpracován návrh sortimentu pracovního nářadí pro zemědělské substráty, který by se měl stát základním vybavením zemědělské varianty mobilního jeřábového nakladače.

mobilní jeřábový nakladač; rypadlo; sortiment pracovního nářadí

Používání výkonné nakládací a vykládací techniky je jedním z reálných předpokladů pro zvýšení výkonnosti zemědělské dopravy. Tento požadavek je zdůrazněn skutečností, že v oblasti zemědělské dopravy a manipulace tvoří ložné operace 50 až 60 % celkově odpracovaných hodin.

Nová generace nastupující sklizňové techniky je charakterizována vysokou výkonností, přesahující $100 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Pro zabezpečení manipulace se sklizeným materiálem, nebo v opačném případě pro nakládku substrátů do aplikačního stroje je třeba mít v zemědělských podnicích vhodné výkonné nakladače s odpovídající výkonností a vhodným sortimentem pracovního nářadí.

Nakládací technika používaná až dosud v zemědělství je až na traktorové nesené a závěsné jeřábové nakladače vyráběna pro potřeby stavebnictví a pro těžbu materiálu, takže z mnoha hledisek nevyhovuje speciálním požadavkům zemědělských substrátů.

V rámci řešení problematiky nakládací a překládací techniky v zemědělství se uskutečnily na základě dohody mezi VÚZT Praha, ZTS Dubnica n. Váhom a zemědělskými podniky dlouhodobé ověřovací zkoušky rypadel DH 112 a K-406 A-1. Úkolem těchto zkoušek bylo specifikovat a upřesnit požadavky na zemědělské modifikace jeřábových nakladačů.

ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA SAMOJÍZDNÉ JEŘÁBOVÉ NAKLÁDAČE

Samojízdné jeřábové nakladače pro zemědělství jsou stroje pro nakládku a vykládku zemědělských substrátů o výkonnosti 80 až 150 t.h⁻¹ (Fišer aj., 1979). Jsou určeny do strojních linek ve všech výrobních oblastech. Konstruktivní uspořádání jeřábových nakladačů je předurčuje k zabezpečování speciálních manipulačních operací, jako je plnění zásobníků letadel osivem a průmyslovými hnojivy, vykládka otevřených železničních vagonů, manipulace s obřími vaky naplněnými osivem, vrstvení chlévské mrvy na polních hnojištích do výše 5 m, rozebírání stohů atd.

Nakladač musí zabezpečit manipulace s rozhodujícími zemědělskými substráty s přihlédnutím k výkonovému rozpětí 80 až 150 t.h⁻¹ a s maximálním využitím nosnosti. Vhodný sortiment pracovního nářadí musí zabezpečit manipulaci se substráty:

- sypké hmoty včetně obilovin,
- hnůj, siláž, řepný chrást, řepné řízky, chlévská mrva,
- cukrovka, brambory,
- sláma, suchá a zavadlá píce,
- kusový materiál atd.

Kromě toho se předpokládá, že se bude nakladače používat pro různé zemní výkopové práce. Doba pracovního cyklu se pohybuje kolem 20 s, což charakterizuje i objem pracovního nářadí pro jednotlivé substráty. Hodnota měrného tlaku na půdu musí být menší než 0,3 MPa. Energetický zdroj nakladače má být úzce unifikován s výkonovou řadou motorů mobilních energetických prostředků pro zemědělskou techniku.

METODIKA

Metodický postup ověřování rypadel DH 112 a K-406 A-1 v zemědělských podmínkách byl vypracován ve spolupráci VÚZT Praha a útvarem RVT ZTS Dubnica n. Váhom.

Podle této metodiky vedla obsluha rypadla „Deník rypadla“, ve kterém znamenávala:

- datum práce rypadla,
- lokalitu nasazení rypadla,
- druh materiálu,
- pracovní dobu,
- čas na pracovišti,
- druh závady (důvod),
- stav motohodin po směně,
- spotřebu pohonných hmot,
- doplnění oleje (moto, hydraulická soustava),
- druh údržby,
- druh pracovního nářadí,
- výkonnost rypadla,
- změnu pracovního nářadí (důvod),
- druh dopravního prostředku, do kterého se nakládá.

Metodika dále předepisovala úkony a požadavky na sledování jednotlivých strojních skupin.

Vlastní ověřovací zkoušky byly rozděleny na dlouhodobé sledování provozu rypadla a na časové snímky provozních parametrů rypadla.

Dlouhodobé sledování provozu rypadla vychází z „Deníku rypadla“, který byl denně veden obsluhou rypadla a vyhodnocen pracovníky VÚZT Praha. Časové snímky pro krátkodobá měření dosahovaných parametrů byly zabezpečovány u různých nakládacích substrátů pracovníky VÚZT Praha.

VLASTNÍ PRÁCE

Vlastní práce se člení na vyhodnocování dlouhodobých zkoušek rypadel DH 112 a K-406 A-1 a na návrhy a doporučení na úpravy stroje a pracovního nářadí.

VYHODNOCENÍ DLOUHODOBÝCH ZKOUŠEK RYPADEL DH 112 A K-406 A-1

Dlouhodobé ověřování rypadel podle navržené metodiky se uskutečnilo v letech 1980 a 1981.

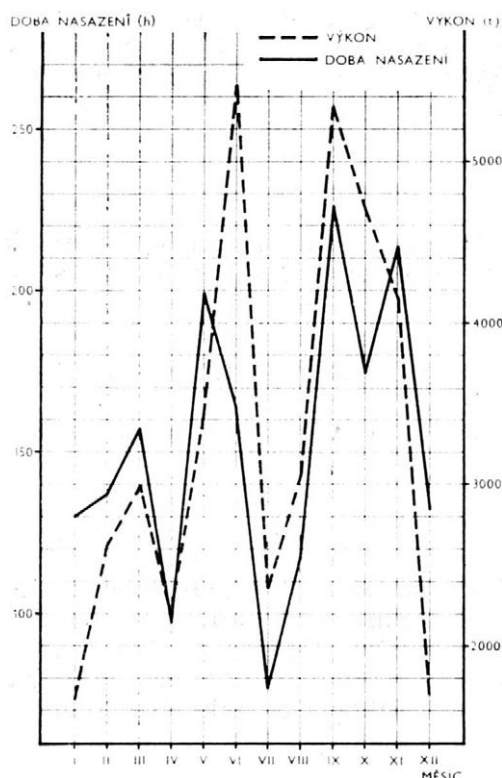
DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ RYPADLA DH 112

Od května 1980 bylo v JZD Kobyly na Moravě dlouhodobě sledováno rypadlo DH 112 (obr. 1) jako základní stroj pro odvození mobilního jeřábového nakladače pro zemědělství (Mareš, 1981).

Rypadlo pracovalo v různých terénních podmínkách při nakládce zemědělských materiálů a při hloubení příkopů a nakládce zeminy.



1. Rypadlo DH 112 při urovnávání polního hnojiště — The DH 112 excavator levelling a field dung heap



2. Vyhodnocení měsíčních výkonností rypadla DH 112 — Evaluation of the monthly performance of the DH 112 excavator

Na obr. 2 je vyhodnocena měsíční výkonnost rypadla z hlediska dosa-
hovaného výkonu a doby práce. Průměrná měsíční doba provozu během
ročních zkoušek činila cca 100 motohodin, přičemž rypadlo nejvíce
pracovalo v září a říjnu. V roce ověřovacích zkoušek bylo rypadlo na-
sazeno 1202 hodiny (v průměru 157 hodin měsíčně), což je vysoký
stupeň exploatace. Průměrná měsíční výkonnost 3396 m³ představuje
výkonnost 33,9 m³.Mh⁻¹ provozu rypadla při průměrné spotřebě
5,05 l. Mh⁻¹, resp. 0,15 l. m⁻³.

I. Celkové výkony pracovního nářadí — The over-all performance of implements

Pracovní nářadí (—)	Výkon (m ³)	Doba provozu (Mh)	Doba provozu (%)	Výkonnost (m ³ .Mh ⁻¹)	Materiál (—)
Podkopová lopata	30 040	899	74,8	33,4	písek zemina
Drpák o objemu 800 l	10 620	298	24,8	35,6	hnůj, chrást řízky, TPH
Drpák o objemu 400 l	100	5	0,4	20,—	hnůj

Manipulace probíhala především se substráty:

- hnůj, chlévská mrva, řízky, chrást, tuhá průmyslová hnojiva, siláž,
- zemina, písek, šterk.

Z dodaného sortimentu pracovního nářadí byly ověřovány:

- podkopová lopata,
- drapák o objemu 800 l,
- drapák o objemu 400 l.

Výkony jednotlivých pracovních nářadí během zkoušek jsou uvedeny v tab. I.

Pro manipulaci se zemědělskými substráty se používal převážně drapák o objemu 800 l. Drapák se ve většině technologií osvědčil — především z funkčního hlediska. Pouze při manipulaci s chlévskou mrvou sklouzávala hrana drapáku po slámě, která tvoří značný podíl mrvy, a náběr drapáku byl malý, což se promítalo v dlouhé době nakládky dopravních prostředků. Pro potřeby manipulace s chlévskou mrvou bude nutné drapák upravit tak, aby lépe vnikal do materiálu a aby se více využívalo jeho pracovního objemu. Při nakládce uzrálého hnoje se nabíraný materiál dobře odkrajoval; potíže činil pouze snížený tlak v hydraulické soustavě, který zmenšil odtrhovou sílu rypadla, což bylo na závalu zejména při práci s plným výložníkem.

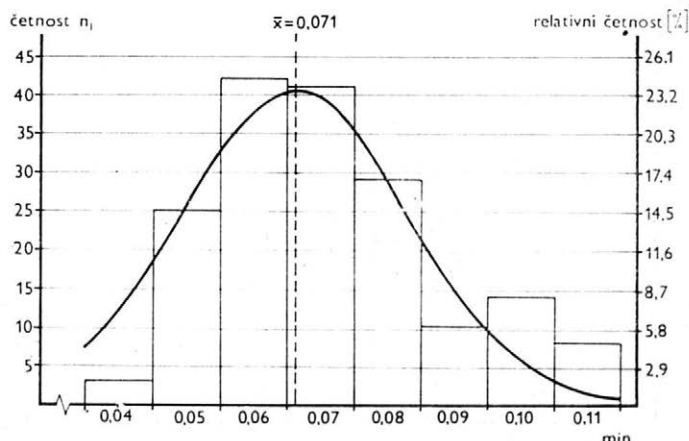
Je škoda, že nebyla ověřována nakládací lopata o objemu 800 l, a to především u sypkých hmot a okopanin. Pro manipulaci s těmito substráty byl používán drapák a podkopová lopata.

U ověřovaného rypadla DH 112 se během dlouhodobých zkoušek uskutečnilo několik krátkodobých orientačních časových měření v závislosti na premísťovaném substrátu.

Měření se uskutečnila:

- při nakládce chlévské mrvy do dopravních prostředků při vyvážení mrvy na polní hnojiště,
- při nakládce hnoje z polního hnojiště do rozmetadel,
- při urovnávání figury polního hnojiště,
- při nakládce řepného chrástu do dopravních prostředků.

3. Doba nabírání hnoje drapákem o objemu 800 l — The time of dung grabbing with the 800 litre grab



Jednotlivé časové snímky byly statisticky vyhodnoceny, takže výsledné hodnoty představují výběrové průměry všech měření a jsou provozním údajem daných podmínek.

Při měření časových snímků byl pracovní cyklus rypadla rozdělen na čtyři základní operace:

- nabírání materiálu,
- otočení výložníku rypadla s materiálem,
- vysypání materiálu,
- vrácení pracovního nářadí do výchozí polohy.

Statistickým vyhodnocením měření jednotlivých operací a testováním zjištěných četností s teoretickými rozděleními bylo zjištěno, že naměřené hodnoty jednotlivých operací a celého cyklu mají normální rozdělení četností.

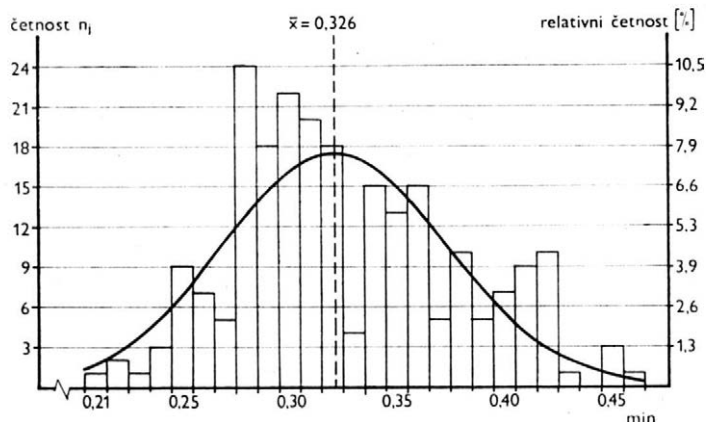
Doba nabírání materiálu drapákem při nakládce hnoje do dopravních prostředků a rozmetadel se pohybovala od 2,4 do 6,6 s s aritmetickým průměrem 4,8 s. Hodnota výběrového průměru je 4,27 s a směrodatná odchylka činí 1,01 s. Histogram četností a křivka teoretického rozdělení četností doby nabírání hnoje drapákem o objemu 800 l je uveden na obr. 3.

Střední hodnota výběrového průměru za všechna měření je 4,1 s a je zobrazena v kruhovém diagramu na obr. 5.

Střední hodnota další operace, tj. doby otočení výložníku rypadla s pracovním nářadím plným materiálu, je rovněž statisticky vyhodnocena. Doba otočení se pohybovala od 4,2 do 17,4 s, hodnota aritmetického průměru je 10,9, výběrový průměr $\bar{x}$ je 8,1 s a směrodatná odchylka $s = 2,45$ s. Střední doba otočení s náběrem materiálu představuje 41,3 % celkové doby pracovního cyklu rypadla. Z hlediska pouze teoretického rozboru pracovního cyklu je zde jistá rezerva pro další zvýšení výkonnosti, tj. pro zkrácení pracovního cyklu.

Nejkratší operací pracovního cyklu je doba vyprázdnění materiálu z pracovního nářadí. Doba vyprázdnění drapáku se pohybovala od 1,2 do 7,2 s, aritmetický průměr je 4,2 a hodnota výběrového průměru $\bar{x} = 2,5$ s, což je 12,7 % z celkové doby pracovního cyklu rypadla.

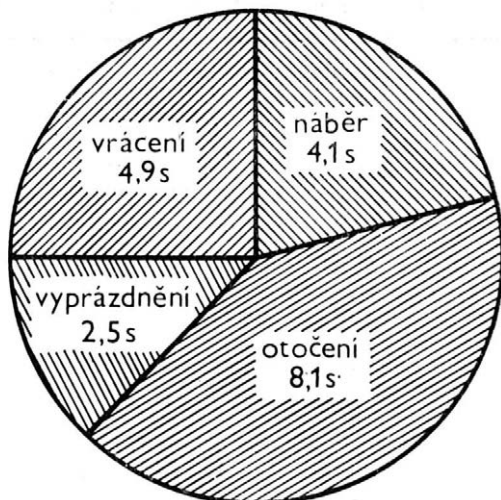
Doba poslední operace pracovního cyklu rypadla, tj. vrácení pracovního nářadí do výchozí polohy, se pohybovala od 2,4 do 8,4 s. Aritmetický průměr je 5,4 s a hodnota výběrového průměru $\bar{x} = 4,9$ s při



4. Doba pracovního cyklu rypadla DH 112 — The time of the working cycle of the DH 112 excavator

5. Průměrný pracovní cyklus rypadla
DH 112 — The average working cycle
of the DH 112 excavator

pracovní cyklus 19,6 s



směrodatné odchylce 1,03 s. Tato operace tvoří cca 25 % doby potřebné na přemístění pracovního nářadí s materiálem nad dopravní prostředek.

Doba pracovního cyklu rypadla (obr. 4) se pohybovala od 12,6 do 28,2 s při hodnotě aritmetického průměru 20,4. Výběrový průměr teoretického rozdělení četností je $\bar{x} = 19,6$ s a směrodatná odchylka $s = 3,11$. Dosahovaná střední hodnota doby pracovního cyklu je menší než uvádí výrobce v technických podmínkách. Je jen škoda, že konstrukce drapáku nezabezpečila jeho optimální naplnění, a tím neumožnila využívání dovolené nosnosti rypadla.

Pro přehlednější orientaci ve výsledcích měření jsou na obr. 5 na základě statisticky vyhodnocených časových snímků zobrazeny jednotlivé operace pracovního cyklu rypadla.

Výkonnost rypadla v čase operativním T_{02} byla měřena při nakládce chlévské mrvy do nákladních automobilů při odvozu mrvy na polní hnojiště, při nakládce hnoje na polním hnojišti do rozmetadel a při nakládce řepného chrástu do nákladních automobilů.

Při nakládce chlévské mrvy do nákladních automobilů byla naměřena průměrná výkonnost $68,7 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Tato malá výkonnost je ovlivněna nízkou průměrnou hmotností náběru (423 kg), což je pouze polovina předpokládaného náběru. Nízká výkonnost byla dále vyvolána konstrukcí drapáku s hladkými břity, které špatně vnikaly do čerstvé chlévské mrvy s vysokým podílem slámy. Drapák byl později upraven tak, že k němu byly přidány odnímatelné zuby a jeho funkční způsobilost se zlepšila.

Vyšší výkonnosti dosahuje rypadlo při nakládce hnoje z polního hnojiště do traktorových rozmetadel RUR-5. Průměrná zjištěná hmotnost nákladu rozmetadel byla 4,5 t a dosažená výkonnost splňuje ukazatele agrotechnických požadavků. Naměřené hodnoty výkonnosti jsou uvedeny v tab. II.

Výkonnost rypadla s upraveným drapákem se pohybovala od 103,84 do $150 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$. Krátká doba nakládky rozmetadla ve výši 10,25 % doby cyklu rozmetadla svědčí o dobré organizaci práce a optimální

II. Nakládka hnoje rypadlem DH 112 — Dung loading with the DH 112 excavator

Průměrný pracovní cyklus rypadla (s)	Doba nakl. rozmetadla (min)	Výkonnost rypadla (t.h ⁻¹)	Podíl doby nakládky na době obratu rozmetadla (%)
22,5	2,15	125,58	9,56
17,2	1,80	150,—	10,43
22,—	2,52	107,10	11,45
31,—	2,41	112,—	7,77
23,7	2,55	105,88	10,74
17,2	2,04	132,35	11,03
22,—	2,05	131,70	9,32
18,5	2,09	129,18	11,30
19,5	2,35	114,89	12,05
25,—	2,42	111,57	9,68
19,—	2,25	120,—	11,84
22,5	2,42	111,57	10,76
22,5	2,12	127,35	9,42
20,—	2,40	112,50	12,—
25,5	2,19	123,28	8,59
24,5	2,60	103,84	10,61
24,—	2,52	107,10	10,50
26,5	2,28	118,42	8,60
28,5	2,36	114,40	8,28
Střední hodnota 22,7	2,29	118,87	10,25

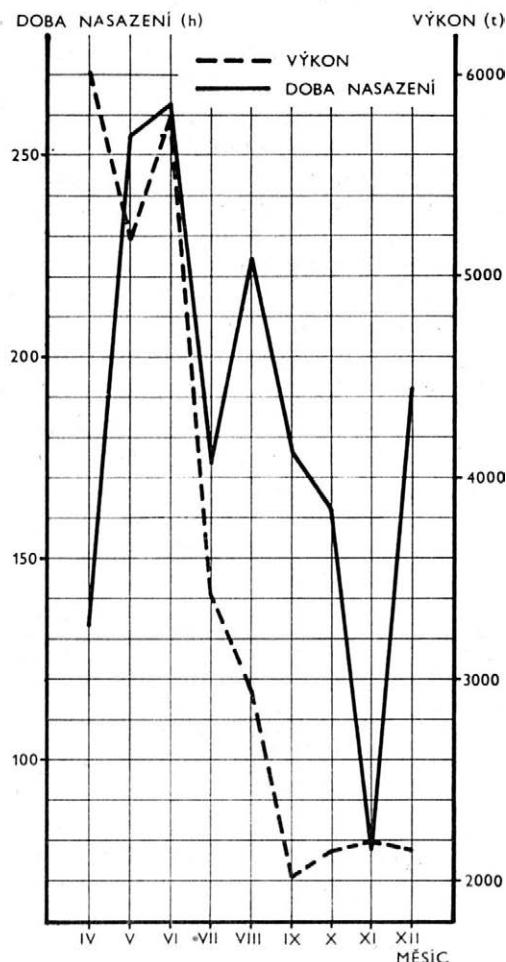
III. Nakládka řepného chrástu rypadlem DH 112 s drapákem o objemu 800 l — Beet top loading with the DH 112 excavator with a grab of 800 l

Počet náběrů (ks)	Hmotnost nákladu (t)	Doba nakládky (min)	Hmotnost náběru (kg)	Výkonnost rypadla (t.h ⁻¹)
21	8,—	6,—	381	80,—
21	7,2	6,10	343	70,8
14	5,4	4,30	386	75,3
24	8,7	7,76	363	67,3
24	7,8	7,02	325	66,7
15	5,3	4,23	353	75,2
26	8,4	7,76	323	64,9
Ø 20,7	7,25	6,16	353	71,5

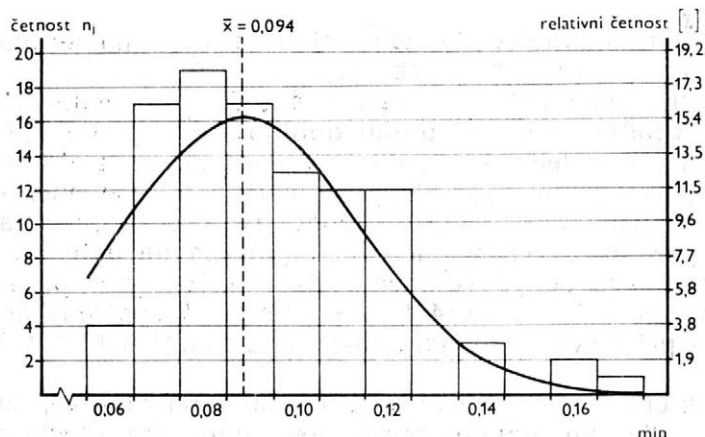
výkonnosti nakladače. Při nakládce řepného chrástu byla naměřena průměrná výkonnost rypadla $71.5 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (tab. III).

Spotřeba pohonných hmot byla v rámci krátkodobého sledování zjišťována z „Deníku rypadla“ podle denního doplňování a podle měřiče spotřeby. Spotřeba byla sledována jednak v čase hlavním T_1 , tj. v čase, kdy rypadlo koná činnost, pro niž je určeno, a v čase operačním T_{02} . V prvním případě byla spotřeba pohonných hmot měřena při nakládce hnoje do traktorových rozmetadel. Spotřeba na dobu naložení jednoho rozmetadla se pohybovala od 0,18 do 0,48 l, což představuje hodinovou spotřebu 5,87 až $10,14 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$. Průměrná spotřeba činila $8,31 \text{ l} \cdot \text{h}^{-1}$, což je při výkonnosti nakládky $118,8 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ $0,07 \text{ l} \cdot \text{t}^{-1}$ PHM.

Rypadlo DH 112, které jsme zkoušeli v JZD Kobylí na Moravě, se velmi dobře osvědčilo jako univerzální stroj, použitelný pro všechny druhy nakládky, vykládky a manipulace s různými materiály zemědělského i jiného původu. Rypadlo vyhovuje jak svou výkonností, tak i pohyblivostí v terénu, a hlavně vysokou provozní spolehlivostí. Další výhodou je, že je vhodné také v zemědělském stavebnictví a při rekultivacích svažitých pozemků, takže je celoročně využitelné.



6. Vyhodnocení měsíčních výkonností rypadla K-406 A-1 — Evaluation of the monthly performance of the K-406 A-1 excavator



7. Doba nabírání hnoje podkopovou lopatou. — The time of dung loading by the digger shovel

DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ RYPADLA K-406 A-1

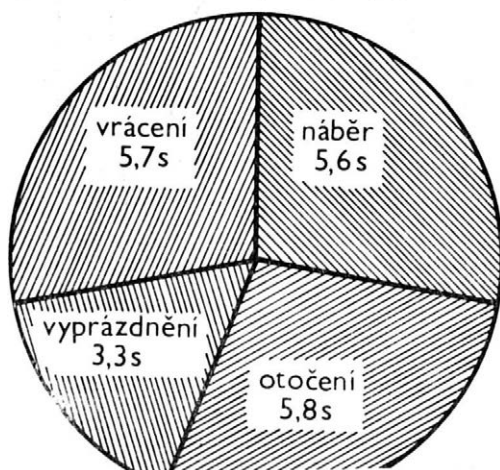
Podle stejných metodických zásad je v JZD Louňovice dlouhodobě sledováno provozní nasazení rypadla K-406 A-1 z PLR. Rypadlo pracovalo většinu času s podkopovou lopatou, která zcela nevyhovuje požadavkům objemových hmotností zemědělských substrátů.

Dosahované měsíční výkony, vyhodnocené na základě denních výkazů práce rypadla, jsou uvedeny v obr. 6. Doba nasazení rypadla K-406 A-1 byla za sledované období 1655 hodin; průměrná měsíční výkonnost v době ověřování je 3540,5 t při spotřebě 3,4 l. h⁻¹, resp. 0,17 l. h⁻¹ pohonných hmot.

Krátkodobá měření časových snímků se týkala především nakládky hnoje do traktorových rozmetadel. Jednotlivé časové snímky byly statisticky vyhodnoceny, takže výběrové průměrné hodnoty odpovídají skutečným pracovním podmínkám.

Doba nabírání hnoje podkopovou lopatou do traktorových rozmetadel se pohybovala od 4,2 do 10,2 s s průměrnou dobou náběru 5,7 s, průměrná hodnota teoretického rozdělení četností je 5,5 s. Histogram četností a křivka teoretického rozdělení četností doby nabírání hnoje

pracovní cyklus 20,4 s



8. Průměrný pracovní cyklus rypadla K-406 A-1 — The average working cycle of the K-406 A-1 excavator

IV. Porovnání hodnot pracovních cyklů ověřovaných rypadel — A comparison of the values of working cycles in the tested excavators

Operace	Jednotka	DH 112	K-406 A-1
Nabírání materiálu	s	4,1	5,6
Otáčení s náběrem	s	8,1	5,8
Vyprazdňování materiálu	s	2,5	3,2
Návrat pracovního nářadí do výchozí polohy	s	4,9	5,8
Pracovní cyklus celkem	s	19,6	20,4

je na obr. 7. Průměrná doba naložení rozmetadla RU 5 hnojem byla 3,9 min.

Střední hodnota doby otáčení výložníků s naplněnou lopatou je 5,82 s a hodnota výběrového průměru teoretického rozdělení je 5,8 s. Tato doba otáčení představuje 28 % doby pracovního cyklu.

Doba vyprazdňování materiálu se pohybuje od 1,8 do 6,0 s, se střední hodnotou 3,1 s. Hodnota výběrového průměru teoretického rozdělení je 3,2 s.

Střední hodnota doby vracení pracovního nářadí je 5,7 s, střední hodnota výběrového průměru teoretického rozdělení je 5,8 s.

Na obr. 8 je na kruhovém diagramu zobrazen pracovní cyklus rypadla K-406 A-1, včetně jednotlivých operací. Zajímavé je srovnání jednotlivých pracovních operací obou rypadel; průměrné hodnoty těchto operací jsou uvedeny v tab. IV.

Průměrná výkonnost rypadla K-406 A-1 v čase T_{02} byla při nakládce hnoje naměřena ve výši 76,92 t. h⁻¹. Tato výkonnost je o 35 % nižší než výkonnost rypadla DH 112.

NÁVRHY A DOPORUČENÍ NA ÚPRAVY STROJE A PRACOVNÍHO NÁŘADÍ

Na základě dlouhodobého sledování použitých rypadel pro účely nakládky v zemědělství je třeba přehodnotit dané konstrukční a výkonové parametry těchto strojů. Ve smyslu tohoto hodnocení je třeba respektovat především požadavek, aby jeřábové nakladače v zemědělství plnily úkoly nakládky zemědělských substrátů a doplňkově byly používány i pro různé zemní práce (Mareš, 1981b).

U základního stroje je třeba usilovat o to, aby se snížila celková hmotnost používaných rypadel a současně aby se zvýšila dovolená nosnost stroje na úkor menší rypné síly. Rozložení hmotností na nápravy stroje musí zabezpečit hodnotu měrného tlaku na půdu do 0,3 MPa. Pro práce na polních hnojištích by bylo vhodné vybavit tyto stroje přídatnou radlicí pro shrnování substrátu.

Objem pracovního nářadí musí respektovat objemové hmotnosti převážně většiny zemědělských substrátů, aby při nakládce byla maximálně využívána nosnost nakladače. Na základě poznatků z dlouhodobého ověřování byl navržen sortiment pracovního nářadí, které lze rozdělit do dvou skupin:

- skupina 1 — základní sortiment pracovního nářadí pro zemědělské substráty,
 — skupina 2 — sortiment nářadí, odpovídající sortimentu nářadí pro stavební účely.

Pracovní nářadí je podrobněji specifikováno v tab. V.

V. Návrh sortimentu pracovního nářadí pro samojízdný jeřábový nakladač pro zemědělství — The proposed assortment of implements for the self-propelled crane-type loader for agricultural use

Skupina	Pracovní nářadí	Manipulovaný substrát	Objemová hmotnost $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$
1	Drapák na mrvu	chlévká mrvu	500—800
	Drapák na slámu	sláma	60
		seno	100
	Drapák na sypké hmoty	obilí	700
	Lopata na sypké hmoty	tuhá průmyslová hnojiva	1200
		siláž	800
	Lopata na okopaniny	brambory	800
		cukrovka	750
2	Základní hloubková lopata	zemina	
	Drenážní lopata	zemina	
	Půdní vrták	zemina	
	Hák	břemena	
	Paletizační vidle	paleta	
	Drapák na dřevo	dřevo	
	Zahrnovací radlice	zemina, sníh	
	Hydraulicky otočná hlavice na palety	palety	

ZÁVĚR

Rypadla DH 112 a K-406 A-1 jako základní stroje pro vývoj samojízdného jeřábového nakladače pro zemědělství splnily předpoklady vysoké provozuschopnosti a nelze jim — kromě drobných provozních poruch — nic vytknout. Zkoušené pracovní nářadí však nelze stejně hodnotit, protože potřebám zemědělského provozu vyhovělo jen zčásti. Hlavním nedostatkem byl malý objem nářadí (malá nosnost) a obtížná manipulace s chlévkou mrvou a řepným chrástem. Tomu odpovídají i dosahované výkonnosti, které je třeba zvýšit ve smyslu ATP na 80—150 t · h⁻¹.

U vlastního stroje by bylo vhodné snížit celkovou hmotnost, a tím dosáhnout i nižších měrných tlaků na měkkou podložku na hodnoty pod 0,3 MPa.

Shrňeme-li hodnocení dlouhodobých zkoušek, lze předpokládat, že rypadla vybavená vhodným pracovním nářadím budou platným pomocníkem zemědělského provozu. Po realizaci sortimentu pracovního nářadí přispěje rypadlo v zemědělské modifikaci k podstatnému zvýšení výkonnosti dopravy a produktivity práce v zemědělství a splní agrotechnické požadavky zemědělského resortu.

Literatura

FIŠER, Z. — MAREŠ, Z. — STROUHAL, E. — SYROVÝ, O.: ATP na dopravní zařízení pro zemědělství. [Zpráva Z-1580.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1979.

MAREŠ, Z.: Vyhodnocení dlouhodobých zkoušek rypadla DH 112. [Zpráva Zr-1734.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1981a.

MAREŠ, Z.: Projekt nakládací a překládací techniky pro zemědělství. [Zpráva Z-1740.] Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1981b.

Došlo dne 30. 6. 1982

МАРЕШ, З. — КРЖИВОГЛАВЫ, О. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Технологическая проверка самоходных крановых погрузчиков в сельском хозяйстве. Земед. Техн., 29, 1983 (3): 153-165.

Růst produktivity zemědělského dopravního prostředku, nezbytný pro další zvýšení zemědělské produkce, je podmíněn zvýšením produktivity nakládací a vykládací techniky. V současné době v našem zemědělském výrobě pracuje asi 17 000 mobilních nakladačů s nízkou produktivitou, nepřesahující 100 t/h. V tomto množství asi 60 % představují traktorové a kranové nakladače s nízkou produktivitou. S ohledem na perspektivní směry vývoje v oblasti nakládání rozhodující roli sehrály frontální a kranové samoходné nakladače společně s frontálními traktorovými nakladači. Podle výsledků dlouhodobé zkoušky samoходných ekskavátorů DH 112 (výrobce ZTS Dubnice n. V.) a K-406 A-1 byl vypracován projekt sortimentu pracovního vybavení pro zemědělské substráty, který by mohl být základním vybavením zemědělského variantu mobilního kranového nakladače.

podvižný (mobilní) kranový poгрузчик; ekskavátor; sortiment pracovních nástrojů

MAREŠ, Z. — KŘIVOHLAVÝ, O. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha - Řepest): *Technological Testing of Self-Propelled Crane-Type Loaders in Agriculture*. Zemed. Techn., 29, 1983 (3): 153-165.

The growth of performance in agricultural transport which is necessary for further growth of farm output depends on an increase in the performance of loading and unloading equipments. At present almost 17 000 mobile loaders whose performance is not higher than 100 t/h are used in agricultural production in Czechoslovakia. Out of these, more than 60 % are mounted tractor-type and crane-type loaders with a low performance. Front-mounted and crane-type self-propelled loaders together with front-mounted tractor-type loaders are expected to play the decisive role in future technological lines. On the basis of a long-term testing of the self-propelled excavators DH 112 (manufactured by ZTS Dubnica n. V.) and K-406 A-1, an assortment of implements for agricultural substrates was proposed; this collection should become a basic equipment of the farm variant of the mobile crane-type loader.

mobile crane-type loader; excavator; assortment of implements

Adresa autorů:

Ing. Zdeněk Mareš, CSc., ing. Otto Křivohlavý, Výzkumný ústav zemědělské techniky, 163 07 Praha 6 - Řepest

...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...

...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...

...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...

...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...

...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...
...the ... of the ...

VYUŽITÍ POZNATKŮ ZE SLEDOVÁNÍ PÍCNIN PŘI MECHANICKÝCH ÚPRAVÁCH JEJICH POKOSŮ

V. Kučera

KUČERA, V. (Jednotné zemědělské družstvo Družba, Moravská Třebová): *Využití poznatků ze sledování píce při mechanických úpravách jejich pokosů*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3) : 167-176.

Píce se musí sklízet v době, kdy mají optimální obsah výživných látek potřebných pro výživu zvířat a celkové sušiny nutné pro bezpečnou konzervaci. Sušinu píce lze zvýšit předsušením na pokos, tzn., že se využije schopnosti atmosférického vzduchu jímat vodu. Pro lepší uvolnění vody z pícniny do okolního prostředí lze rostliny mechanicky upravit mačkáním, a tak zkrátit čas nutný k dosažení konzervační sušiny. Na uvedený zásah reagují všechny hodnocené pícniny v pořadí — senážní oves, luční tráva, vojtěška setá, jetel červený. Rostlinná pletiva musí být mačkáním narušena alespoň na 20 % povrchu stonku.

uložení píce na pokos; rychlost vysychání píce; mačkání stonků; konzervace pícniny

Pro zabezpečení harmonického růstu životní úrovně obyvatel naší země má zásadní význam výroba kvalitních potravin. V jejich produkci zaujímá zemědělství klíčové postavení. Některé zemědělské výrobky, například obilí, cukr, maso a jiné produkty, nabývají v současné světové hospodářské soustavě takového významu, že slouží i k uskutečňování politicko-vojenských cílů. Proto výroba zemědělských výrobků, které jsou v převážné míře surovinami pro potravinářský průmysl, má v každé společnosti rozhodující význam a ovlivňuje životní úroveň obyvatel. Úkoly zemědělství v Československé socialistické republice vyplývají ze závěrů XVI. sjezdu KSČ, kde jsou stanoveny další směry jeho rozvoje na léta 1981 až 1985. Za hlavní úkol se považuje zvýšit zemědělskou produkci vůči předchozímu pětiletému období o 10 %, z toho produkci rostlinnou o 14 %. V rostlinné výrobě zaujímá zvláštní postavení výroba píce, které jsou v zemědělském podniku meziproduktem, protože finální produkt je mléko nebo maso. Výroba píce se má ve srovnání s minulým pětiletým obdobím zvýšit o 13 až 14 %. Současně je nutné pro jejich úpravu a konzervaci používat energeticky méně náročných pracovních postupů. Ve výživě skotu je nutné dosáhnout vyššího využití vyrobené píce, proti současnému stavu o 10 až 15 %.

Z uvedených závěrů tedy vyplývá, že výrobě pícnin bude věnována mimořádná pozornost, neboť tvoří podstatnou část objemné píce pro přežvýkavce. Je nutné řešit tento problém komplexně a posoudit všechny faktory, které ovlivňují produkci biomasy rostliny. Jedním z faktorů je

sklizeň a konzervace píce. Podle jednotlivých oblastí musíme zabezpečit konzervaci pícnin v rozsahu 50 až 80 % celkové roční potřeby zvířat. Při sklizni a konzervaci vznikají ztráty sušiny i obsahu živin v rozpětí od 10 do 60 %. Ztráty sušiny při sušení pícnin jsou uvedeny v tab. I (Zubrillin, 1953). O výši ztrát při sklizni rozhodují různé okolnosti. Jsou to především: vývojová fáze rostliny, způsob konzervace a meteorologické podmínky v době sklizně.

I. Ztráta sušiny při sušení pícnin — Dry matter loss during forage drying

Druh ztrát	Hodnota v %
Stav porostu — rozdíl od optimální zralosti	1 — 14
Vyluhování rosou a srážkami	1 — 4
Hladovění rostlin	1 — 2
Odrol při manipulaci	15 — 25
Uskladnění	4 — 10
Celkové ztráty	22 — 55

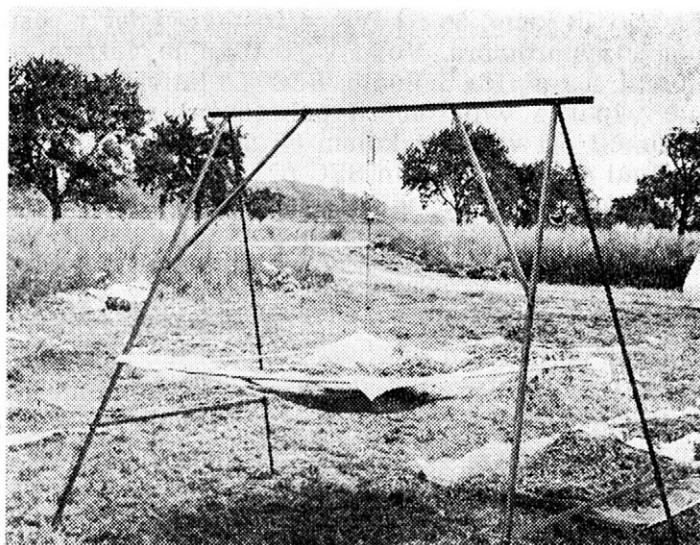
Z hlediska výživné hodnoty pro polygastrické zvíře prochází rostlina třemi obdobími: obdobím, ve kterém se výživná hodnota a sušina rostliny tvoří, dalším, které je optimální pro sklizeň, a obdobím, kdy se sice zvyšuje obsah sušiny, ale obsah výživných látek klesá. Pícninu je nutné sklízet v optimální době, a tak dosáhnout maximální produkce sušiny a výživných látek z plochy, na které je pěstována. Významný vliv na kvantitu a kvalitu objemných krmiv má způsob konzervace pícnin.

Způsoby konzervace pícnin:

1. zvýšením obsahu sušiny až na mez, kdy se zastaví všechny rozkladné procesy (výroba sena a senných mouček);
2. mikrobiologickými pochody — převážně kvasnými (siláže);
3. zvýšením obsahu sušiny tak, aby v uložené pícnině byly vytvořeny podmínky pro její konzervaci mléčným kvašením a vytvořeným kyslíkem uhličitým (senážování);
4. přidavkem chemických látek, které zastaví rozkladné pochody v pícninách.

V současné době se nejčastěji používá prvních tří postupů. Na základě teoretických poznatků ověřených praktickou činností se ukazuje, že pro konzervační proces má velký význam obsah vody v pícnině. Čím je její obsah větší, tím je konzervační proces z hlediska dietetického horší a krmiva vykazují větší kyselost. Proto jsme se zabývali otázkami, jak snížit vodu v pícnině určené ke konzervaci, protože tím se sníží i riziko, že se konzervované pícniny při skladování znehodnotí.

1. Zjišťování hmotností pokosu pružinovým siloměrem uloženým na síti — Determination of cut forage weights by means of a spring-type dynamometer placed on the net



METODIKA

Pro vlastní zkoušky v polních podmínkách jsme vycházeli z laboratorních testů (Kučera, 1975; Beyer, 1979; Mikulík, 1971). Stonky vojtěšky byly v testech pomačkány mačkácími elementy a uloženy na sítku tak, aby mohl probíhat přirozený odpar vody do prostředí v laboratorních podmínkách (teplota 20 °C). Každé dvě hodiny byla zjišťována hmotnost odpařené vody vážením rostlin umístěných na podložce. Současně byly sledovány meteorologické podmínky (teplota a relativní vlhkost vzduchu).

V polních podmínkách jsme přenesli pokosy pícniny v délce 1,5 m na podložku vytvořenou silonovou sítí v rámu a uložili jsme je na strniště. Každé dvě hodiny jsme zjišťovali hmotnost pícnin a rozdílem jsme vypočítali úbytek odpařené vody (obr. 1). Současně jsme každé dvě hodiny sledovali meteorologické podmínky — teplotu, vlhkost a rychlost proudění vzduchu, vodní srážky, výpar vody z výparoměru a délku slunečního svitu podle zásad pro meteorologické pozorování. Teplotu jsme však měřili ve výšce 1 m nad povrchem a přímo na povrchu nařádkované pícniny. Výsledky byly graficky zpracovány. Intenzitu pomačkání stonku jsme posoudili rozbořením náhodně vybraného vzorku tak, že jsme měřili délku narušených stonků a výsledky jsme statisticky vyhodnotili. V letech 1973 a 1974 jsme otestovali pícniny uložené v pokosu na síťce a na strništi. Zjistili jsme, že námi vypracovaná metoda ovlivňuje dosoušení pícniny nepatrně. Sušina pícnin na síťce byla o tři až čtyři procenta vyšší než na strništi. Tento údaj považujeme za chybu, o kterou je nutné naše měření opravit, aby bylo dosaženo stavu, který je na řádku v pokosu. Metodika byla ověřena téměř desetiletým používáním.

VLASTNÍ PRÁCE

Z hlediska energetické náročnosti sklizňového postupu se ukazuje, že nejefektivnější je snižovat obsah vody přirozenou schopností atmosférického vzduchu odebírat vodu z rostlin do okolního prostředí. Tato schopnost vzduchu je závislá na napětí vodních par ve vzduchu a na vazbě vody v pícnině. Měření jsme uskutečnili v oblasti vrchoviny, v nadmořské výšce 370 až 420 metrů, a zjistili jsme, že odpar vody z rostliny nastává tehdy, když napětí vodních par ve vzduchu odpovídá relativní vlhkosti 75 %. Současně se sledováním úbytku vody z pícniny uložené na speciálních síťkách tak, abychom mohli sledovat změnu hmotnosti pícniny v závislosti na čase, jsme sledovali výpar z Picheho výparomě-

ru. Zjistili jsme, že i když se zastaví výpar z rostlin, pokračuje ještě výpar z výparoměru. Voda v rostlině je, vázána pevněji. Výpar z rostlin končil asi v 18.00 hodin SEČ (relativní vlhkost vzduchu byla 75 %), ale výpar z výparoměru pokračoval asi o jednu až dvě hodiny déle a končil při vlhkosti kolem 85 až 90 %. Druhý den výpar z rostlin opět začínal asi v 9.00 hodin SEČ při poklesu relativní vlhkosti na 75 %, z výparoměru nastal výpar o dvě hodiny dříve, při 87% relativní vlhkosti. V roce 1980 byla v průběhu měření dešťová přeháňka, při níž spadlo 6 mm vody (tato skutečnost je obvyklá při sklizni píce v uvedené oblasti), ale i po ní se voda z pícnin i z výparoměru odpařovala podle stejných zákonitostí jako před srážkami. Odpar vody z pokosu nastal opět až po poklesu relativní vlhkosti na 75 %.

Z hlediska krmivářského má však pícnina dobu sklizně ohraničenou optimálním obsahem sušiny a výživných látek. Tato doba je časově omezena, a proto musí být sklizeň rychlá. V době sklizně hrozí ještě nebezpečí, že pícnina zmokne, a tím se prodlouží doba potřebná k dosažení požadované sušiny. Pro úspěšnou sklizeň pícniny musí být splněny podmínky, které vyhovují vztahu:

$$t_s + t_{sk} + t_{sl} \leq t_a \cdot k_m \quad (h) \quad (1)$$

kde: t_s — doba nutná pro zvýšení sušiny od posečení po dosažení optimálního obsahu pro konzervaci (h)

t_{sk} — doba nutná pro práci sklízecího stroje pro sklizeň jednotky plochy (h)

t_{sl} — doba nutná k vysušení pícniny na optimální obsah od začátku deště (h)

t_a — optimální doba, ve které je nutné sklizeň ukončit (agrotechnická lhůta) (h)

k_m — koeficient meteorologických vlivů

Po úpravě tohoto vztahu můžeme nerovnost formulovat v základním tvaru

$$t_s + t_{sk} + t_{sl} - t_a \cdot k_m \leq 0 \quad (2)$$

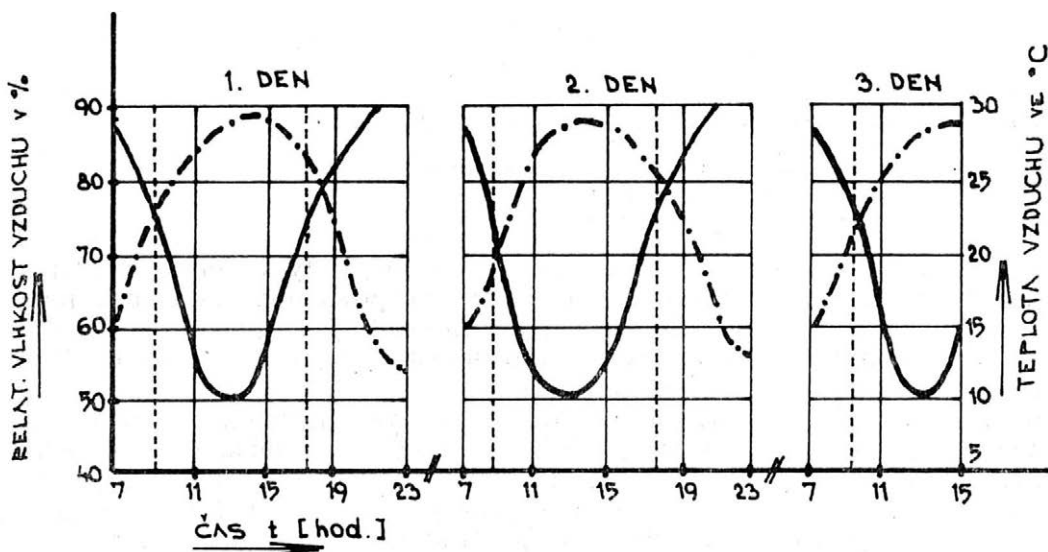
Je zřejmé, že časy t_s , t_{sk} , t_{sl} můžeme ovlivňovat. Čas nutný ke sklizni pícniny sklízecím strojem (t_{sk}) ovlivňuje výkonnost stroje a zvolená organizace pracovního postupu. Čas t_s a t_{sl} je závislý na napětí vodních par ve vzduchu, a tím vodní jímavosti vzduchu, a na schopnosti rostliny vodu uvolnit. Napětí vodních par vzduchu je závislé na jeho absolutní vlhkosti a teplotě. V přírodním prostředí na poli nelze tyto hodnoty ovlivňovat. Zbývá nám tedy pouze možnost působit na rostlinu, která má být sušena. Protože rostlina je živá hmota, není odpar vody závislý pouze na fyzikálních zákonech. Po posečení rostliny voda difunduje průduchy, které se však brzy uzavírají, protože je přerušen přísun od kořenů. Dále voda odchází z rostliny difúzí přes buněčné blány. Tato difúze je pomalejší a s postupujícím zahušťováním buněčné plazmy se zmenšuje. V rostlině dochází k řadě biochemických procesů a k částečné přestavbě látek i k jejich vyplavování z rostliny — zvláště dešťovými srážkami, jimž je rostlina vystavena. V provozních podmínkách jsou však rostliny uloženy na poli v řádcích, které vytvářejí speciální podmínky pro vysychání rostlin. Uložení rostlin v řádku a tvar řádku mají velký význam pro jejich sušení. Zjistili jsme, že existuje významná závislost mezi výparem a plochou pokosu. I u rostlin platí Dalltonův vztah:

$$V = \frac{k (E - e) S}{p}$$

kde: S — odpařovací plocha
 k — konstanta
 E — maximální napětí vodní páry v ovzduší
 e — skutečné napětí v ovzduší
 p — atmosférický tlak

Ze vztahu vyplývá, že hmotnost odpařené vody je přímo úměrná deficitu vlhkosti vzduchu nad vypařujícím se povrchem a velikosti plochy a nepřímo úměrná atmosférickému tlaku. Je tedy zřejmé — a naše měření to potvrdilo, že pokos je nutné umístit na ploše co největší. Tato skutečnost je zvláště významná tehdy, když řádek promokne. V sezóně 1980, kdy dešťové srážky vysoko překračovaly normál, se řádek uložený na ploše menší než 0,6 záběru stroje vůbec neusušil. V jeho spodních vrstvách se vytvořily podmínky pro takový rozvoj mikrobiální činnosti, že byly píce úplně znehodnoceny. Z našich měření proto vyplynulo, že je žádoucí uložit pícniny v řádcích na ploše 0,6 až 0,8 záběru stroje, s kterým se sekalo. Pro správné vysychání je však nutné zajistit i dobré proudění vzduchu v řádku. Zjistili jsme, že tomuto požadavku nevyhovuje, jsou-li rostliny uloženy svými podélnými osami ve směru řádků. Takto uložené rostliny mají malý prostor mezi lodyhami, a tím dochází k malé výměně vzduchu. Rostliny se vzájemně překrývají a spodní vrstvy vysychají nejhůře. Nejlépe z hlediska vysychání vyhovuje „chaotické“ uložení rostlin na řádku, kdy jsou podélné osy rostlin rozloženy v různých směrech. Tímto uložením se poněkud zhorší rovnoměrné pořezání rostlin (rostlina nevstupuje do řezačky svojí podélnou osou vždy kolmo k řezacímu noži), ale řezanku lze považovat za vhodnou. Z měření vyplynulo, že řezanka dosahuje průměrné délky $\bar{x}$ 21,9 mm, směrodatné odchylky 16,5 mm při teoretickém nastavení délky řezanky 5,5 mm. Uvedené hodnoty jsou z provozního hlediska vyhovující.

Pro rychlý odpar vody z rostlin je nutné upravit rostlinu tak, aby se mohlo maximálně využít sušící vlastnosti vzduchu v době, kdy vzduch může přijmout vodu z rostlin. Z našich měření vyplynulo, že na odpar vody z pícnin mají vliv meteorologické charakteristiky pravděpodobně v tomto pořadí: absolutní sytostní doplněk, turbulence, vítr, sluneční záření. Vzhledem k uvedeným skutečnostem je nutné vykonat pracovní operace s pícninami tak, aby těchto poznatků bylo maximálně využito. Důležitost velikostí aktivní plochy pokosu ve vztahu k vnějšímu prostředí již byla zdůrazněna. Dalším možným opatřením jsou mechanické úpravy pokosu, které umožní dokonalejší výměnu vody mezi pokosem a aktivním prostředím. Velmi dobře se uplatní načechrání uložené pícniny nebo její obrácení tak, aby se spodní vrstva zaměnila s vrstvou horní. Tím se zvýší aktivní povrch celého pokosu. Řádek pícniny je načechrán a obrácen, čímž se zlepší i proudění vzduchu mezi rostlinami. Nevýhodou tohoto zásahu je vyšší mechanický odrol již suchých částí rostlin. Odrolí se především suché listy (nejvíce u jetelovin), které sice svojí hmotností představují malou ztrátu sušiny, ale výrazně se projevují ztrátou dusíkatých i glycidových látek obsažených v rostlině. I přes uvedenou nevýhodu této pracovní operace musíme tento zásah použít zejména tehdy, když rostlina silně zmokne a vlivem deště se v řádku těsně slehne. Potom načechrání, obrácení a odtržení řádku od strniště a pů-



2. Základní meteorologické charakteristiky při měření (relativní vlhkost v procentech, teplota vzduchu v °C) — The basic meteorological characteristics during measurement (relative atmospheric humidity in percent, air temperature in °C)

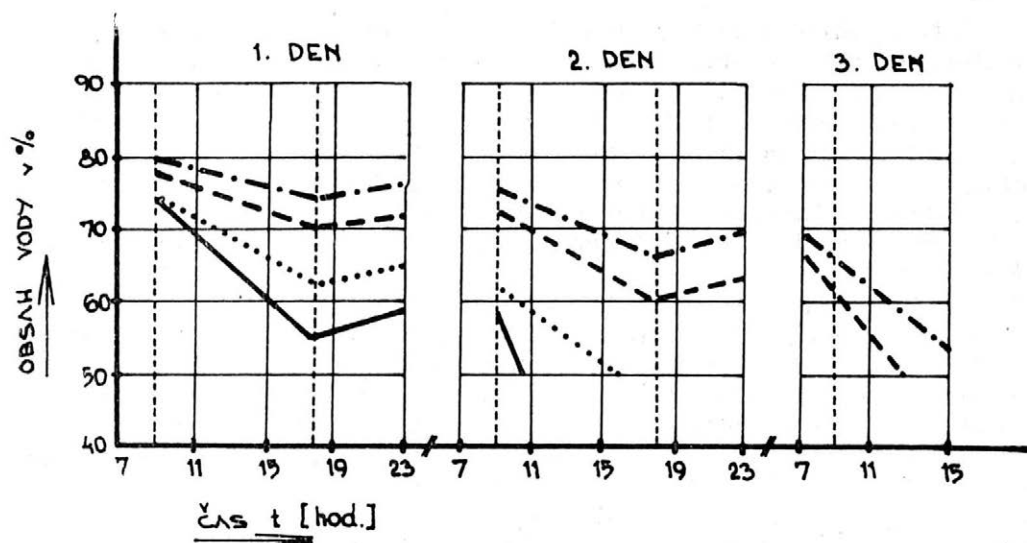
———— relativní vlhkost vzduchu v procentech
 - - - - - teplota vzduchu ve °C

dy je nutné. Jinak nedochází v řádku k dosušení píce, ale k rozvoji mikrobiálních procesů, které uložené rostliny znehodnotí.

ÚPRAVA ROSTLINNÝCH PLETIV PRO ZRYCHLENÍ ODPARU VODY

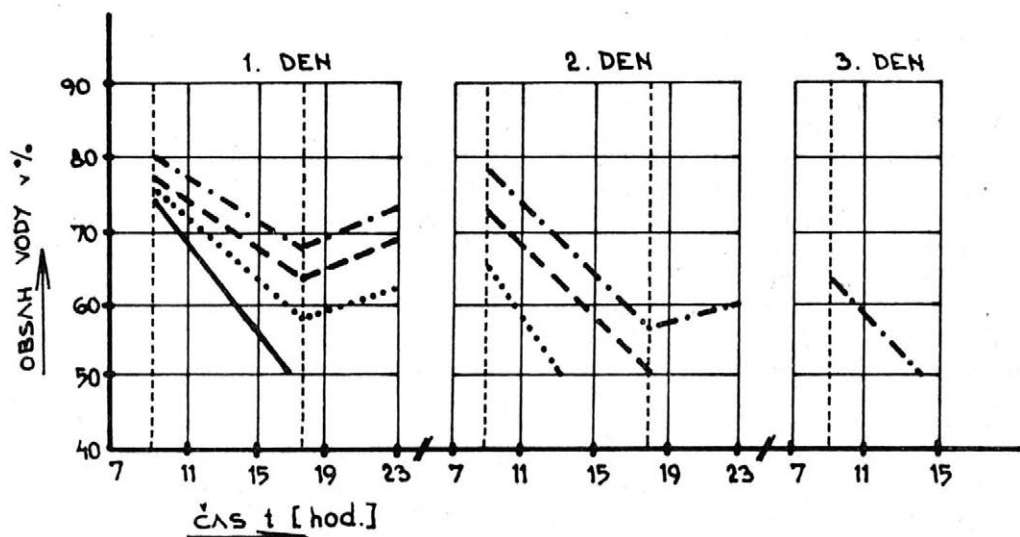
Současně s uvedenými možnostmi jsme se zabývali úpravou rostliny a jejích pletiv tak, aby rychleji uvolňovala vodu ze svého organismu do prostředí. Rostlinná pletiva mohou být narušena mechanicky, tepelně nebo chemicky. Tepelné narušení se provádělo v zahraničí tak, že se rostlina krátkodobě ožehla plamenem nebo přehřátou vodní párou. Pro značnou energetickou náročnost a obtížnost se tato metoda provozně zatím nerozšířila. Chemické působení na pletiva rostlin je možné, ovšem je finančně nákladné a ve většině případů problematické z hygienického hlediska. Proto jsme se zaměřili především na možnost mechanického narušení rostlin současnými nebo upravenými prostředky. Ve všech způsobech mačkání bylo využito principu tlaku na rostlinu tak, aby došlo k prasknutí, a tím pomačkání stonků rostliny, které vysychají nejpomaleji. Rychlost vysychání pomačkané píce ovlivňuje několik faktorů (obr. 2—4):

1. Druh píce — nejlépe vysychal pomačkaný oves, určený k senážování (obr. 4). Jeho dutá stébla se velmi snadno porušují a rostlina reaguje na porušení rychlým odparem. Zjistili jsme, že od posečení (sušina 27 %) měl oves za osm hodin 50 % sušiny, což je hodnota vhodná pro sklizeň senážováním. Ze sledovaných pícní reagovaly dále pícniny takto: vojtěška ze sušiny 23 % na sušinu 50 % za 16 hodin, luční tráva



3. Změna obsahu vody v neupravené píce uložené na pokosu v závislosti na čase — The change in water content in untreated forage left in swath, as depending on time

ze sušiny 23 % na sušinu 50 % za 12 hodin, jetel ze sušiny 21 % na sušinu 50 % za 20 hodin. Uvedené údaje představují průměr za osm roků při počasí bez deště a při průměrné teplotě 19,7 °C, relativní vlhkosti v 9.00 h SEČ 75 % a v 18.00 h SEČ 75 % a při proudění vzduchu 1,5 m . s⁻¹. Pokud jsou povětrnostní podmínky jiné, dosoušení se prodlužuje nebo zkracuje, ale pořadí píce je stejné.



4. Změna obsahu vody v píce upravené mačkáním a uložené na pokosu v závislosti na čase — The change in water content in forage treated by crushing and left in swath, as depending on time

———— senážní oves
 luční tráva

— — — — — vojtěška setá
 - . - . - jetel červený

2. Na rychlost vysychání má vliv stáří pícniny. Zjistili jsme, že mladá rostlina asi lépe zaceluje poraněná pletiva kalusem a snižuje odpar vody. Tato skutečnost byla zjištěna zvláště u jetele, který má tuto schopnost největší. V roce 1973, kdy jsme měřili jetel, který ještě neměl ani vytvořená květní poupata, došlo k situaci, že pomačkaný jetel vysychal dokonce pomaleji než rostliny nepomačkané. Domníváme se, že to bylo způsobeno vysokou regenerační schopností mladých pletiv rostliny.

3. Na vysychání rostliny mají vliv povětrnostní podmínky v době sklizně. Ty ovlivňují rozhodujícím způsobem dobu vysychání. O jejich vlivu již bylo pojednáno v předchozí části.

4. Na vysychání pícniny má vliv úprava jejího pokosu. Prokázalo se, že pro vysychání je nejlepší „chaotické“ uspořádání pícnin v řádku. Takový pokos má velkou aktivní plochu a dobrou cirkulaci vzduchu v řádku. Přitom je nutné, aby rostliny v pokosu byly uloženy na ploše, která odpovídá 0,6 až 0,8 záběru řádku žacího stroje. Jak vyplynulo z našeho měření, je efektivní mačkat rostliny mačkáčím zařízením. Zjistili jsme, že je nutné, aby rostliny byly narušeny mačkáčím elementy alespoň na 20 % svého povrchu. Přitom lodyha musí být deformována tlakem, ale nesmí být přerušena. Mačkání nesmí narušit vodivá pletiva rostlinných lodyh tak, aby byla znemožněna jejich funkce — transpirace rostlinných šťáv v lodyze. V roce 1978 jsme v laboratorních podmínkách mačkali vojtěšku tak intenzivně, že lodyhy byly naseknuty, čímž se porušila jejich transpirační schopnost. Takto pomačkané rostliny vysychaly pomaleji než rostliny neupravené. Tento jev se může projevit při použití některých strojů, které narušují rostliny lámáním (např. E 301), což bylo zjištěno u mladého jetele a vojtěšky na konci stonku. Z našich poznatků vyplynulo, že vhodnější je porušovat rostlinné lodyhy pouze tlakem.

ZÁVĚR

Měření prokázalo, že úprava rostlin mačkáním má svůj význam, protože zvýší odpar z rostlin, a tím sníží dobu nutnou pro sklizeň. Tato skutečnost je významná především v oblastech, ve kterých je v době sklizně zvýšená četnost vodních srážek. Mačkání musí být minimálně na 20 % rostlinných lodyh, přičemž nesmí být vyloučena transpirace rostlinných šťáv stonkem. Nejvhodnější je porušení mechanickým tlakem na rostlinný stonk.

Mačkání rostlin se kladně projevuje u nejrozšířenějších pícnin v ČSSR i v celé Evropě (obilniny, vojtěška, jetel, travní porosty). Výměna vody mezi rostlinou a prostředím nastává při napětí vodních par, kterému odpovídá relativní vlhkost vzduchu 75 % (v nadmořské výšce 380—420 m). Pro vlastní organizaci sklizně v zemědělském podniku v podmínkách ČSSR vyplývá, že limitujícím prvkem je počasí. Sklizeň žacími stroji musí mít určitý časový předstih bez zřetele na okamžité počasí. Tím se stane, že pokud je více dešťových přeháněk a vyšší relativní vlhkost, je postup sklízecích rezaček pomalejší a sklizeň se prodlužuje. V opačném případě u části pokosu pícniny přesychají nad přijatelnou mez (nad 60 % sušiny). V této fázi lze pícniny sklízet na seno při využití aktivního větrání. V deseti letech, kdy jsme uskutečňovali měření, se uvedené situace běžně vyskytovaly. Proto je žádoucí, aby byl

zemědělský podnik mechanizačně vybaven pro obě alternativy sklizně (senážování i výrobu sena). Pokud bude v době sklizně více vodních srážek, vyrobí se více senáže, v opačném případě se z přeschlých porostů vyrobí seno. Tímto organizačním opatřením se zajistí optimální využití posečených píceň tak, aby ztráty sušiny i výživných látek sklizené píceň byly minimální. Uvedené poznatky lze realizovat v současných zemědělských závodech v ČSSR. Pro sečení a mačkání píceň se nejvíce využívá žacíh mačkáčů z produkce NDR E 301. Tyto stroje jsou však svojí funkcí v podstatě lamače stébel a zjistili jsme, že v určitých vývojových fázích rostlin (zvláště mladé vojtešky a jetele) způsobují nežádoucí sekání rostlinných lodyh. Je proto nutné upravit jejich funkci, nebo vyvinout nový stroj, který bude deformovat lodyhy tlakem.

Literatura

BEYER, H.: Výzkum úpravy pokosu po rotačním žacím stroji k zvýšení intenzity a homogenizace vysychání. [Závěrečná zpráva.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1979.

KUČERA, V.: Rozbor mechanizace sklizně píceň v zemědělské organizaci s ohledem na specializaci výroby. [Disertační práce.] Brno, Vysoká škola zemědělská 1975.

MIKULÍK, J.: Vliv mačkání píce na kvalitu senáže. In: Pěstování píceň pro senážování. Souhrn referátů ÚVTI, Praha 1971.

TACK, F.: Technologische Fragen der Trocknung von gewelktem Grünfutter. Agrartechnik, 5, 1974, s. 220.

ZUBRILLIN, A. A.: Vědecké základy konzervování zelené píce. I. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1953.

Došlo dne 5. 5. 1982

КУЧЕРА, В. (Единый сельскохозяйственный кооператив Дружба, Моравска Тржебова): Использование данных изучения кормовых при механических обработках их валков. Земед. Techn., 29, 1983 (3) : 167-176.

Кормовые должны быть убраны в то время, когда у них имеется оптимальное содержание питательных веществ, необходимых для питания животных, а также общие сухие вещества, необходимые для правильного консервирования. Сухое вещество кормовых можно повысить еще досушкой их в валках, т.е. используются способности атмосферного воздуха отнимать воду. Для ускорения освобождения воды из свежей массы в окружающую среду следует растения механически размять и таким образом сократить время, необходимое для получения консервного сухого вещества. На приведенную механическую обработку реагируют все оцениваемые кормовые, а именно: овес на сенаж, луговая трава, люцерна посевная, клевер красный. Растительная ткань должна быть расплюснута хотя бы до 20 % поверхности стебля.

укладка кормовых в валки; скорость высыхания свежескошенной массы; плющение стеблей; консервирование кормовых

KUČERA, V. (The Družba Agricultural Cooperative Farm, Moravská Třebová): *The Use of Knowledge from Fodder Crop Study during the Mechanical Treatment of Cut Material.* Zeméd. Techn., 29, 1983 (3) : 167-176.

Fodder crops should be harvested when having an optimum content of nutritive substances needed for animal nutrition and an optimum total dry matter content necessary for safe preservation. The proportion of dry matter can be increased by pre-drying in the field after cutting, utilizing the ability of atmospheric air to absorb water. For a better release of water from forage to the environment, plants

can be mechanically treated by crushing to reduce the time needed for obtaining preservable dry matter. The studied fodder crops react to this treatment in the following order: silage oats, meadow grass, lucerne, red clover. The plant tissues should be broken by crushing at least on 20 % of stalk surface.

forage left in swath; forage drying rate; stalk crushing; forage preservation

Adresa autora:

Ing. Vladimír Kučera, CSc., JZD Družba Moravská Třebová, 569 24 Kunčina

V. Kadlec

KADLEC, V. (Vysoká škola zemědělská, Praha): *Větrání širokorozponových stájí*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3) : 177-187.

Větrání širokorozponových stájí s vysokými biologickými zátěžemi vyžaduje, aby větrací systémy byly řešeny jinak, než u stájí s malovýrobními formami a u stájí s malými rozpony a malou kapacitou. Řešení těchto systémů, stejně jako řešení dalších projekčních otázek, je také náročnější. Ve velkovýrobních podmínkách se na tvorbě stájového prostředí významně podílí řada faktorů, které se v malovýrobě nevyskytovaly, nebo pokud se vyskytovaly, byl jejich vliv zpravidla malý a nemuselo se s nimi počítat. Při projektování staveb, mechanizace, větrání a ostatního strojně technologického zařízení je třeba vycházet z požadavků zootechnických, veterinárních, hygienických, zdravotních, výživářských i z požadavků dalších biologických disciplín.

mikroklima; tvorba stájového prostředí; větrací systém; centrální větrání; proudění vzduchu; regulace větrání; prostorová rovnoměrnost; primární a sekundární proudění; zpětné proudy

Význam mikroklimatu stájí — nebo širěji stájového prostředí — v živočišné výrobě nebývá vždy plně doceněn. Je třeba si uvědomit, že vnější prostředí, tj. stájové prostředí a výživa spolu s genetickým základem zvířete, tvoří nedílnou jednotu a jakékoliv nedostatky kterékoliv složky významně ovlivňují užitkovost, zdravotní stav a s nimi související měrnou spotřebu krmiva. To se zcela zákonitě projeví v hospodářských výsledcích živočišné výroby. Bylo zjištěno, že zdraví, užitkovost a využití krmiva jsou přibližně z 30 % ovlivňovány genetickými faktory a zbývajících 70 % je ovlivňováno faktory vnějšího prostředí. Poněvadž rozvoj genetického základu (potenciálu) každého zvířete je, jak je všeobecně známo, ovlivňován jak pohodou stájového prostředí, tak správně vybilancovanými krmnými dávkami, nelze faktory vnějšího prostředí od sebe oddělovat. V zájmu vysokých a trvalých hospodářských výsledků je třeba oběma faktorům věnovat mimořádnou pozornost.

V současné době je většina hospodářských zvířat trvale chována ve stájích, a proto má mikroklima a stájové prostředí významný vliv na formování užitkových vlastností zejména jedinců s nízkým genetickým základem. Proto je nutné se zejména ve velkovýrobních podmínkách pečlivě zabývat stavem stájového mikroklimatu a tvorbou stájového prostředí i činiteli ovlivňujícími tyto faktory.

Zajišťovat pohodu stájového prostředí ve velkovýrobních podmínkách znamená správně vyřešit nejen mnohem více, ale také mnohem složitějších problémů než v malovýrobních podmínkách. Je třeba připomenout, že současně se zajišťováním tvorby nezávadného stájového pro-

středí se vytvářejí podmínky pro lepší využívání krmiva (snižuje se jeho měrná spotřeba), provozních hmot, paliv a energie (K a d l e c, 1980a, b, 1981), a tím se v nemalé míře přispívá k řešení aktuálních problémů (soběstačnost v obilninách, efektivnost palivo-energetické základny atp.).

METODIKA

Pro úspěšné větrání širokorozponových stájí s vysokou biologickou zátěží má velký význam umístění a řešení otvorů pro přívod čerstvého vzduchu do stáje, rozvod vzduchu na místa spotřeby, pohyb a směrování smíšeného vzduchu ve stáji a odvod zkaženého vzduchu ze stáje do rozptylové oblasti.

Celkové proudění ve stáji se dělí na primární a sekundární. Vzduch vystupující z příváděcích otvorů — výústek — vytváří ve volném prostoru proudy označované jako primární, sekundární proudění je vyvozeno primárními proudy. Turbulenci částic na okraji vystupujícího proudy jsou uváděny do pohybu i přilehlé částice klidného vzduchu, čímž je proud zbrzdžován. Narůstá vrstva, která je tvořena zabrzdžovanými částicemi vystupujícího proudy a částicemi strženými do proudy z okolí. Se zvětšující se vzdáleností od výústky se průřez výstupního proudy zvětšuje, brzdný účinek okolí postupuje ke středu, rychlost klesá, neboť proud předává část své hybnosti okolí.

Přívodní proudy vzduchu uvádějí do pohybu zpravidla větší množství vzduchu (objemový průtok) cirkulujícího v prostoru stáje, než je vyměňovaný objemový průtok vzduchu stájí. Vnitřní cirkulaci způsobují zejména zatopené proudy, a to jak přívodní, tak i konvenční (např. nad teplými plochami nad shluklými zvířaty v určitém místě stáje).

Obecné teoretické řešení úkolu o šíření proudy z výústek je velmi obtížné a je možné až po značném zjednodušení. Rozhodující význam mají proto výsledky experimentů. Proto je zapotřebí ověřit funkčními a poloprovozními zkouškami každý větrací systém a jeho funkci ještě před předáním do provozu a před osazením stáje zvířaty (K a d l e c, 1971, 1977, 1980b, 1981).

Ve velkokapacitních stájích s velkými rozpony a vysokou biologickou zátěží je třeba dbát na to, aby vnitřní cirkulace byla co nejmenší a přiváděný čerstvý vzduch aby skutečně „ředil“ koncentrace škodlivin v pásmu pobytu zvířat, eventuálně je z dýchací zóny vytlačoval. Toho se dosáhne přívodem čerstvého vzduchu o malých rychlostech až do dýchací zóny každého zvířete.

Dosavadní větrací systémy jsou řešeny tak, že větrací vzduch je do stáje přiváděn nevhodně řešenými a umístěnými otvory. Přívodní otvory s poměrně velkými průřezy jsou zpravidla umístěny v podélných stěnách, někdy také ve stropě. Zařízení pro rozvod vzduchu do dýchací zóny chybí. Podobně je tomu se zařízením pro odvod zkaženého vzduchu. Výsledkem pak je, že vzduch přiváděný do stáje má poměrně velkou rychlost, vytváří mohutné proudy s velkým dosahem, které jsou lokalizovány do míst příslušných k přiváděcím otvorům. Poněvadž je počet výústek omezený, zůstávají velké prostory nevyvětrány, nebo jsou větrány jen sekundárním vzduchem s různě velkým stupněm znečištění. Ná-

sledkem toho jsou velké místní rozdíly v teplotách a čistotě vzduchu v podélném, výškovém a příčném směru.

Vlivem neustále se měnících klimatických a povětrnostních podmínek a vlivem změn hodnot vnitřních činitelů (zvířat, lidí, mechanizace a technologie) proudí vzduch za přiváděcími otvory v prostoru stále nestabilně, náhodně, nerovnoměrně a neuspořádaně, s charakteristickými znaky zkratového proudění s výraznými lokálními změnami v teplotě, vlhkosti, rychlosti proudění a v čistotě vzduchu (Kadlec, 1970, 1978, 1980a). Za těchto okolností nemůže být splněn základní požadavek, aby větrací systém zajišťoval na všech ustajovacích místech stejnou teplotu (tepelný stav prostředí) a čistotu vzduchu.

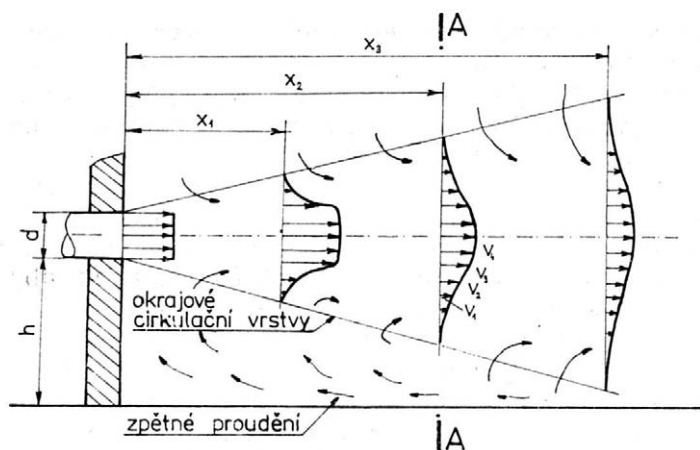
Zkratovým prouděním se vždy snižuje větrací účinnost větracího systému a zvyšují se provozní náklady. Projevují se při něm i další negativní jevy. Na některých místech se zvyšuje koncentrace škodlivin a teplota. Jestliže na těchto místech pracuje obsluha, nebo jsou-li na nich umístěna čidla automatické regulace výkonnosti větracího systému, zvyšuje člověk nebo automatika výkonnost větracího systému, ačkoliv na ostatních místech to není potřebné. Tato nežádoucí situace se projevuje nejen tím, že se zvýší hnací energie, ale také tím, že se hlavně v zimě zvýší tepelné ztráty odvodem tepla s větracím vzduchem, což v mnoha případech naruší tepelnou rovnováhu stáje. V létě pak zkratové proudění značně omezuje odvod tepla z organismu zvířat.

Ve stájích, v nichž mají zvířata omezený pohyb (vazné ustájení, klecové chovy, ustájení v kotcích), mají jen někteří jedinci k dispozici čerstvý vzduch s vysokým obsahem kyslíku. Jsou to ti, kteří jsou ustájeni v oblasti primárního proudění (primární cirkulace). Ostatní zvířata, ustájená v oblastech sekundárního proudění (cirkulace) nebo na místech, kde vzduch vůbec neproudí, dýchají zkažený vzduch nebo jsou vystavena jeho účinkům.

U širokorozponových stájí s vysokými biologickými zátěžemi neza bezpečuje větrání tradičními větracími zařízeními, tj. jednotkovými větracími systémy označovanými také jako tryskové větrání (větrání jednostranné, oboustranné, stropní a jejich kombinace), náročné požadavky na bezporuchovou tvorbu pohody stájového prostředí a nezávadného mikroklimatu stáje. Jednotkové větrací systémy nejsou schopny při velkovýrobním uspořádání stáje rozvádět čerstvý vzduch rovnoměrně, soustavně a plánovitě na všechna jednotlivá ustajovací místa až do dýchací zóny každého zvířete takovou rychlostí, která nejlépe vyhovuje teplotě a vlhkosti vzduchu a teplotě a vlhkosti okolních ploch kolem každého zvířete.

Pro správnou funkci automatické regulace činnosti a výkonnosti větracího systému platí podmínka, aby na všech ustajovacích místech byla teplota stejná ($\pm 1,5^\circ\text{C}$), jako je teplota vzduchu kolem teplotních čidel automatické regulace větracího systému (Kadlec, 1978, 1980b). Jestliže tomu tak není, vznikají vážné problémy s rovnoměrností teploty v celém prostoru.

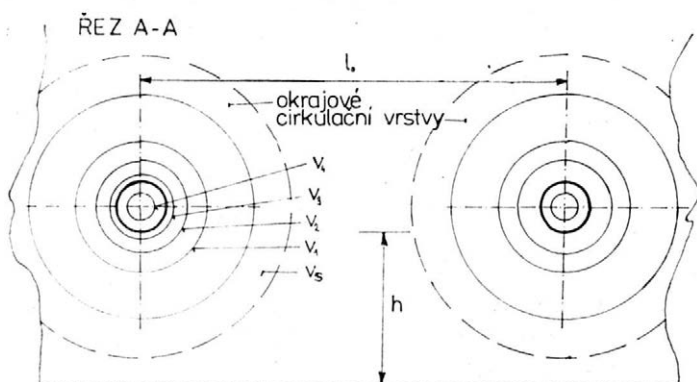
Tepelný stav prostředí určitého ustajovacího místa je dán teplotou, vlhkostí a rychlostí proudění vzduchu a teplotou a vlhkostí okolních ploch. Jestliže budeme sledovat tepelný stav prostředí na jednotlivých ustajovacích místech ve stáji s jednotkovým větracím systémem různě vzdáleným od přiváděcích otvorů — výústek pro přívod čerstvého vzdu-



1. Schematické znázornění volného proudu vystupujícího z kruhové výstupy umístěné ve stěně ve výšce h nad podlahou a rychlostních profilů ve vzdálenosti x_1 , x_2 a x_3 od stěny; zároveň je znázorněno přibírání sekundárního vzduchu zpětného proudění — Diagram of a free flow leaving a circular outlet in the wall at height h above the floor and speed profiles at distances x_1 , x_2 and x_3 from the wall; the secondary air of reverse current is represented at the same time

chu, budeme zjišťovat velmi značné rozdíly, které významně (někdy až několikanásobně) překračují dovolené hodnoty.

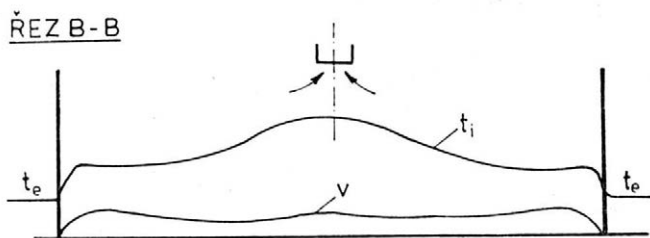
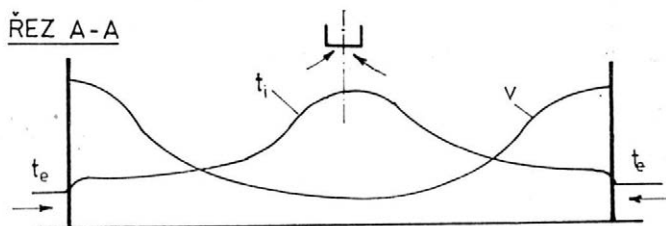
Na základě topografických průzkumů v různých typech stájí s různými typy a uspořádáním jednotkových větracích systémů (Kadlec, 1968, 1971, 1978, 1980a, b, 1981a, b) lze proudění vzduchu v širokorozponových stájích hodnotit jako nevyhovující, neboť nesplňuje základní požadavky, jako je např. vysoká prostorová rovnoměrnost složek mikroklimatu, vysoká účinnost větracího systému, nízká spotřeba hnací energie, vytvoření podmínek pro použití automatické regulace a řízení větracího systému, event. teplovzdušného větrání či vytápění. Rychlost proudění vzduchu ve stáji a jeho směr je výslednicí mnoha činitelů, z nichž řada má nestabilní a náhodný charakter. Za přiváděcími otvory se vytvářejí vzdušné proudy určitého tvaru, rozsahu, směru a průběhu rychlosti proudění a velikosti víření — cirkulace. Proudění čerstvého (primárního) vzduchu se postupně rozšiřují, přibírají okolní vzduch (tzv. sekundární) a rychlost vzduchu postupně klesá (obr. 1, 2). Tepelný stav prostředí proudů vzduchu se bude se vzdáleností od výstřek postupně měnit, a to v podélném i příčném směru k ose proudu vzduchu (Kadlec, 1971, 1978, 1980a, 1981a, b).



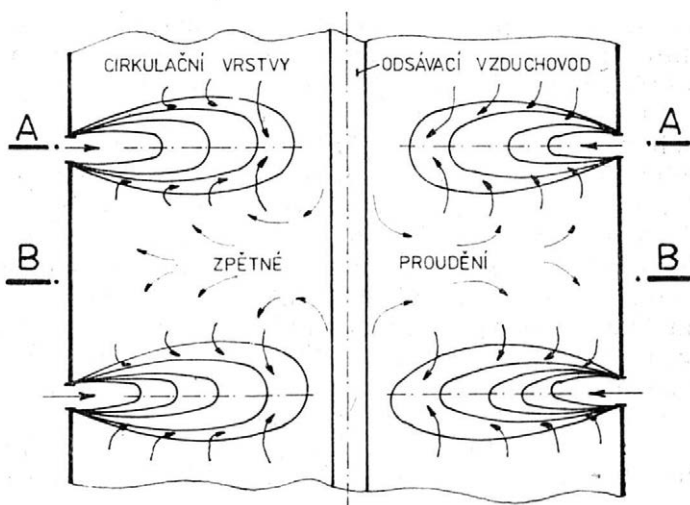
2. Příčný svislý řez dvěma sousedními výstupními (primárními) proudy ve vzdálenosti x_2 od výstřek se schematickým znázorněním izotach (kružnic — křivek stejných rychlostí podle obr. 1) výstupních proudů a oblastí sekundárních proudů (sekundární cirkulace) — Vertical cross-section of two adjacent outlet (primary) currents at distance x_2 from the outlets with representation of the isotachy curves (circles — curves of equal speeds by Fig. 1) of outlet currents and zones of secondary currents (secondary circulation)

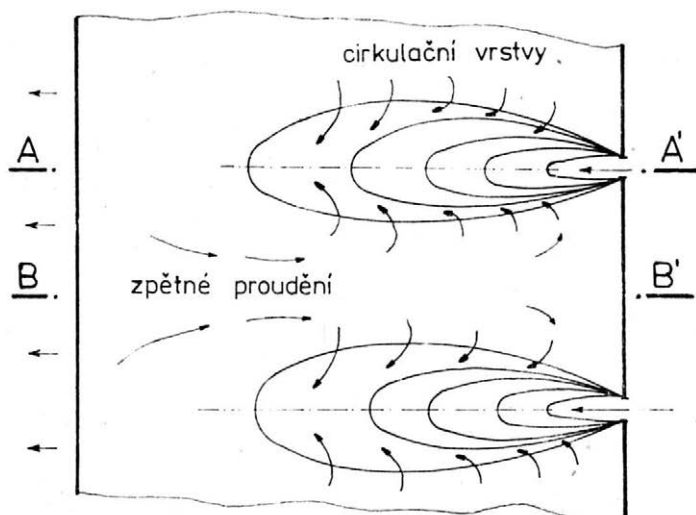
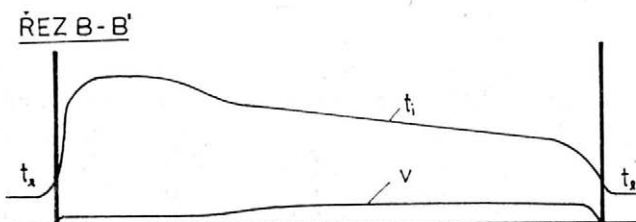
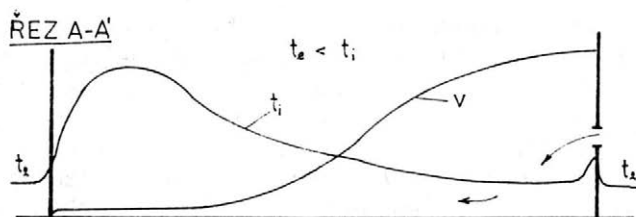
Proud přiváděného — tzv. primárního — vzduchu vyvolává pohyb stájového — tzv. sekundárního — vzduchu. Oba proudy společně vytvářejí určitou soustavu, která je tvořena ohraničeným přívodním proudem a zpětnými proudy stájového vzduchu. Podmínky proudění primárního a sekundárního vzduchu v podstatě určují charakter a dosah přívodních proudů. Kolem soustav přívodních a zpětných proudů vznikají různé velké prostory, v nichž je vzduch téměř bez pohybu. Velikost těchto tzv. vzduchotechnických mrtvých míst je závislá hlavně na celkovém řešení a uspořádání větracího systému a interiéru větraného prostoru a na činitelích ovlivňujících proudění vzduchu ve stáji.

Jakmile čerstvý vzduch opustí výstupní otvor, jsou jeho směr, rychlost, obsah škodlivin, teplota a vlhkost ovlivňovány činiteli, se kterými na své dráze přijde do styku. Čím delší bude dráha částic vzduchu (primárního) a čím delší čas uplyne od opuštění výstupního otvoru, tím výrazněji se projeví změny proudu a vlastnosti vzduchu od původních hodnot a tím více se vzduch svými parametry přiblíží vzduchu stájovému, event. vzduchu zkaženému. Vlivy na změnu charakteru proudu a jeho



3. Schematické znázornění průběhu rychlostí v , teplot t_i a t_e v příčných řezech A-A' a B-B' a izotach primárních proudů a zpětných proudů sekundárního proudění ve vodorovné rovině ležící v osách výustek u oboustranného větrání — Diagram of the courses of speeds v , temperatures t_i and t_e , in cross-sections A-A' and B-B' and isotach curves of the primary currents and reverse currents (secondary circulation) in a horizontal plane lying in the axes of the outlets of bilateral ventilation





4. Schematické znázornění průběhu rychlosti vzduchu v a teplot vzduchu t_i a t_e v příčných řezech A-A' a B-B' a izotach primárních proudů a zpětných proudů sekundárního proudění (cirkulace) ve vodorovné rovině procházející osami souměrnosti výústek při jednostranném větrání — Diagram of the courses of wind speeds v and air temperatures t_i and t_e in cross-sections A-A' and B-B' and of isotachy curves of primary currents and reverse currents (secondary circulation) in a horizontal plane in the axes of symmetry of the outlets in unilateral ventilation

vlastností se projeví výrazněji, ovšem jestliže se již dříve neprojevila radikální změna významnějšího činitele proudění (např. řady dojníc, několikaetážové klece, plná hrazení kotev atd.).

Na obr. 3 a 4 jsou schematicky znázorněny izotachy volných výstupních proudů při izotermickém proudění a průběh teplot t_i a rychlostí vzduchu v v příčných řezech A-A a B-B. Rychlost proudění a teplota vzduchu jsou vztaženy k vodorovné rovině procházející osami souměrnosti výstupních proudů. V blízkosti výústek se teplota, vlhkost a čistota vzduchu téměř rovná hodnotám venkovního vzduchu, rychlosti vzduchu jsou vysoké, a tím jsou velké i ochlazovací účinky proudícího vzduchu. V zimě jsou i ztráty tepla vzniklé zápornou radiací do studených obvodových stavebních konstrukcích vyšší než ztráty tepla na ustajovacích místech od zdí vzdálenějších, na nichž již primární proudy zanikají a přechází postupně v sekundární proudění (cirkulaci). Na těchto místech se vlastnosti vzduchu budou blížit k hodnotám zkaženého vzduchu. Čím je větší rozpon stáje a vzdálenost sousedních výústek, tím větší

nerovnoměrnost složek mikroklimatu lze očekávat a tím je také větší rozloha oblastí, v nichž vzduch neproudí.

Při nevhodně řešeném větracím systému, zejména při jednotkovém (tryskovém) větrání, budou na jednotlivých ustajovacích místech značné rozdíly v rychlosti proudění, vlhkosti, teplotě a čistotě vzduchu. Rozdílné budou i vzdálenosti od obvodového pláště stavební konstrukce a vzdálenost od výústek, jak vyplývá z obr. 1 a 2. Za takové situace nelze zajistit na všech ustajovacích místech stejné mikroklima a stejný tepelný stav prostředí.

Jestliže proudy vzduchu narazí na překážku s velkými tlumicími účinky, situace se dále komplikuje. Některé souvislé rozměrnější překážky, např. řady dojníc, žíru nebo jalovic uvázaných u žlabů, několikaetážové plně obsazené klece atp., mohou natolik utlumit proudění primárního vzduchu a změnit jeho směr, že další řada bude téměř v závětrří a nebude provětrávána primárním prouděním (Kadlec, 1968, 1970, 1980a). Proudění se odklání od původního směru, zvyšuje se víření a dochází k rozsáhlému zkratovému proudění, což má závažné následky. Klesá větrací účinnost (Kadlec, 1977), v zimě se zvyšuje odvod tepla větracím vzduchem (Kadlec, 1968, 1980a), klesá prostorová rovnoměrnost složek mikroklimatu, zejména podle t a φ (Kadlec 1972, 1978, 1981a, b).

Při topografickém průzkumu proudění vzduchu ve stáji v základních rovinách (vodorovných, svislých příčných a svislých podélných) na reprezentativních ustajovacích místech byly zjišťovány při větrání jednotkovými větracími systémy značné rozdíly v proudění, teplotě, vlhkosti a čistotě vzduchu. Rozdíly značně překračovaly dovolené hodnoty. V závislosti na čase bylo soustavně zjišťováno, že na jednom a téměř ustajovacím místě se sledované hodnoty výrazně mění, někdy tak rychle, že překračují schopnost zvířat přizpůsobovat se změnám. Velmi závažné situace vznikají v blízkosti stěn, v nichž jsou osazeny výústky, a to zejména v chladném období.

Rychlost proudění vzduchu ve stáji patří do hlavních složek mikroklimatu a spolu s teplotou a vlhkostí vzduchu a s účinnou teplotou okolních ploch kolem zvířete vytvářejí zcela určitý tepelný stav prostředí ustajovacího místa, na jehož hodnotě závisí využití krmiva, zdravotní stav a další ukazatele užitkovosti.

Na základě topografických průzkumů, měření složek mikroklimatu a zkoušek větracích systémů různých typů a řešení instalovaných v různých typech stájí lze říci, že jednotkové větrací systémy, tzv. tryskové větrání — tj. větrání vyznačující se rozsáhlými přívodními proudy s velkým účinným dosahem, se nehodí do širokorozponových stájí s vysokou biologickou zátěží, neboť nemohou zajistit, aby byl na všech ustajovacích místech stejný tepelný stav prostředí. Ta skutečnost je obzvlášť důležitá pro větrací systémy, které pracují s upraveným vzduchem (např. podle teploty).

Při měření koncentrace škodlivin, hlavně kysličníku uhličitého, kysličníku uhelnatého, amoniaku, sirovodíku, amonia, a obsahu kyslíku (Kadlec 1978, 1980a, 1981a, b) byla ve stájích s jednotkovým větracím systémem zjišťována ve směru objemového toku výústka → stáj → odváděcí otvory → rozptylová oblast nerovnoměrně stoupající koncentrace škodlivin a prachu s lokálními anomáliemi, při nichž koncen-

trace škodlivin a prachu vysoko překračovala dovolené hodnoty, přičemž obsah kyslíku klesal významně pod přípustnou hodnotu. Na jiných lokalitách však byla koncentrace hluboko pod dovolenou hodnotou a odváděný vzduch ze stáje nebyl využit. Není třeba zdůrazňovat závažnost takové situace. Na nevyhovujících lokalitách (jsou to např. tzv. mrtvé prostory, prostory mezi proudy primárního a sekundárního proudění, nad nimi a pod nimi) byla zjišťována nižší užitkovost, zhoršený zdravotní stav, popř. vyšší úhyny a vyšší měrná spotřeba krmiva. Kromě toho vznikaly další problémy, což lze názorně demonstrovat u klecových chovů nosnic. Výzkum prokázal, že se zvyšujícími se rozpony stájí je situace závažnější až kritická. Dále ji zhoršuje stoupající biologická zátěž, čelnost interiéru, zhoršující se tepelně technické vlastnosti obvodového pláště a stavebních konstrukcí a vzrůstající negativní vlivy technologie ustájení, krmení a ošetřování. Nebezpečná až kalamitní situace vzniká, blíží-li se teplota venkovního vzduchu ke kritickým hodnotám a relativní vlhkost k maximální hodnotě.

VÝSLEDKY

ZÁSADY PRO ŘEŠENÍ VĚTRACÍCH SYSTÉMŮ PRO ŠIROKOROZPONOVÉ STÁJE

Je třeba si uvědomit, že větrací systém je sice velmi důležitým činitelem při tvorbě mikroklimatu stáje a stájového prostředí, není však jediným činitelem, který vytváří určité mikroklima a stájové prostředí. Každá stáj se vyznačuje konkrétní technologií, mechanizací, druhem a kategorií zvířat, výrobními a pracovními postupy, charakteristikou provozu, tepelně technickými vlastnostmi stáje a lokalitou, na níž je nebo bude stáj vybudována. Hlavním úkolem větracího systému je přivádět a rozvádět čerstvý vzduch do stáje až na místo spotřeby požadovanou rychlostí a odvádět zkažený vzduch ze stáje do rozptylové oblasti. Kromě toho se má aktivně podílet na tvorbě příznivého mikroklimatu stáje a pohody stájového prostředí jako výslednice mnoha činitelů.

Vhodným rozvodem vzduchu až do dýchací zóny zvířat lze zabránit řadě negativních vlivů na tvorbu stájového prostředí a omezit působení negativních činitelů. Rozvodem vzduchu až do dýchací zóny zvířat můžeme mnohé rušivé vlivy na proudění vzduchu v prostoru stáje vyloučit a odstranit většinu následných chyb a poruch. Většinou lze zabránit tomu, aby škodliviny produkované ve stáji pronikaly do dýchací zóny zvířat. Tím, že záměrně a cílevědomě přivádíme čerstvý vzduch až do dýchací zóny každého zvířete, řešíme současně i mnohé problémy, zajišťujeme příznivý vývoj mikroklimatu a zároveň vytváříme příznivé podmínky pro tvorbu pohody stájového prostředí.

Přechodem z jednotkových větracích systémů na systém centrálně zajišťovaného rozvodu vzduchu zabezpečujeme mnohé úkoly, které by se jinak musely řešit samostatně. Tak například:

1. zajišťujeme vysokou prostorovou rovnoměrnost podle teploty, vlhkosti a rychlosti vzduchu, neboť na každé ustajovací místo je rozvodem přiváděn čerstvý vzduch s téměř stejnými vlastnostmi (teplotou, vlhkostí, rychlostí, čistotou);
2. tím, že čerstvý vzduch nepřetržitě proudí do dýchací zóny každého zvířete, tvoří se určitý tlakový spád a podmínky pro určitý směr prou-

dění, a to od zvířete do okolního prostoru stáje, čímž se omezuje pronikání zkaženého vzduchu a škodlivin od jiných zdrojů do dýchací zóny;

3. vhodným umístěním a nasměrováním výustek čerstvého vzduchu lze využít proudícího vzduchu k ochlazování zvířat při vysokých venkovních teplotách v letních měsících;

4. vhodným umístěním otvorů pro odvod zkaženého vzduchu můžeme vyprodukované teplo, popř. teplo přivedené do stáje, přenášet z míst, kde je ho nadbytek, do míst, kde je ho nedostatek (K a d l e c, 1972, 1980a, 1981), např. do oblasti podél stěn (K a d l e c, 1978), a tak snížit nepříznivé účinky záporné radiace;

5. vytváříme předpoklady pro zpětné využívání regenerovaného tepla ze zkaženého vzduchu;

6. umístěním ventilátorů do centrální strojovny vzduchotechniky umožňujeme:

- zkrátit rozvod elektrické instalace,
- zvýšit přehled o provozu a stavu ventilátorů,
- zjednodušit opravy a údržbu na ovládací, regulační a hnací části větracího systému a přenést je mimo stájový prostor,
- snížit hlučnost ve stájovém prostoru,
- jednoduchým způsobem vyřešit záložní a havarijní provoz větracího systému,
- vytvořit dobré podmínky pro efektivní úpravu vzduchu (čištění, ohřívání, chlazení atp.),
- zjednodušit zařízení pro vnitřní a vnější signalizaci poruch na hnací a ovládací části větracího systému;

7. významně potlačujeme rušivé vlivy na tvorbu mikroklimatu a tvorbu stájového prostředí;

8. zjednodušujeme výpočet větrací výkonnosti, neboť se stanovuje jen dolní (zimní provoz) a horní (letní provoz) mez výkonnosti. Dolní mez Q_{min} se stanovuje podle metabolických potřeb zvířat a horní mez Q_{max} se vypočítá podle požadovaných ochlazovacích účinků. V intervalu Q_{max} a Q_{min} a naopak se řídí potřebná výkonnost regulačním zařízením podle teploty vzduchu ve stáji;

9. odstraňujeme nutnost seřizovat větrací systém na letní a zimní provoz;

10. provoz v průběhu roku se může řídit jen jedním parametrem, a to změnou výkonnosti větracího systému;

11. zajišťujeme vysokou větrací účinnost a využití větracího vzduchu;

12. snižujeme, popř. odstraňujeme zkratové proudění, což je důležité při úpravě větracího vzduchu, při využívání odpadového tepla a dosahování vysoké větrací účinnosti větracího systému;

13. zajišťujeme příznivé mikroklima a pohodu stájového prostředí ve stájích s většími až velkými rozpony, s vysokými biologickými zátěžemi a vysokou koncentrací zvířat;

14. výrazně oddělujeme nasávací oblast čerstvého vzduchu od rozptylové oblasti zkaženého vzduchu;

15. podstatně zvyšujeme hygienu ve stáji a v jejím okolí zlepšujeme kulturu práce.

Při technickém řešení větracích systémů je třeba vycházet z uvedených skutečností a z dalších zkušeností uvedených v literatuře (C h y s -

ký aj., 1971; Smolík aj., 1970; Špinar, 1958; Kadlec — práce již citované i další]. Dále je třeba znovu zdůraznit, že větrací systém pracuje jako složka složitěho biologicko-technického systému (BTS) a spolu s ostatními složkami (podsystemy) vytváří zcela určité stájové prostředí.

ZÁVĚR

Příspěvek se zabývá objasňováním problematiky větrání velkokapacitních stájí s vysokými biologickými zátěžemi. Analyzuje větrání jednotkovými větracími systémy ve velkokapacitních stájích, uvádí problematiku větrání širokorozponových stájí, automatické regulace a řízení větracího systému, objasňuje vlivy na tvorbu mikroklimatu a na formování stájového prostředí a naznačuje způsob řešení. Skutečnosti uvedené v článku se opírají o výsledky autorovy vědeckovýzkumné, projekční a zkušební činnosti a o poznatky z provozu vzduchotechnických zařízení v nejrůznějších typech stájí a podmínkách provozu.

Literatura

CHYSKÝ, J. — OPPL, L. a kol.: Větrání a klimatizace. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1971. 561 s.

KADLEC, V.: Výzkum proudění vzduchu v zemědělských objektech. [Výzkumná zpráva, díl I a II.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1968.

KADLEC, V.: Proudění vzduchu v klecích pro chov nosnic. Zeměd. Techn., 16, 1970, č. 3, s. 119-130.

KADLEC, V.: Zviditelňování proudů vzduchu ve větraných prostorách. Zeměd. Techn., 17, 1971, č. 2, s. 75-84.

KADLEC, V.: Hodnocení ventilačních systémů v zemědělském provozu. Zeměd. Techn., 18, 1972, č. 6-7, s. 443-457.

KADLEC, V.: Větrací účinnost a větrací výkonnost. Zeměd. Techn., 23, 1977, č. 9, s. 529-534.

KADLEC, V.: Větrací systémy a prostorová rovnoměrnost. In: Sbor. Vys. šk. zeměd., Fak. mechaniz., Praha, 1978.

KADLEC, V.: Větrání širokorozponových stájí s centrálním rozvodem vzduchu a zajišťování bezporuchové tvorby pohody stájového prostředí. [Výzkumná zpráva.] Praha, Vysoká škola zemědělská 1980a.

KADLEC, V.: Zajišťování bezporuchového provozu větracích systémů a tvorby pohody stájového prostředí. In: Sbor. Ref. ČSVTS, D. T. Bratislava 1980b.

KADLEC, V.: Soubor zpráv a expertíz ze zkoušek větracích systémů a měření parametrů mikroklimatu v zemědělských objektech. Praha, Vysoká škola zemědělská 1965 až 1981a.

KADLEC, V.: Větrání zemědělských objektů a servisní služba. In: Účelová publikace MZVŽ. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1981b.

SMOLÍK, J. a kol.: Technika prostředí. Praha, Státní nakladatelství technické literatury 1970.

ŠPINAR, B.: Vzduchotechnická zařízení. Praha, Práce 1958. 310 s.

Došlo dne 3. 2. 1982

КАДЛЕЦ, В. (Сельскохозяйственный институт, Прага): Вентиляция коровников ангарного типа. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3): 177-187.

Вентиляция животноводческих помещений ангарного типа с высокими биологическими нагрузками требует совсем другого решения вентиляционной системы, чем у животноводческих помещений с мелкопроизводственными формами разведения, с малыми пролетами и с малой вместимостью животных. Однако решение этих систем, как и разработка дальнейших проектных вопросов, становятся более трудными. В условиях промышленного разведения животных в создании среды животноводческого помещения значительно участвует целый ряд факторов, не встречающихся в мелком производстве, а поскольку они и встречались, их влияние, как правило, было малым, с которым не считались. При проектировании сельскохозяйственных построек, механизации вентиляции и другого машинотехнологического оборудования необходимо исходить из зоотехнических, ветеринарных, санитарно-гигиенических, кормовых требований, а также из требований других биологических дисциплин.

микроклимат; создание среды животноводческого помещения; система вентиляции; центральная вентиляция; поток воздуха; регулирование вентиляции; пространственная равномерность; первичный и вторичный поток; обратные течения

KADLEC, V. (University of Agriculture, Praha): Ventilation in Wide-Spacing Housing Premises. Zeměd. Techn., 29, 1983 (3): 177-187.

The ventilation of wide-spacing stables with a high biological load requires that the ventilation systems should be designed in a different way from the stables used in small-scale production systems and stables with a narrow spacing and low capacity. It is a more difficult task to design these systems and to solve other constructional problems. The stable microclimate under the large-scale production conditions is influenced by a number of factors which did not occur in small-scale production (if they did occur, their effect was negligible). The designing of buildings, mechanization of ventilation and other mechanical and technological equipments should respect the zootechnical, veterinary, hygienic, health, nutritional and other biological requirements.

microclimate; influences on stable microclimate; ventilation system; central ventilation; air flow; ventilation control; spatial uniformity; primary and secondary flow; back flows

Adresa autora:

Doc. ing. Vladimír Kadlec, CSc., Vysoká škola zemědělská, 160 21 Praha 6 - Suchbát

Výběr z přírůstků

Ústřední zemědělské a lesnické knihovny ÚVTIZ

z úseku zemědělská technika

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

C 8.421/477-478

Resultats principaux des essais OCDE de tracteurs agricoles. (Edit. 1981). Tome 1: Marques AGRIA à I. M. R.

Antony, CEMAGREF 1981. 83 s. Etudes du CEMAGREF — Technologies de l'agriculture No 477-478. (Traktory kolové — zkoušení — přehledy — Francie — zprávy)

C 8.421/479/2

Resultats principaux des essais OCDE de tracteurs agricoles Tome 2: Marques I. M. T. à ZETOR.

Antony, CEMAGREF 1981. 178 s. Etudes du CEMAGREF — Technologies de l'agriculture. No 479. (Traktory kolové — testy — zkoušení — Francie — zprávy)

C 11.642/3414/555

Tracteur agricole CARRARO DI GIOVANNI — Type 3600 RS „TIGRONE“. Demandeur: Etablissements Blanchot, Chateau Thierry.

Antony, CNEEMA 1981. 8 s., obr., tab., gr. Essai No 3414. (Traktory kolové — CARRARO DI GIOVANNI — typ 3600 RS „TIGRONE“ — zkoušení — Francie — zprávy)

C 11.642/3439/558

Tracteur agricole GOLDONI — Type 233. Demandeur: SOCIETE GOLDONI FRANCE, PIERRE LATTE.

Antony, CNEEMA 1981. 7 s., obr., tab., grafy. Essai No 3439. (Traktory kolové — GOLDONI — typ 233 — zkoušení — Francie — zprávy)

C 11.642/3507/565

Tracteur agricole Hürlimann — Type H-470 A. Demandeur: Interagra S. A. Toulouse Cedax.

Antony, CNEEMA 1981. 9 s., obr., tab., grafy. Essai No 3507. (Traktory kolové — HÜRLIMANN — typ H-470 A — zkoušení — Francie — zprávy)

HOSPODAŘENÍ S PALIVY A ENERGIÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Významným hlediskem v současném posuzování potravinářského průmyslu je i spotřeba energie. Potravinářský průmysl jí celostátně spotřebovává asi 5 % z množství určeného pro výrobní sféru. Do potravinářské výroby, u které převažuje cena suroviny, se spotřeba energie ekonomicky příliš nepromítá. Limitem se dnes nestává cena energie, ale míra její dostupnosti. Z tohoto důvodu nám není lhostejné, že spotřeby energie v našem potravinářském průmyslu jsou vyšší než ve vyspělých zemích.

Průběh spotřeby paliv a energií v potravinářském průmyslu jako celku měl stoupající trend až do r. 1977. Od té doby je zřejmá stagnace spotřeby energie při dalším růstu výroby potravin a zlepšování sortimentu i balení potravin. Do roku 1977 je patrný mírný pokles tuhých paliv a mírný nárůst ušlechtilých paliv, včetně nakupované energie.

Skladba prvotních spotřeb podle druhů paliv a energií je tato:

tuhá paliva	20 až 40 %
plynná paliva	8 až 30 %
kapalná paliva	18 až 25 %
elektrická energie (nákup)	20 až 22 %
nakupované teplo	11 až 5 %
pohonné hmoty	asi 5 %

V technologické spotřebě výrazně převažuje podíl tepelné energie (pára).

Porovnáme-li spotřebu energie v zemědělství a v potravinářském průmyslu, vidíme, že má rozdílnou strukturu. Vcelku je spotřeba energie v potravinářském průmyslu mírně vyšší než v zemědělství.

Z hlediska nákladů na energii činí v potravinářském průmyslu tato hodnota asi 2 až 10 % z hrubé výroby, v průměru jsou náklady na energii menší než 5 %. Při horní hranici nákladů jsou mrazírny a cukrovary.

Pořadí oborů potravinářského průmyslu podle jejich celkových spotřeb energie v procentech:

cukrovary	28,5
pivovary a sladovny	15,0
mlékárenský průmysl	12,9
masný průmysl	10,2
konzervárny a lihovary	10,0
tukový průmysl	8,1
drůbežářský průmysl	4,4
mlýny a pekárny	3,3
čokoládovny	2,5
škrobárny	2,2
mrazírny	1,3
ostatní	1,7
	100 %

PŘEHLED SMĚRŮ RACIONALIZACE SPOTŘEB PALIV A ENERGIÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU PODLE JEDNOTLIVÝCH OBORŮ

Úkolem inovačního procesu v cukrovarnickém průmyslu, největším spotřebitelem energie v potravinářském průmyslu, je postupně zavádět nové výrobky — tekuté cukry, surový cukr, afinádu a rafinovaný cukr pro průmyslové účely. Racionalizace výrobních postupů vede ke snížení spotřeby energie a přitom se spotřebitelům a zpracovatelskému průmyslu dodává cukr v požadované formě a kvalitě. Inovace se projeví ve změnách — především ve zjednodušení — výrobních schémata. Výroba

tekutých cukrů zkracuje výrobní proces tím, že se snižuje převážka a vypouští se jeden nebo více krystalizačních stupňů. V současné době dodává cukrovarnický průmysl čtyři druhy tekutých cukrů, a to KS (krmný sirob), TC 90 (těžkou šťávou), TC 98 (klér) a TR 99 (tekutou rafinádou pro náročné odběratele). Dále byl na trh zaveden surový cukr v drobném spotřebitelském balení. Důležitým výrobkem, který výrazně zasahuje do dosavadních výrobních schémat cukrovarů, je afináda produkovaná v surovarnách. Tímto výrobkem lze nahradit rafinovaný cukr u odběratelů méně náročných na kvalitu, jako jsou mísirny krmiv, výroba piva, marmelád apod. Při výrobě afinády se sice mírně zvýší spotřeba paliv v surovarně, protože se vrací afinační sirob, ale to je více než dvojnásobně kompenzováno úsporou energie v rafinerii. Výroba tak zvaného rafinovaného cukru průmyslového, který je určen pro náročnější průmyslové zpracování, vedla ke snížení spotřeby páry, kterého se dosáhlo tím, že byla odstraněna převážka těžké šťávy a byl zaveden jednotný nátah, což představuje snížení o 0,068 t měrného paliva na tunu cukru. Při výrobě šťavního krystalu byl uplatněn realizační výstup rozpouštění afinády v lehké šťávě, používání lehké šťávy jako opravné vody a jednotný nátah k vaření krystalové cukroviny. Těmito úpravami se snižuje spotřeba páry o 30 % na hmotnost vyrobeného cukru. V rafinériích byla zavedena výroba tří jakostních druhů cukru. Snižování převážky přineslo úsporu 0,011 t m. p. na tunu vyrobeného cukru, zrušení odbarvování snížilo náklady o 1,8 Kčs na tunu cukru.

V tukovém průmyslu jsou realizována organizačně-strukturní opatření (výstavba nové surovarny, zrušení singulární lisovny i zastaralé extrakce). Dále se uplatní nový systém výroby pracích prostředků.

Pivovarsko-sladařský průmysl se zaměřuje na užití přímého chlazení kvasných a ležáckých nádob, na lepší využití klimatických poměrů při chlazení a na využití odpadních tepel z hvozdů sladoven.

V masném průmyslu se zvyšuje účinnost udíren, řeší se tepelné opracování a zchlazování masných výrobků bez obalů, využívá se teplo ze sušáren umělých kolagenních obalů.

V mlékárenském průmyslu je úspora orientována na zlepšení energetické účinnosti rozprašovacích sušáren a na lepší hospodaření s kondenzáty.

V konzervářském průmyslu se řeší úspory při destilaci lihu a využití tepla při spalování melasových výpalků.

• PŘEHLED RACIONALIZACE SPOTŘEB ENERGIE PODLE PRŮŘEZOVÝCH HLEDISEK (ZÁKLADNÍCH POCHODŮ)

1. Základem energetického hospodaření v každém potravinářském závodě je kotelní hospodářství, neboť 85 % tepelné energie se spotřebovává ve formě páry. Na konci roku 1980 bylo v ČSR asi 500 závodů, v nichž bylo 1000 kotlů s průměrným instalovaným výkonem 5 t/h. Z tohoto počtu kotlů je polovina v provozu méně než 20 let, ale asi 350 kotlů se využívá déle než 40 let. Při předpokladu, že se počet kotlů sníží na 700, zvýší se jmenovaný výkon na 7 t/h a účinnost ze 73,8 na 82,4 %, činí úspora z celkové spotřeby 8,6 %. Náklady na kotelný a energetický zařízení představují až 20 % celkových investičních nákladů, proto je nutné věnovat se těmto otázkám i výzkumně. Jde zejména o vytváření potravinářských kombinátů se společným energetickým hospodářstvím, o napojování závodů na teplárny, užití odběrových i přetlakových turbín. Pro zásobování teplem potřebuje potravinářský průmysl vhodný typ i dimenze kotlů z hlediska rychlého náběhu, pružného provozu, zpravidla nutného spolehlivého nepřetržitého zásobování teplem (např. mlékárny — celoroční provoz). S ohledem na požadovanou čistotu potravinářské výroby a možnou kontaminaci potravin je nutné i v budoucnu preferovat ušlechtilá paliva.

2. Pro racionalizaci spotřeb energie je třeba zlepšit hospodaření s kondenzáty. S výrobou páry souvisí i rozvody, včetně fungujících armatur, a zejména hospodaření s kondenzáty. Správná funkce odvaděčů kondenzátu (na ztrátách se mohou podílet až 20 %), těsnost potrubí, nepřipustnost přímého ohřevu párou, zabránění úniku i znečištění kondenzátu, popřípadě úprava kondenzátu pro napájení, jsou základem dobré účinnosti kotelního hospodářství. Pro správné hospodaření s kondenzáty je rovněž důležité, aby byl použit vhodný materiál na výrobu potrubí a aby konstrukce armatur byla perfektní.

3. Jedním z nejpoužívanějších tepelných pochodů v potravinářském průmyslu je odpařování a sušení nebo jejich kombinace. U odpařování lze až šesti-

stupňovými odparkami snížit spotřebu páry na hodnoty pod 0,2 kg páry na kilogram odpařené vody, popřípadě je možné užít mechanické rekompresce brýd. U takové odparky je spotřeba páry ještě menší a spotřeba vody je minimální. Celkové náklady jsou o polovinu nižší než u šestistupňových odparek. Je zřejmé, že jednostupňové odparky či duplikátory by se neměly používat, ale volba počtu těles je technicko-ekonomickým úkolem. Zvyšováním počtu těles se zvyšují investiční náklady, také provoz a čištění jsou technicky náročnější. Odpařování je v potravinářském průmyslu podmíněno především technologickými vlivy (přípustná teplota odpařování, doba působení této teploty, tvorba inkrustací a pěny, sušina nátoku, požadované zahuštění i zpracovávané množství).

Procesu sušení často předchází zahuštění látky odpařováním. V takovém případě je nutné oba pochody posuzovat společně a uvážit, že sušení představuje několikanásobně (až desetinásobně) energeticky náročnější pochod než odpařování. Proto je snaha zvyšovat stupeň zahuštění potravin, a to i speciálními odparkami (Centritherm, mechanické seškrabování filmu). K úpravě sušiny potravin-polotovaru se kvůli snadnější výrobě často používají již suché produkty, namísto toho, aby se látka zahustila energeticky výhodnějším pochodem — odpařováním. U některých sušených výrobků jsou problémy s jejich regenerací (rehydratací). Chybí nezaváděná voda k rozpouštění, ačkoliv biologicky přirozená voda byla dříve energeticky náročně odebírána (např. dětská výživa). Vhodné způsoby pro z hospodárnění sušáren jsou: použití výměníků tepla (úspora asi 25 %), dvojestupňového sušení, nízkoteplotních sušáren; exaktní řízení provozu včetně dosahovaného stupně usušení potravin, předřazení mechanických způsobů separace tekutiny (např. lisování).

V posledních letech se místo odpařování často používá membránové techniky. I když je nutné tuto techniku chápat především jako techniku separační (dělení tekutin podle velikosti molekul), je možné ji využít i v potravinářském průmyslu, a uspořít tak značný podíl energie. Výhledově se počítá s tím, že bude tvořit předřazený stupeň k odpařování.

4. Konzervace potravin teplem je nejstarším a stále účinným způsobem uchovy potravin. Energeticky nejméně výhodný, ale u nás nejrozšířenější způsob je pastace či sterilace výrobků v obalu (plechu, skle), ať již jako proces přetržitý, či výhodněji — v kontinuálních sterilátorech. Budoucnost nesporně patří aseptickému průtokovému ohřevu (včetně výměny tepla) a aseptickému plnění a balení tekutých, polotekutých i kouskovitých materiálů. Tento aseptický proces je dnes chápán již ne jen jako proces zvyšující kvalitu konzervovaných potravin, ale hlavně jako proces, který významně snižuje komplexní energetickou náročnost výrobku (včetně obalu a skladování jak hotových potravin, tak polotovarů). K tomuto cíli směřoval i vývoj výměníků se seškrabávaným povrchem (votátorů).

5. Využití druhotných zdrojů tepla. V potravinářském průmyslu odchází velké množství tepla, zpravidla o nízkém teplotním potenciálu, např. vzduch ze sušáren o teplotě 80 až 100 °C, voda o teplotě 70 až 75 °C, brýda z varných nádob o teplotě 90 °C, spaliny z pekařských pecí o teplotě 200 až 250 °C atd. Tohoto tepla je nutné využít především ve vlastním zařízení, tj. užít rekuperace či regenerace tepla. Dále je vhodné tímto teplem ohřívat vodu na mytí apod. Pro výměníky tepla je však v potravinářském průmyslu vážnou komplikací znečištění média organickými látkami, které se těžko odstraňují, působí korozi, kontaminaci apod. Z toho vyplývající větší složitost v tepelném rozvodném systému zhoršuje možnost čistit zařízení, zvyšuje mikrobiální kontaminaci a vede k problémům u údržbě. Je proto zapotřebí používat pro teplosměnné plochy speciální materiály, plně dořešit čistitelnost zařízení, dosáhnout nízkých teplotních spádů médií a vyřešit přístupnost pro údržbu. Zpravidla je vhodné využít druhotných zdrojů tepla v systému přečerpávací tepla, a tak zvýhodnit teplotní potenciál.

6. Měření spotřeb energií a paliv je v potravinářském průmyslu na nízké úrovni. Na nejnižší úrovni je měření množství páry — nejpoužívanějšího nositele energie. Zajistit dobrou funkci měřicího zařízení však není ani levné, ani provozně jednoduché. Proto nemá význam instalovat nadbytek podružných měřičů. Měření spotřeb není samoučelné, se získanými hodnotami se musí dále pracovat, ne je jen evidovat, jinak nemá význam. Jedině exaktním měřením lze odhalit nahodilé a nesprávné vedení výrobního procesu, včetně včasného ukončení ohřevu, ochlazení, mrazení.

7. Energií je možné hospodařit i bez velkých technických zásahů, spíše zaměřením pozornosti na běžné provozní záležitosti: je nutné mít v pořádku izolaci, armatury, měřicí přístroje, pro vytápění užívat termostatické ventily, pro mytí nahradit plný výtok sprchovým proudem, popřípadě na nožní ovládání a s automatickým uzávěrem kohoutku nebo hadice při ukončení mytí atd. V žád-

ném případě nelze v potravinářském průmyslu snižovat spotřebu energie tím, že by se omezovaly činnosti na úseku hygieny pracovníků a sanitace strojního zařízení či objektů.

8. Dosud neřešená je otázka dynamiky spotřeb energií v potravinářském průmyslu při zahajování nebo ukončování výrobního pochodu, proměnlivé časové zatížení v průběhu dne, kampaně, roku. Důležitost této otázky vyplývá z toho, že neustálé stavy ve spotřebě rozhodují o potřebné kapacitě zdrojů (kotlů, výměníků, trafostanic). Přitom je skutečností, že právě potravinářské provozy pracují zpravidla na jednu směnu, mají sezónní či kampaňový charakter.

ZÁVĚRY

Nízký podíl nákladů na energii v celkových nákladech na výrobu potravin neumožňuje zvýšit ekonomický tlak na racionální využívání paliv a energií (i když rostou náklady na energii, vodu i zachování životního prostředí). Základním úkolem v potravinářském průmyslu zůstane na jedné straně bezeztrátové zpracování zemědělské suroviny v nutných objemech podle produkce a na druhé straně zajištění dodávek pro obchod podle potřeb společnosti. Přesto však z národohospodářského hlediska musí i potravinářský průmysl věnovat hospodaření s palivy a energií prvořadou pozornost.

Racionalizace spotřeb paliv a energií v potravinářském průmyslu vyžaduje:

- a) zlepšit technickou úroveň technologických strojů a zařízení, včetně jejich energetické účinnosti;
- b) vypořádat se s obecnou zastaralostí kotelen jakožto výrobce hlavního nositele energie v potravinářském průmyslu;
- c) při každé investiční akci, rekonstrukci, modernizaci se zabývat optimalizací spotřeb energie. Při zavádění nových výrob, výrobních systémů, obalů zvažovat účinek na hospodaření s energií zejména vyjádřením tzv. konečné (komplexní) spotřeby energie;
- d) zvýšit profesní úroveň energetických útvarů na závodech, VHJ, projekci;
- e) je nutné, aby Chepos zařadil do svého výrobního programu odparky s mechanickou rekompresí brýd, membránovou techniku a aseptické zpracování potravin;
- f) protože výzkum energetiky v potravinářském průmyslu je silně poddimenzován, je nutné po jeho vybudování, popřípadě v kooperaci a mezinárodní spolupráci, postupně řešit tato témata:

- analýza kotelního hospodářství v potravinářském průmyslu z hlediska jeho značné zastaralosti, nízké energetické účinnosti a palivové základny;
- snížení energetické náročnosti největšího spotřebitele energie v potravinářském průmyslu, tj. cukrovarnického průmyslu, především přestavbou struktury typů závodů, zdokonalením techniky a technologie;
- snížení spotřeby energie u hlavních jednotkových pochodů v potravinářském průmyslu, zejména u odpařování, sušení, pečení, sterilace, vaření;
- kombinace potravinářských výrob z hlediska výroby energie (tepelné energetické centrály — odběrové protitlakové turbíny) a optimalizace energetických spotřeb, včetně kombinace teplo—chlad (absorpční chlazení), i přečerpávání tepla;
- optimalizace volby obalů z hlediska komplexní energetické náročnosti, tj. včetně výroby obalových materiálů, obalů, balicí techniky, způsobu konzervace a skladování, distribuce, vratnosti obalů, event. recyklace materiálů pro výrobu obalů;
- analýza energetické náročnosti různých systémů přípravy pokrmů jako konečné fáze potravinového řetězce, a to u průmyslové výroby pokrmů, při společném stravování a v domácnostech.

Ing. Miloslav A d a m, CSc.

Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha