

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

6

ROČNÍK 29 (LVI)
PRAHA
ČERVEN 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. František 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, CSc., doc. ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Šteffl, CSc., Josef Višínský, CSc.

Za vedení časopisu odpovídá ing. Jiří Fiala, DrSc.

Redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství,
Praha 1983

■

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

■

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

■

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

Nutnost zefektivňovat spotřebu všech druhů paliv a energie, zdůrazněná XVI. sjezdem KSČ a promítnutá do hlavních směrů hospodářského a sociálního rozvoje ČSSR pro léta 1981 až 1985, vystupuje do popředí i v resortu zemědělství a výživy. Náročné úkoly související se zabezpečením výživy našeho lidu i variabilní výrobní podmínky zemědělských podniků vyplývající zejména z přírodních a klimatických podmínek kladou v zemědělství zvýšené nároky na palivoenergetické hospodaření. Vyžaduje se specifický přístup k řešení problematiky spotřeby paliv a energie v podmínkách současné i výhledové energetické situace ČSSR.

V letech 1970 až 1980 se v odvětvích řízených FMZVž zvýšila spotřeba paliv a energie o 68,7 %. Na přírůstek 1 mil. Kčs hrubé výroby připadalo zvýšení spotřeby paliva energie (bez motorové nafty) v zemědělství o 2,5 TJ, v potravinářském průmyslu o 0,46 TJ. Toto zvyšování energetické náročnosti zemědělské výroby bylo adekvátní úbytku pracovních sil a jejich nahrazení technikou, tj. procesu zprůmyslnění zemědělské výroby, koncentrace a specializace. Tyto tendence se však projevují i v ostatních zemích s intenzivní zemědělskou výrobou. Vývoj spotřeby paliv a energie v ČSSR byl v zemědělství ovlivněn zejména:

- budováním výrobní a zpracovatelské kapacity o vyšší koncentraci, což znamenalo i zvýšení nároků na spotřebu paliv a energie;

- rozvojem sušárenství, které dosáhlo nebývalého rozsahu. Vždyť v letech 1970 až 1980 bylo vybudováno 570 sušáren, výroba úsušků se zvýšila z 243 tisíc tun na 1,008 miliónu tun. Toto zvýšení znamenalo i zvýšení spotřeby lehkých topných olejů ze 140 tisíc tun na 460 tisíc tun. Na druhé straně je třeba dodat, že na dovoz adekvátního množství bílkovin v pokrutinách by bylo nutné vynaložit víc než 360 miliónů Kčs fco, což i při současných cenách ropy je podstatně víc, než činí devizový náklad na případný dovoz paliva spotřebovaného k sušení.

Tím chci naznačit, že v zemědělství jsou případy, kdy nelze jednoznačně prohlásit, že využití zvýšených energetických vkladů bylo neracionální a neekonomické.

Při současném trendu růstu spotřeby paliv a energie v zemědělství by se spotřeba do roku 1985 zvýšila o 11,5 %. Vzhledem k předepsaným úsporám paliv a energie je však nutné spotřebu v této pětiletce snížit o víc než 994 tisíce tun měrného paliva. Úkol to není lehký a jeho plnění vyžaduje plné využití všech rezerv v této oblasti. Pozornost je zaměřena jak na snižování spotřeb organizačními a racionalizačními opatřeními, tak na snižování spotřeb výběrem vhodnějších technologických postupů s nižší energetickou náročností a v neposlední řadě na využívání nových (netradičních) energetických zdrojů. Významný podíl nese vědeckovýzkumná základna našeho resortu, která svou prací napomáhá vytvořit předpoklady pro realizaci úspor vytyčených cílovým programem zemědělství a výživy. Zařazením otázek energetiky do úkolů státního plánu technického rozvoje byly vytvořeny základní podmínky pro zdárné řešení závažných úkolů. Na příkladu kapalinových slunečních kolektorů jsme se poučili a došli jsme k závěru, že pro účelné a systematické zavádění nových zdrojů do široké zemědělské

praxe je nutné vytvořit v zemědělských podnicích podmínky v předstihu a zabezpečit vysokou úroveň výroby i servisu. Přesvědčily jsme se rovněž o tom, že iniciativa zemědělských podniků je vysoká, zájem o řešení problémů společnosti je jim vlastní. Úkolem vědeckovýzkumné základny musí být především zabezpečit informovanost široké zemědělské praxe a připravit ji na realizaci racionalizačních opatření a zavádění výsledků výzkumu v co nejkratší době po ověření systémů.

O tom, že v oblasti výzkumu této náročné problematiky bylo dosaženo v poměrně krátké době řady významných výsledků, z nichž mnohé byly neprodleně aplikovány do široké praxe, mají podat svědectví příspěvky uveřejněné v tomto čísle časopisu Zemědělská technika i další články, které budou zveřejňovány v dalších číslech.

*Ing. Vladimír D u f e k
Federální ministerstvo zemědělství a výživy*

VLIV NETRADIČNÍCH ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ NA VÝVOJ SPOTŘEBY PALIV A ENERGIE V ZEMĚDĚLSTVÍ

S. Haš, R. Adamovský

HAŠ, S. — ADAMOVSÝ, R. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Vliv netradičních energetických zařízení na vývoj spotřeby paliv a energie v zemědělství*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (6) : 323-332.

Netradičních zdrojů energie je možné používat především v objektech živočišné výroby, popřípadě v dílenských provozech a sociálních zařízeních, ale i ve skleníkových komplexech a některých zpracovatelských zařízeních. Na základě dnešních poznatků lze již formulovat některé požadavky na sestavy integrovaných energetických systémů i na rozsah využívání nových zdrojů energie. V období kolem roku 1990 lze očekávat, že nové zdroje energie nahradí paliva a energii v rozsahu 12 až 15 PJ (400—500 tis. tnp), což bude asi 10 % energie spotřebovávané v té době v zemědělství. Do roku 2000 je reálná náhrada 30 až 40 PJ, což bude asi 20 % spotřeby paliv a energie v té době. Ekonomická efektivnost nových zdrojů energie integrovaných v energetických systémech je příznivá. V každé vhodné sestavě se snižují provozní náklady na energii. V mnoha objektech se zcela nahrazují tradiční paliva pro vytápění objektů, popř. i pro ohřev užitkové vody.

netradiční zdroje energie; integrované energetické systémy; sluneční kolektory; tepelná čerpadla; účinnost konverze paliv a energie

Novými zdroji energie v zemědělství je biologické teplo zvířat a jejich užitných i odpadních produktů a sluneční záření transformované v teplo. Dalšími netradičními zdroji energie je především odpadní teplo z technologických procesů. Pro zemědělství se počítá s využitím odpadního tepla nejen z vlastních technologických procesů, ale zejména z energetických zařízení, průmyslových podniků, klasických kondenzačních i jaderných elektráren. V malé míře se počítá i s využíváním geotermálního tepla, malých vodních elektráren a v příhodných podmínkách i větrné energie.

Specifickým zdrojem odpadního tepla v zemědělství je především biologické teplo zvířat. Všechno teplo produkované zvířaty se sdílí do prostředí stájí a jeho velká část je dosud bez užitku odváděna větráním do okolního venkovního prostředí. Toto teplo lze získat pomocí rekuperačních výměníků nebo tepelných čerpadel.

Již dnes je dobře realizovatelné využívání biologického tepla z chlazeného mléka. Energetický efekt je významný, zchlazením mléka na teplotu 4 °C lze získat teplo k ohřevu asi 0,8 litru vody na teplotu 45 až 55 °C. Obdobně je možné získat teplo pro ohřev vody i u ostatních chladicích zařízení, např. pro ovoce a zeleninu.

Značné množství tepla je ve výkalech zvířat. Lze je využít pomocí tepelných čerpadel přímo ve stáji nebo při skladování v otevřených jímkách, v nichž vzniká aerobní kvasný proces.

V souvislosti s využitím výkalů zvířat se objevuje možnost výroby bioplynu, který vzniká při anaerobním kvasném procesu. Již vyráběná zařízení zpracovávají

tekutý hnůj na bioplyn, tuhý sediment a čistou vodu, nebo jen na bioplyn a tekuté hnojivo. Plyn se používá k přímému spalování nebo se skladuje v plynojemu, popř. stlačený nebo zkapalněný v nádobách. Řeší se i způsoby komplexního využívání bioplynu pro výrobu elektrické energie a tepla. Zařízení mají velmi vysokou energetickou účinnost.

Na celém světě se intenzivně zavádí využívání sluneční energie pro ohřev vody nebo vzduchu pomocí slunečních kolektorů. Vzduchových kolektorů se používá především pro sušení nebo dosoušení zemědělských produktů. Výhodné je dosoušení sena, obilí a jiných plodin vzduchem ohřátým jen o několik stupňů nad teplotu okolí. Pro tyto účely jsou kolektory jednoduché, lze jich využívat i při nepříznivých klimatických podmínkách. Sluneční ohřev sušícího vzduchu umožňuje zkrátit dobu sušení, což se velmi příznivě projevuje v kvalitě sena.

Složitější a nákladnější jsou kolektory pro ohřevy vody. I jejich energetická účinnost je poměrně nízká. Jednou z možností, jak účinnost zvýšit, jsou okruhy s tepelnými čerpadly. Další možností jsou energetické střechy, na kterých se teplo získává přímo výparníkem tepelného čerpadla. Zachytí se jak teplo transformované ze slunečního záření, tak teplo ze vzduchu nebo dešťové vody.

Velké možnosti v rostlinné produkci ve sklenících a fóliových krytech poskytuje využití odpadního tepla z elektráren, kompresorových stanic tranzitních plynovodů a některých průmyslových podniků. Tyto zdroje mohou poskytovat i teplo pro nízkoteplotní sušárny nebo jiné technologické účely. U velkých jaderných elektráren se počítá s využitím teplé vody i pro intenzivní chov ryb. Na základě některých zkušeností se také vyskytuje možnost ohřevu volných polních ploch a zálivky otepelnou vodou. Intenzita produkce na takových půdách se zvyšuje velmi významně. Jelikož však ohřev půdy přináší změny v celé biosféře, která má vliv na urychlený vývoj všech organismů, tedy i nekulturních plodin a škůdců, není zatím problém širokého využívání pěstování plodin na oteplných půdách vyjasněn.

Pro vytápění skleníků se v příhodných lokalitách počítá i s geotermální energií teplých pramenů. Z energetického hlediska bude však rozsah využití malý. Právě tak je tomu s energií větru a malých vodních elektráren.

INTEGROVANÉ ENERGETICKÉ SYSTÉMY

Spojováním všech používaných zdrojů energie do integrovaných energetických systémů lze výrazně snížit náklady na akumulaci energie, která je vzhledem k proměnlivému výkonu netradičních zdrojů nezbytná. V zemědělských podnicích je možné zavést integrované energetické systémy s využitím slunečních kolektorů, tepla ze stájového vzduchu, energie z výkalů a odpadních vod, tepla z chlazeného mléka, tepla z tradičních zdrojů energie a paliv se společným velkoobjemovým akumulátorem tepla.

Jako příklad energetických systémů uveďme energetické zajištění odchovny prasat pro 700 prasec v jedné hale pro prasnice a v jedné porodně a s 1200 prasaty v jedné hale pro předvýkrm.

Jako zdroje energie předpokládáme kotelnu, rekuperátory tepla v porodně a v hale pro předvýkrm, tepelné čerpadlo vzduch — voda nebo kejda — voda v hale pro prasnice, elektrickou energii, sluneční kolektory pro ohřev vody, nebo alternativně bioplynovou stanici (obr. 1).

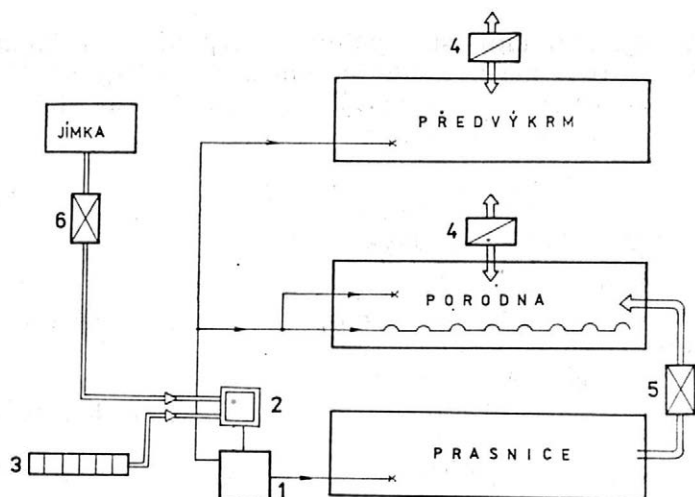
ROČNÍ ZISKY V JEDNOTLIVÝCH OBJEKTECH

P ř e d v ý k r m :

průměrná hmotnost prasete	22 kg
tepelná ztráta objektu	125 kW (při $t_e = -5^\circ\text{C}$)
z toho větráním	90 kW
produkce tepla zvířaty	85 kW
tepelný výkon rekuperace při účinnosti 50 %	je 45 kW

1. Integrovaný energetický systém farmy pro odchov prasat — Integrated energetic system on a pig rearing farm

1. kotelna
2. akumulátor
3. vodní sluneční kolektory
4. rekuperační výměník tepla vzduch—vzduch
5. tepelné čerpadlo vzduch — vzduch
6. tepelné čerpadlo kejda — voda



Celý topný výkon do teploty -5°C je hrazen biologickým teplem zvířat, což znamená roční úsporu energie 780 GJ.

Prasnice se selaty:

průměrná hmotnost prasnice a selat	220 kg
tepelná ztráta objektu (při teplotě -5°C)	155 kW
z toho větráním	120 kW
produkce citelného tepla od zvířat	103 kW
tepelný výkon rekuperace z vlastního objektu při účinnosti 50 %	30 kW
výkon pro podlahové topné desky hrazený v letním období slunečními kolektory	12 kW
výkon hrazený rekuperační nebo tepelným čerpadlem od jalových prasnic	22 kW
celkový tepelný výkon z rekuperace	52 kW

Celý topný výkon je hrazen biologickým teplem a sluneční energií. Roční úspora rekuperační je 718 GJ a sluneční kolektory ušetří v létě 170 GJ.

Prasnice jalové a březí:

průměrná hmotnost	200 kg
tepelná ztráta celkem (při teplotě -5°C)	180 kW
z toho větráním	145 kW
produkce tepla zvířaty	208 kW

Stáj je vytápěna biologickým teplem, přebytek tepla lze použít pro porodnu.

Kancelář a sociální zařízení:

K vytápění může být použito tepelné čerpadlo kejda — voda. Zdroj tepla: kejda od prasnic. Množství tepla v této kejdi obsaženého je 23 GJ, při průměrném výkonu 280 kW. Pro vytápění uvedených prostorů je potřebný topný výkon 40 kW. Potřebu lze tedy i při nízkém využití tepla (15 %) plně pokrýt teplem z kejdy. Roční úspora tepla je pak

340 GJ. Pro činnost tepelného čerpadla a rekuperačních výměníků je ovšem třeba zvýšit spotřebu elektrické energie o 130 GJ.

V případě, že bude vybudována jednoduchá bioplynová stanice, by produkce bioplynu činila:

od prasnice $0,23 \text{ m}^3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$

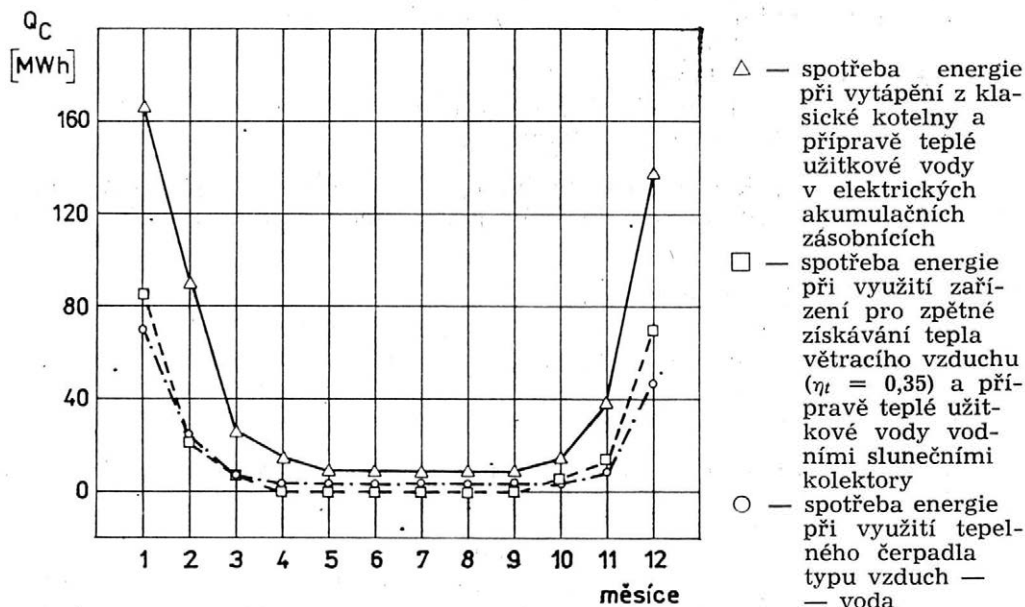
od 10 selat $0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$

od prasete v předvýkrmu $0,10 \text{ m}^3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Po odečtení vlastní spotřeby na fermentační proces je čistý denní zisk plynu 250 m^3 . Tento plyn má energetickou hodnotu $5,5 \text{ GJ} \cdot \text{d}^{-1}$. Průměrný výkon stanice je 68 kW . Plyn se použije pro vytápění všech prostorů farmy, pro přípravu teplé vody a výrobu elektrické energie o výkonu 16 kW . Roční zisk plynu je $90\,800 \text{ m}^3$, roční zisk energie 2000 GJ , z toho elektrické energie 280 GJ .

V první alternativě, bez bioplynové stanice, je celkový roční zisk z netradičních zdrojů energie při použití slunečních kolektorů, tepelných čerpadel a výměníků tepla 2008 GJ , přičemž pro pohon tepelných čerpadel a zvýšeného počtu ventilátorů pro rekuperaci tepla je nutné zvýšit odběr elektrické energie o 130 GJ ročně. Čistá roční úspora je 1878 GJ . Pro provoz objektů bez využití netradičních zdrojů energie by spotřeba veškeré energie činila 2254 GJ . Relativní úspora je tedy 83% .

Při vybudování jednoduché bioplynové stanice by se nepoužívala tepelná čerpadla ani sluneční kolektory, jen rekuperátory tepla. V tomto případě se uhradí veškerá spotřeba paliv a energie a ještě se získá 1344 GJ energie ročně pro další využití, např. pro pohon dopravních prostředků s bioplynovým motorem. Návržnost investic by ovšem při výstavbě bioplynové stanice s příslušenstvím pro další využití plynu



2. Roční průběh potřeby tepla v teletníku pro 2620 telat a jeho krytí různými zdroji energie — The annual course of heat demand in a calf-house for 2620 animals and the rate of covering the demand by different energy sources

byla podstatně delší než při použití tepelného čerpadla a slunečních kolektorů.

Další příklad se týká farmy pro odchov telat, která má dva pavilóny mléčné výživy celkem pro 700 telat a čtyři pavilóny rostlinné výživy s 1920 telaty. Zdroji energie jsou kotelna, 180 m² slunečních kolektorů, rekuperační výměníky v pavilónech mléčné i rostlinné výroby, tepelná čerpadla kejda — voda ve všech pavilónech.

V pavilónech mléčné výživy se rekuperací tepla ušetří 42 % tepelné energie. V pavilónech rostlinné výroby ušetří rekuperace 58 % potřebného tepla. Použitím tepelných čerpadel o výkonu po 30 kW v pavilónech rostlinné výroby lze pak uhradit veškerou potřebu tepla. Celková roční úspora vzniklá použitím tepelných čerpadel je 1550 GJ, ale pro jejich provoz je nutné počítat se zvýšením spotřeby elektrické energie o 517 GJ.

Pro přípravu teplé vody se slunečními kolektory uhradí 255 GJ, to je asi 40 % potřebného tepla ročně. Alternativně je možné připravovat teplou vodu i použitím tepelného čerpadla. Celkově kryje integrovaný energetický systém potřebu tepla z 55 % netradičními zdroji energie a 45 % konvenčním palivem a elektrickou energií.

Průběh krytí potřeb tepla v jednotlivých měsících roku je znázorněn na obr. 2.

ROZSAH UPLATNĚNÍ NETRADIČNÍCH ZDROJŮ ENERGIE

Na základě dnešního stavu poznání je možné předpokládat rozšíření slunečních kolektorů pro ohřev vody a pro dosoušení píce, chladicích jednotek upravených pro přípravu teplé vody teplem z mléka, v malém

I. Předpokládané náklady a energetický zisk prvků netradičních energetických systémů — The assumed costs and energy gain from the elements of non-traditional energetic systems

Energetické zařízení	Investice tis. Kčs	Zisk energie GJ
Sluneční systém pro ohřev 1200 l vody s 30 m ² slunečních kolektorů	60	38
Sluneční vzduchové kolektory na střeše seníku o ploše 1000 m ²	500	860
Systémy pro využití tepla z mléka od 140 dojnic	20	50
Tepelné čerpadlo vzduch-voda nebo voda-voda o výkonu 15–30 kW	40	200
Tepelné čerpadlo voda-voda 100 kW	150	1 000
Rekuperační výměník pro průtok 5000 m ³ h ⁻¹ vzduchu, výkon 20 kW	20	250
Skleníková jednotka 0,05 ha s komplexním energetickým systémem	870	1 200
Bioplynová stanice s roční výrobou 0,5 mil. m ³ plynu	7500	11 000

množství i z chlazeného ovoce a zeleniny, rekuperačních výměníků pro získání tepla ke klimatizaci stájí, tepelných čerpadel využívajících teplo ze stájových prostorů, z kejdy a odpadní vody pro přípravu teplé užitkové vody a k nízkoteplotnímu vytápění i pro sociální účely, energetických systémů s využitím sluneční energie a tepelných čerpadel ve sklenících a fóliových krytech, bioplynových stanic. V širokém měřítku se uplatní teplo z kompresorových stanic tranzitních plynovodů, z klasických kondenzačních elektráren a postupně se rozšíří i využití odpadního tepla z budovaných jaderných elektráren.

Předpokládaný energetický zisk z jednotlivých prvků netradičních energetických systémů je uveden v tab. I. Celkový očekávaný energetický přínos jednotlivých netradičních zdrojů energie (kromě geotermálních vod, větrné energie a energie malých vodních toků) je patrný z tab. II. Výsledný efekt je uveden v terajoulech i v běžných tunách měrného paliva, získaných fyzikálním přepočtem. Je zde uveden i podíl energetického přínosu na předpokládané celkové spotřebě paliv a energie v zemědělství.

Při využívání netradičních zdrojů energie je ovšem třeba počítat s růstem spotřeby elektrické energie. Na jedné straně se bude snižovat tím, že bude klesat rozsah elektrického ohřevu vody a používání infra-

II. Energetický přínos neradičních zdrojů energie a jejich podíl na celkové spotřebě paliv a energie v zemědělství — The energy gain from non-traditional sources and their share in the over-all consumption of fuels and energy in agriculture

Energetické zařízení	Ročně získaná energie TJ			
	1985	1990	1995	2000
Sluneční kolektory pro ohřev vody	61	319	572	572
Sluneční vzduchové kolektory pro dosoušení píce	28	372	888	1 376
Využití biologického tepla z mléka	200	600	650	696
Tepelná čerpadla vzduch-voda 15–30 kW	—	184	460	770
Tepelná čerpadla voda-voda 15–30 kW	—	216	540	896
Tepelná čerpadla voda-voda 100 kW	—	300	600	600
Rekuperační výměníky	75	1 950	3 800	3 800
Skleníkové systémy	—	1 275	2 677	4 080
Výroba bioplynu	198	1 210	3 355	6 380
Odpadní teplo z kompresorových stanic plynovodů	1389	2 826	2 826	2 826
Odpadní teplo z klasických elektráren	1281	2 562	3 840	5 121
Odpadní teplo z jaderných elektráren	—	510	1 024	1 536
Celkem TJ	3232	12 324	21 231	28 653
tis. tnp	108	411	708	955
Podíl na celkové spotřebě paliv a energie v zemědělství	2,7 %	9,4 %	14,7 %	18,5 %
Nutný nárůst spotřeby elektrické energie TJ	65	663	1 484	1 966

zaříčů v chovu mláďat, ale na druhé straně bude narůstat spotřeba elektrické energie pro rekuperační výměníky a zejména pro tepelná čerpadla s elektrickým pohonem. Celkově je nutné počítat s tím, že podíl zvýšené spotřeby elektrické energie bude činit až 8 % z energie získané v netradičních energetických systémech.

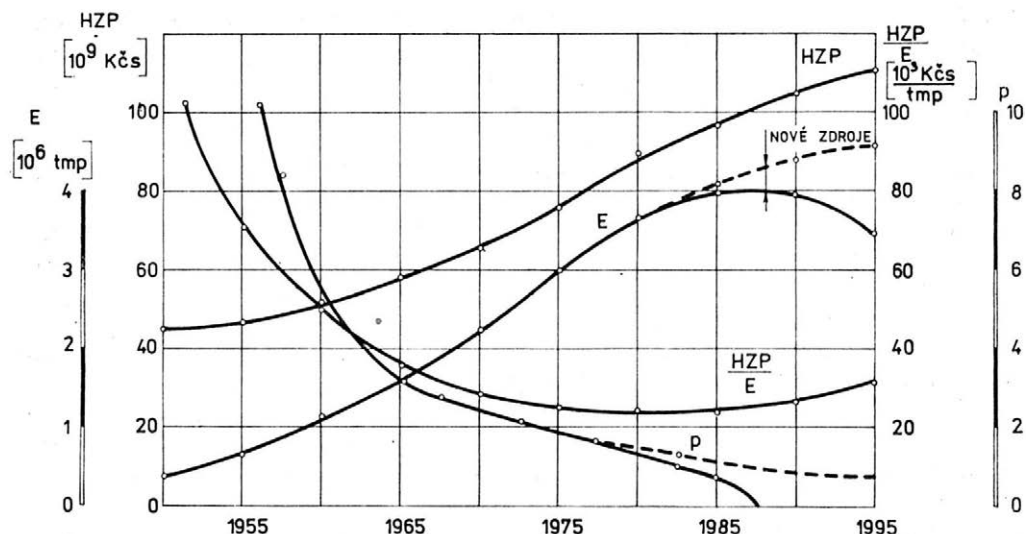
Reálné rozšíření nových zdrojů bude závislé na investičních možnostech i na provozní spolehlivosti a životnosti zařízení. Některé prvky, především rekuperační výměníky, přinášejí vysoký energetický efekt, jsou ekonomicky velmi výhodné, mají příznivý vliv i na produkci zvířat, ale vyžadují pečlivou údržbu a jejich životnost ve stájovém prostředí je krátká. Naopak sluneční kolektory by měly být na obsluhu zcela nenáročné, lze předpokládat, že jejich životnost bude dlouhá, ale jsou investičně náročné a jejich energetický efekt je nižší.

Předpokladem efektivní činnosti nových energetických systémů je jejich seskupení do integrovaných celků se společným akumulátorem tepla. Problémy integrovaných energetických systémů je třeba dále pečlivě propracovávat a hledat jejich optimální sestavy i algoritmy řízení. Současně s energetickými vlivy je třeba zkoumat i vlivy na produkci, její velikost a kvalitu. Zavádění nových zdrojů energie vytváří v některých případech „nadbytek“ energie, kterou je možné využít nejen k vytápění, ale i k chlazení prostorů v letním období, vysušování nebo zvlhčování vzduchu, k jeho ionizaci, dezinfekci, k ohřevu napájecí a závlivkové vody, k dokonalejší výměně vzduchu, k ohřevu skleníkových pěstebních substrátů. Takováto optimalizace podmínek se nutně projeví na zvýšené živočišné i rostlinné produkci a na snížené spotřebě krmiv na jednotku produkce. Urychlený vývoj zvířat i rostlin povede ke zvýšení ročního obrátu zvířat i rostlinné produkce a ke zvýšenému využití objektů s krátkými výrobními cykly. Tím se dojde ke stavu, kdy absolutní spotřeba energie ve výrobních procesech poroste, přestože se bude snižovat spotřeba nakupovaných paliv a energie. Tento nárůst využívání energie vyvolá rychlejší nárůst zemědělské produkce a pokles měrné spotřeby komerční energie. Takový stav se nutně projeví v ekonomických ukazatelích výroby a velmi příznivě ovlivní zavádění netradičních zdrojů energie.

VÝVOJ SPOTŘEBY PALIV A ENERGIE PŘI VYUŽÍVÁNÍ NETRADIČNÍCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ

Z dosavadního průběhu spotřeby paliv a energie v zemědělství vyplývá, že k další intenzifikaci zemědělské výroby je zapotřebí vynakládat stále větší množství energie. Aplikujeme-li dosavadní vývoj spotřeby energie v časové ose tak, abychom mohli posoudit trend vývoje podílu zvyšování energie ve vztahu k růstu hrubé zemědělské produkce (činitel pružnosti), dostaneme průběh uvedený v grafu na obr. 3. Je evidentní, že s růstem energetického vybavení zemědělské výroby výrazněji stoupá hrubá zemědělská produkce, takže tím klesá přírůstek energie, který je za pětileté období nutný pro zvýšení hrubé zemědělské produkce o 1 %.

Uvedená závislost také ukazuje, že v současné době má činitel pružnosti ještě extenzivní charakter a je stále vyšší než hodnota takového ukazatele pro celé národní hospodářství. Z průběhu činitele pruž-



3. Časový průběh roční spotřeby energie, činitele pružnosti a účinnosti konverze paliv a energie — The time course of the annual energy demand, factors of elasticity and effectiveness of fuel and energy conversion

HZP — hrubá zemědělská produkce
 E — spotřeba paliv a energie
 p — činitel pružnosti

nosti je však zřejmé, že přírůstek spotřeby paliv a energie se bude přirozenou cestou stále snižovat.

Snižování rychlosti růstu spotřeby paliv a energie je zřejmé i z průběhu celkové potřeby paliv a energie pro zemědělství. Ještě markantnější vyniká ovšem tento fakt při sledování vývoje účinnosti konverze paliv a energie. Předpokládáme-li, že ve vývojové řadě je energie získaná produkce úměrná hodnotě hrubé produkce, můžeme účinnost konverze paliv a energie nahradit hodnotou poměru vytvořené hrubé zemědělské produkce a dodaných paliv a energie. Takový ukazatel je rovněž zakreslen na obr. 3 a velmi názorně ukazuje, jak se s rostoucí mechanizací zemědělské výroby snižuje účinnost konverze paliv a energie. Tempo snižování je však stále menší a od roku 1975 se již účinnost konverze paliv a energie stabilizuje.

V dalším vývoji energetických potřeb je třeba vzít v úvahu dvě základní skutečnosti: zpětné získávání a opětovné využívání dosud unikající ztrátové a odpadní energie a výraznější využívání sluneční energie jak v rostlinné produkci, tak i pro některá tepelně technická zařízení. Tyto faktory umožní zvýšený růst zemědělské produkce s nižším vkládaným množstvím nakupovaných paliv a energie. Lze předpokládat, že to zcela zastaví pokles účinnosti konverze paliv a energie a s největší pravděpodobností umožní její opětovné zvyšování. Tím se urychlí i pokles činitele pružnosti, takže ještě před rokem 1990 dosáhne průměrné národohospodářské hodnoty (její dnešní hodnota je 0,72) a bude dále klesat, popřípadě až do záporných hodnot. To by v období po roce 1990 dokonce i zastavilo nárůst množství nakupovaných paliv a energie.

Rozvaha o možnosti rozšíření netradičních zdrojů energie v zemědělství je zpracována na základě dosud získaných poznatků a v souladu se světovými tendencemi. Uváděný rozsah využití některých zdrojů, především slunečních kolektorů pro ohřev vody, je nižší, než byly původní představy. To proto, že v průběhu času se objevily další možnosti, jak získávat energii, energeticky i ekonomicky mnohem výhodnější. Takové změny mohou nastat i u jiných zdrojů, jak budou postupně získávány další poznatky.

V každém případě lze již dnes říci, že zavádění nových zdrojů energie a nových energetických systémů je energeticky i ekonomicky výhodné, i když investičně náročné. Tyto systémy budou vždycky snižovat provozní náklady na energii, která dnes činí asi 12 % průměrných provozních nákladů.

Využívání netradičních zdrojů energie spolu se zvyšováním genetického fondu a účinnosti slunečního záření pro fotosyntézu u polních plodin velmi výrazně ovlivní i účinnost konverze paliv a energie, a tím i jejich potřebu. Lze očekávat, že bude výrazně ovlivněn i další růst nákladů na energii, takže podíl nákladů na ni nebude nadále stoupat.

Došlo dne 2. 2. 1983

ГАШ, С. — АДАМОВСКИ, Р. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Влияние нетрадиционных энергоустановок на расход топлива и энергии в сельском хозяйстве. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6): 323-332.

Нетрадиционными энергоресурсами можно пользоваться, главным образом, в животноводческих объектах, а также в цехах и социально-бытовых объектах, в тепличных и некоторых перерабатывающих комплексах. Данные позволяют уже сформулировать требования к интегрированным энергосистемам и к масштабам использования новых энергоисточников. К 1990 г. можно ожидать, что эти источники заменят топливо и энергию в объеме 12—15 ПДж (400—500 тыс. т. у. т.), что составит около 10 % энергии в сельском хозяйстве. До 2000 г. ожидается замена в 30—40 ПДж, т. е. около 20 % топлива и энергии в это время. Экономическая отдача новых источников, интегрированных в энергосистемах, благоприятна. В каждой правильной системе энергорасход сокращается. Во многих объектах полностью заменяются традиционные топлива для обогрева как объектов, так и воды.

нетрадиционные энергоисточники; интегрированные энергосистемы; солнечные коллекторы; тепловые насосы; эффективность конверсии топлива и энергии

HAŠ, S. — ADAMOVSKÝ, R. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Effect of Non-Traditional Energetic Units on the Development of Fuel and Energy Consumption in Agriculture*. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6): 323-332.

Non-traditional energy sources can be used mainly in animal-production houses and facilities, and/or in workshops, in lavatories, as well as in glasshouse complexes and some processing operations. The current findings and experience allow already now for formulating some requirements for the sets of integrated energy units and for the extent of the utilization of new energy sources. In the period about the year 1990 new energy sources can be expected to replace fuels and energy at the rate of 12 to 15 PJ (400 to 500 thousand t. e.), which will be about 10 % of the energy which is assumed to be consumed in agriculture at that time. Until the year 2000 the replacement of 30 to 40 PJ appears realistic (about 20 % of fuel and energy consumption of that time). The economic effectiveness of the new energy sources

integrated in energetic systems is favourable. The costs of energy decrease in every adequate integrated set. In many facilities the new sources fully replace traditional fuels for heating the premises and/or for heating supply water.

non-traditional energy sources; integrated energetic systems; solar collectors; heat pumps; effectiveness of fuel and energy conversion

Adresa autorů:

Ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Radomír Adamovský, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA VE STÁJÍCH POMOCÍ VÝMĚNÍKŮ TEPLA Z TEPELNÝCH STANIC

J. Zemánek

ZEMÁNEK, J. (Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, Praha-Běchovice): *Využití odpadního tepla ve stájích pomocí výměníků tepla z tepelných trubic*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (6) : 333-345.

V příspěvku je uveden přehled současného stavu vývoje a aplikace výměníků z tepelných trubic v zemědělských závodech, ve kterých tyto výměníky zajišťují účinné a hospodárné využití odpadního tepla, odváděného dosud bez užitku do okolní atmosféry při větrání stájových objektů nebo při provozu různých technologických zařízení v zemědělské technice. Je objasněna funkce tepelných trubic, konstrukce výměníků z tepelných trubic, uveden přehled současného stavu výroby v ČSSR, jsou připojeny informace o rozměrových, cenových i výkonových parametrech nových výměníků a přehled realizačních námětů a výsledků ověřovacích zkoušek funkčních vzorů výměníků v zemědělských závodech. Pro porovnání jsou uvedeny parametry výměníků, charakterizované termickou účinností, a na vybraných případech je zhodnocen jejich přínos spočívající především ve výrazné úspoře kapalných paliv.

stájové prostory; využívání odpadního tepla; výměníky; tepelné trubice

V současné době se v zemědělství nekompromisně uplatňují opatření, jejichž cílem je snaha odstranit disproporci mezi zvyšováním produkce výroby a zvyšováním její energetické náročnosti. Zemědělské závody proto právem požadují provozně spolehlivá a dostatečně účinná zařízení, která by zajistila efektivní využití odpadního tepla, zejména tepelné energie odpadního vzduchu znehodnoceného škodlivinami produkovanými ustájenými zvířaty, k předeřevu čerstvého vzduchu přiváděného do stájových prostorů.

Na základě příznivých výsledků výzkumných a vývojových prací přistoupl Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů v úzké spolupráci s dalšími výzkumnými, vývojovými a projekčními pracovišti (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Výzkumný ústav živočišné výroby, Drůbežnictví Xaverov, Agroprojekt aj.) i výrobních závodů (Státní statek Hrádek n. N., JZD Mrákov, Strojně traktorová stanice Mimoň aj.) k ověřování funkčních vzorů tepelných trubic nebo celých výměníků v laboratorii i přímo za provozních podmínek (Zemánek, 1982). V návaznosti na tyto práce připravuje n. p. Vzduchotechnika Nové Mesto n. Váhom od r. 1983 sériovou výrobu nízkoteplotních rekuperačních výměníků z tepelných trubic pro potřeby čs. zemědělství i průmyslu. Tomuto rozhodnutí předcházela průzkum potřeby výměníků tepla z tepelných trubic, provedený jednotlivými resortními ministerstvy. Průzkum jednoznačně dokázal, že v současné době přicházejí tři čtvrtiny všech poža-

avků týkajících se dodávek výměníků z tepelných trubíc ze zemědělství. V období po r. 1985 se nároky zemědělského sektoru ještě zvyšují, a to na 5/6 všech požadavků. V příspěvku je věnována pozornost zejména výměníkům z gravitačních tepelných trubíc, které jsou výrobně i cenově dostupnější než technologicky náročnější kapilární trubice.

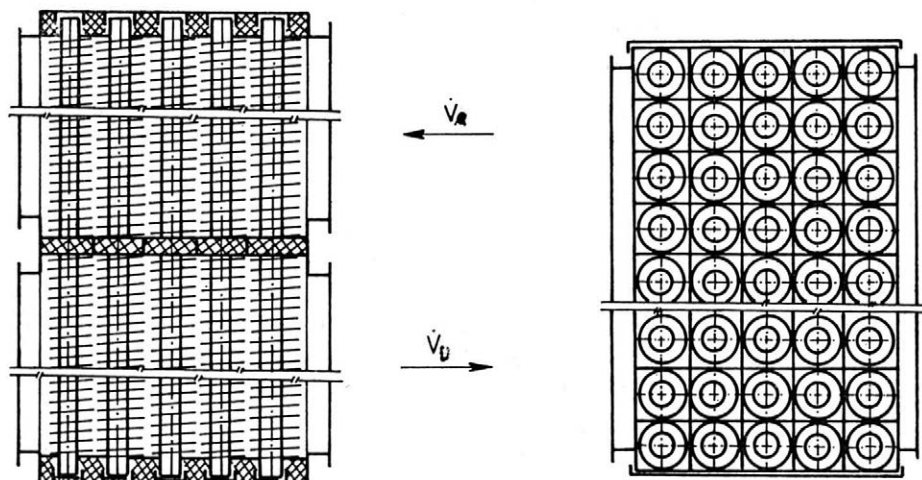
PRINCIP

Teplosměnný systém výměníku je vytvořen svazkem gravitačních tepelných trubíc. Jednotlivé trubice jsou umístěny svisle, lze je vzájemně oddělit a fungují samostatně nezávisle na sobě. Trubice vysoce účinně převádějí tepelnou energii ze zdroje tepla (odpadního vzduchu odvětrávaného ze stájového prostoru) ke spotřebiči tepla (k přívodnímu čerstvému vzduchu zajišťujícímu potřebné mikroklima ve stájovém prostoru). Převod tepla zajišťuje čpavek, který tvoří náplň tepelné trubice. Teoreticky i experimentálně bylo prokázáno, že z tepelného hlediska je čpavek nejvhodnější pro teplotní oblast vyskytující se v provozech zemědělských, větracích a některých sušících zařízení. Uvnitř každé tepelné trubice nepřetržitě probíhá cyklus vypařování ve spodním výparném prostoru, tok parní fáze vnitřním prostorem trubice, kondenzace na vnitřní stěně horní kondenzační části trubice a vratný tok zkondenzované náplně po vnitřní stěně trubice působením tíže, a to do spodní výparné části. Nepřetržitý cyklus vypařování a kondenzace v hermeticky uzavřeném prostoru jednotlivých tepelných trubíc nevyžaduje pomocná zařízení.

Znehodnocený ohřátý teplý vzduch odváděný ze stájového prostoru se přivádí k dolní části svazku tepelných trubíc. Chladný čerstvý vzduch, který odnímá teplo trubícím v horní kondenzační části se přitom ohřívá. Podle potřeby je dohřev vzduchu zajištěn dodatkovým výměníkem (např. otopnými panely teplovodního systému nebo povrchovým výměníkem spaliny—vzduch, který je součástí komerčně dostupných teplovzdušných agregátů).

KONSTRUKCE VÝMĚNÍKŮ

Plechová skříň výměníků tvoří nosný rám svazku tepelných trubíc, které jsou suvně uloženy v příčných žlábkách upevněných ve dně a v víku. Schematicky je konstrukce výměníku znázorněna na obr. 1.



1. Schéma výměníku z gravitačních tepelných trubíc — Diagram of the exchanger consisting of gravity heat pipes

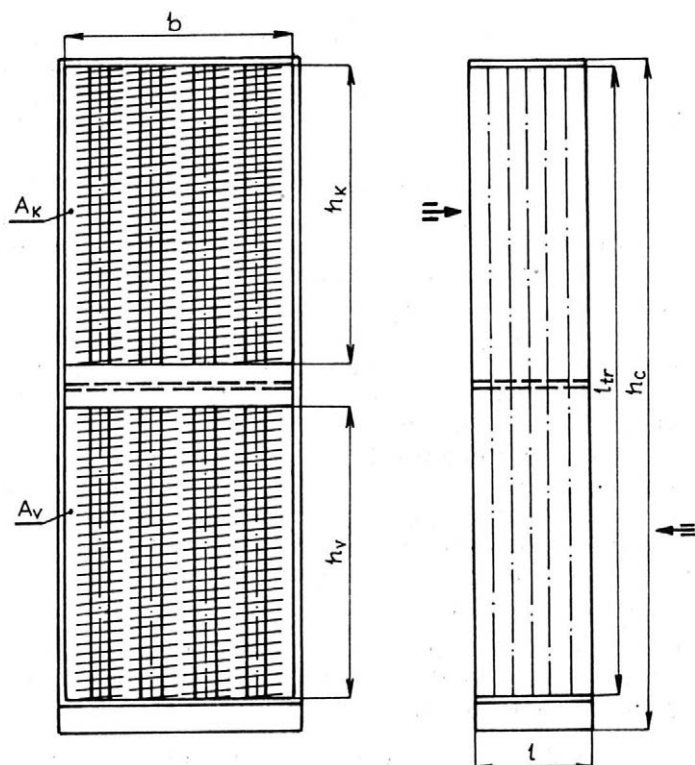
Na skříň navazují vzduchovody tak, že ve spodním kanálu proudí odpadní teplý vzduch a v horním kanálu v protiproudu chladný čerstvý vzduch. Dno výměníku je opatřeno jímkou a odpadním potrubím zajišťujícím odvod kondenzátu, který vzniká při ochlazování vlhkého odpadního vzduchu odváděného ze stájového prostoru. Vnější povrch tepelných trubíc suvně uložených ve výměníkové skříni ve žlábcích za sebou je opatřen speciálními tenkostěnnými žebry. Tato žebra zvětšují teplosměnnou plochu mezi proudem vzduchu a tepelnou trubicí. Každá tepelná trubice je v dělicí rovině opatřena pružným nálitkem z umělé hmoty. Tyto čtvercové nálitky vytvářejí ve svazku tepelných trubíc souvislou přepážku, zabraňující nežádoucí infiltraci teplého vzduchu obsahujícího škodliviny do proudu čerstvého vzduchu ve výměníkové komoře. Manipulaci s tepelnými trubicemi usnadňuje boční víko, které je opatřeno rychlouzávěry. Po otevření bočního víka lze jednotlivé trubice snadno vyjmout a vyměnit je nebo vyčistit. U prvního výměníku, navrženého v SVÚSS již v roce 1976 pro větrací systém provozní haly berlínské Stavební akademie, byla navržena a v praxi použita souvislá přepážka z umělé hmoty, do níž byly jednotlivé tepelné trubice zasunuty po odejmutí horního víka. Těsnění trubíc v místě přepážky zajišťovaly pružné prstencové nálitky.

Tento rekuperační výměník, jehož efektivnost z hlediska výkonové stability dlouhodobě sledoval SVÚSS, je v současné době v provozu v hale pro odchov drůbeže v oblasti Berlína.

Ve snaze zjednodušit výrobní operace na plechové skříni výměníku typu TN provedl n. p. Vzduchotechnika (v dalším VZT) úpravu výměníkové skříně. Součástí bočního snímatelného víka je i část svislé příruby sloužící k připojení na vzduchovody teplého i odpadního vzduchu. Pružné čtvercové distanční prvky ZVT prefabrique. Při montáži se tyto prvky sestavují ze dvou polovin a centrálními žebírky se vsouvají do vnější spirálově žebrované části tepelných trubíc.

Je-li požadován alternativní provoz bez využívání odpadového tepla (např. letní provoz u klimatizovaných stájových objektů), je možné doplnit výměník obtokem vzduchu s uzavírací klapkou, popřípadě vyjmout svazek tepelných trubíc a reverzací zajistit přívod čerstvého vzduchu horní i spodní komorou do stájového prostoru.

Při návrhu výměníku se počítalo se standardní délkou tepelných trubíc v rozmezí 1 až 3 m. Typová řada těchto výměníků umožňuje stavebnicové řešení rekuperačních systémů. VZT prozatím zařadila do svého výrobního programu rekuperační výměníky řady TN ve třech velikostních provedeních A, B, C, které se odlišují délkou tepelných trubíc: 1,093 m, 1,533 m a 1,913 m. Svazky tepelných trubíc jsou uspořádány za sebou v pěti až osmi řadách. Tepelné trubice jsou bimetalové a k jejich výrobě se používají spirálově žebrované trubky $\varnothing 56/28/25/20-3(0,75)$ nebo $\varnothing 54/28/25/20-3(0,75)$. Tyto trubky mají hliníkový plášť s vnějším spirálním žebrováním a ocelovou duží z tenkostěnné bezešvé trubky. Podle potřeby lze sériovým řazením výměníku dosáhnout i vyššího počtu řad než osmi. Základní rozměry výměníku VZT jsou uvedeny v obr. 2, ke kterému jsou připojeny údaje týkající se hmotnosti a odbytové ceny podle VOC z října 1982. Předpokládáme-li, že běžné rozmezí rychlosti vzduchu v průtočném průřezu příruby jednotlivých



2. Viz text: Základní parametry výměníků a gravitačních tepelných trubic typu TN (výrobek n. p. Vzduchotechnika) — See the text: The basic parameters of exchangers and gravity heat pipes of TN type (manufactured by the Vzduchotechnika National Corporation)

výměníků je 1 až 3 m.s⁻¹, vychází pro jednotlivé velikostní varianty toto rozpětí objemových průtoků vzduchu V:

velikost	TNA	TNB	TNC
V (m ³ .s ⁻¹)	0,24 ÷ 0,72	0,426 ÷ 1,278	0,81 ÷ 2,43

V současné době je v SVŮSS ve vývojovém stadiu velikostní varianta TND pro potřeby zemědělství, sestavená ze svazku tepelných trubic vyrobených z žebrovek SÁKA 3 m vysokých; při rozmezí čelní rychlosti vzduchu 1 až 3 m.s⁻¹ jsou tyto výměníky určeny pro objemový průtok vzduchu 2,17 až 6,61 m³.s⁻¹.

VÝHODY VÝMĚNÍKŮ Z TEPELNÝCH TRUBIC

— každý výměník je složen z komerčně vyráběných částí standardních rozměrů, které v případě potřeby umožňují jednoduchou výměnu přímo za provozu větracího systému.

Typ výměníku	$h_v =$ h_K (mm)	h_c (mm)	b (mm)	$A_v =$ A_k (m ²)	l_{tr} (mm)	l (mm)	n_f	n_{tr}	M (kg)	I (Kčs)
TNA-5	500	1280	480	0,24	1093	350	5	40	211	12 900
TNA-6						410	6	48	253	15 230
TNA-7						470	7	56	295	17 840
TNA-8						530	8	64	338	20 300
TNB-5	710	1700	600	0,426	1533	350	5	50	380	19 430
TNB-6						410	6	60	418	23 060
TNB-7						470	7	70	488	26 970
TNB-8						530	8	80	558	30 740
TNC-5	900	2180	900	0,81	1913	350	5	75	597	32 500
TNC-6						410	6	90	717	38 900
TNC-7						470	7	105	836	45 200
TNC-8						530	8	120	956	51 600

h_K ... výška kondenzační části trubice; h_v ... výška výparné části trubice; h_c ... celková výška výměníku; l_{tr} ... celková délka trubice; $A_v = A_k$... čelní průřez výměníkové komory; I ... velkoobchodní cena výměníku; M ... celková hmotnost výměníku; n_{tr} ... celkový počet trubíc ve výměníku; n_f ... počet řad trubíc ve výměníku

Tepelné trubice byly vyrobeny z bimetalových žebrovek hliník/ocelová bezešvá trubka

Ø 56/28/25/20-3 (0,75)

Náplň tepelných trubíc: bezvodý čpavek

Tepelné trubice jsou umístěny svisle ve svazku v uspořádání za sebou s rozečnou vzdáleností v příčném i podélném směru 60 mm

Velkoobchodní cena stanovena podle výnosu VOC z října 1982 pro VZT Nové Město n. V.

— Při poškození se vadné tepelné trubice snadno nahradí rezervními. Rezervní trubice dodává VZT samostatně jako náhradní části v cenovém rozmezí:

velikost	TNA	TNB	TNC
cena 1 trubice [Kčs]	282	329	367

— Účinnost výměníku je možno během výrobního cyklu měnit tím, že se vyjme jedna nebo více řad tepelných trubíc ze svazku a doplní se dělící přepážka.

— Výměník je provozně nenáročný na obsluhu. V prašných provozech s nedostatečnou filtrací vzduchu lze trubice snadno vyčistit po demontáži svazku tepelných trubíc. Tuto demontáž usnadňuje konstrukce dělené přepážky mezi horní komorou chladného vzduchu a spodní komorou teplého vzduchu. Dělené přepážky umožňují těsně uspořádat tepelné trubice ve svazku; tím přispívají k dosažení vysoké účinnosti výměníku.

— Životnost tepelných trubíc zhotovených z hliníkových žebrovek s vyválnovanými žebry je vyšší než životnost současných lamelových rozšířených teplosměnných ploch. To má význam zejména pro provoz s vyšší koncentrací vlhkosti a škodlivin, které jsou u lamelových rozšířených ploch (tenkostěnné hliníkové lamely na měděné tenkostěnné trubce) zdrojem velmi rychle probíhající koroze.

— Nevýhodu současných výměníků z gravitačních tepelných trubíc odstraní kapilární tepelné trubice. Tyto trubice umožňují v mnoha případech dispozičně výhodněji umístit vzduchovod odpadního a přívodního vzduchu vedle sebe místo nad sebou. V zahraničí dodává tyto výměníky Q-dot v USA, v Evropě je distribuuje Eberspächer; dalšími význačnými výrobci jsou GEA-Happel v NSR a Weiss v Rakousku. V ČSSR jsou rekuperační výměníky z kapilárních tepelných trubíc dosud ve vývojovém stadiu.

ÚČINNOST

Účinnost využití odpadového tepla (jevného) definujeme poměrem ohřevu chladného vzduchu ve výměníku $t_{e2} - t_{e1}$ k rozdílu teplot vzduchu na obou vstupech do výměníku $t_{i1} - t_{e1}$. Tuto účinnost označujeme jako termickou

$$E_t = \frac{t_{e2} - t_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}} \quad (1)$$

Při parciální kondenzaci vodní páry obsažené ve vlhkém vzduchu odváděném ze stájového prostoru nahražíme termickou účinnost E_t účinností entalpickou. Entalpická účinnost určuje poměrné využití celkového tepla obsaženého v odpadním vzduchu. Mezi oběma účinnostmi je funkční závislost

$$\frac{E_t}{E_n} = 1 + 2500 \frac{x_{i1} - x_{e1}}{t_{i1} - t_{e1}} \quad (2)$$

V druhém členu pravé strany rovnice je poměr rozdílu vstupních měrných vlhkostí vzduchu $x_{i1} - x_{e1}$ a vstupních teplot vzduchu do výměníku $t_{i1} - t_{e1}$. Poměr výparného tepla vody a měrného tepla vzduchu l_v/C je považován za konstantní a roven hodnotě 2500 °C.

Analogicky k Merkelovu kritériu, charakterizujícímu efektivnost výparného chlazení ve výměnících voda — vzduch, zavádíme u rekuperačních výměníků vzduch — vzduch bezrozměrné kritérium

$$B = \frac{k \cdot S}{\dot{C}_e} \quad (3)$$

určené celkovým součinitelem prostupu tepla k mezi odpadním a přívodním vzduchem, vnější teplosměnnou plochou svazku žebrovaných tepelných trubíc S a tepelnou kapacitou přívodního vzduchu $\dot{C}_e$.

Za běžných provozních podmínek při rovnotlakém větrání stájí je poměr tepelných kapacit odpadního vzduchu a čerstvého vzduchu

$$\kappa = \frac{C_i}{C_e} = 1 \quad (4)$$

Pro tuto podmínku je termická účinnost protiproudě uspořádaného výměníku

$$E_t = \frac{B}{B + 1} \quad (5)$$

Odlišuje-li se tepelná kapacita odpadního vzduchu od tepelné kapacity přívodního vzduchu, tj. při $\kappa \neq 1$, je

$$E_t = \left(1 + \frac{r}{1 + e^{-r \cdot B}}\right)^{-1} \quad (6)$$

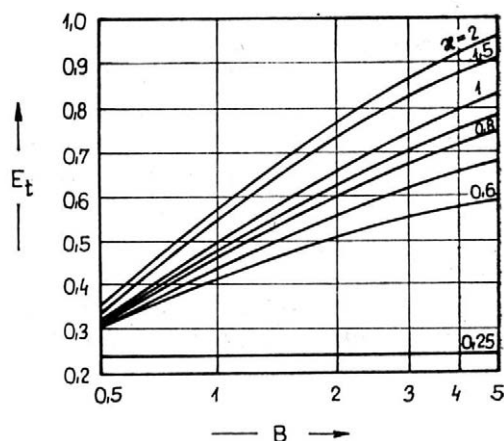
kde: $r = \frac{1 - \kappa}{\kappa}$

Vliv poměru tepelných kapacit na termickou účinnost pro danou hodnotu kritéria je patrný z obr. 3. Zřejmý je příznivý účinek vyšších hodnot tepelných kapacit odpadního vzduchu.

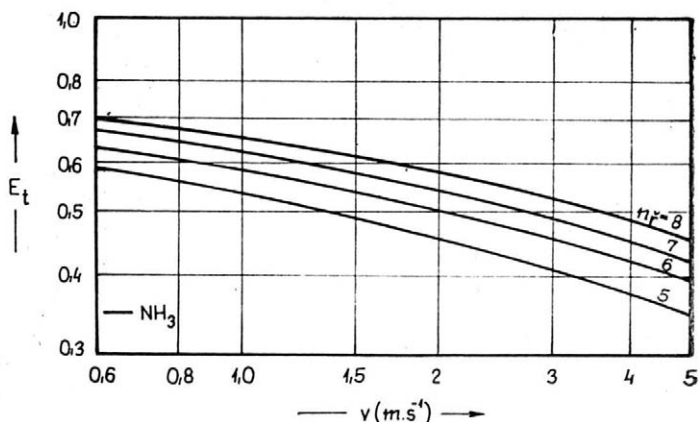
Na obr. 4 jsou uvedeny závislosti termické účinnosti výměníků řady TN, převzaté z technických podmínek VZT uvedených v TPA-56-504. Tyto údaje platí pro $\kappa = 1$. Při $\kappa \neq 1$ lze provést korekci pomocí grafu na obr. 3.

Aerodynamické odpory rekuperačních výměníků z typizovaných žebrovek určíme podle laboratorních měření SVÚSS vztahem

3. Vliv poměru tepelných kapacit odpadního a přívodního vzduchu do výměníku na jeho účinnost při protiproudém uspořádání a dané hodnotě kritéria B_e — The effect of the ratio of the thermal capacities of exchanger waste and input air on its efficiency with the counter-flow arrangement and at the given value of criterion B_e



4. Termická účinnost výměníků tepla typu TN (výrobek n. p. Vzduchotechnika) — The thermic effectiveness of TN type heat exchangers (manufactured by the Vzduchotechnika National Corporation)



$$Z = Eu \cdot n_f \cdot \rho \cdot v^2 \quad (7)$$

kde Eulerovo kritérium Eu je pro experimentálně ověřované rozmezí Reynoldsova kritéria $Re_H = 4000$ až $60\,000$ určeno vztahem

$$Eu = 2,5 \cdot Re_H^{-0,22} \quad (8)$$

Pro rekuperátory typu TN je hodnota Reynoldsova kritéria definována vztahem

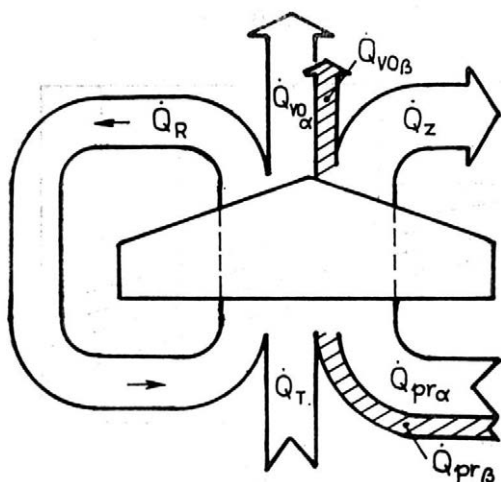
$$Re_H = \frac{0,1019 \cdot \dot{V}}{A \cdot v} \quad (9)$$

Kinematická viskozita vzduchu ν je vztažena na teplotu určenou aritmetickým středem vstupní a výstupní teploty vzduchu v daném svazku tepelných trubíc.

Platnost vztahů (7) až (9) je omezena na podmínky provozu, při kterém nedochází k znečištění vnější teplosměnné plochy tepelných trubíc. Obsahuje-li odpadní vzduch vyšší koncentraci nečistot nebo prachu, které tvoří nánosy nebo nálepy na vnější rozšířené ploše trubíc, vzrůstá postupně aerodynamický odpor. Vlivem nánosu organického prachu v provozech s odchovem drůbeže se např. po 1,5měsíční funkci rekuperačního výměníku zvýšil součinitel v rovnici (8) na dvojnásobek.

UPLATNĚNÍ VÝMĚNÍKŮ V PROVOZECH

Jak je patrné ze schematu tepelné bilance stájového objektu, uvedeného na obr. 5, lze rekuperovaným teplem $\dot{Q}_R$ z odpadního tepla $\dot{Q}_o$ zajistit provoz větracího systému buď se sníženým přitápěním vzduchu $\dot{Q}_T$ nebo bez přitápění, jestliže zdroj biologického tepla je dostatečně vydatný. V tomto případě je $\dot{Q}_T = 0$. První případ se vyskytuje v počáteční fázi odchovu drůbeže během zimního turnusu. Druhý případ charakterizuje pokročilejší fázi odchovu drůbeže nebo provozní režim v stájích určených k odchovu mladého skotu.



5. Tepelná bilance vytápěného stájového prostoru — The heat balance of a heated stable
Tepelná bilance vytápěného stájového prostoru

- Q_t — tepelný výkon teplovzdušného agregátu
- Q_z — tepelná ztráta prostupem tepla stáji
- Q_o — tepelná ztráta větráním (součet jevného a vázaného tepla)
- Q_{pr} — produkce biologického tepla ustájených zvířat (součet jevného a vázaného tepla)
- Q_R — teplo využitě (rekuperované) ve výměníku

Dosud se uplatnily funkční vzory rekuperačních výměníků z tepelných trubíc gravitačního typu v těchto provozech:

Protiproudý výměník z gravitačních tepelných trubíc zhotovených v SVÚSS z čistě hliníkových bezdušových žebrovek $\varnothing$ 38/18/15-3,5(0,82) MAB Schkeuditz zajišťoval od roku 1977 větrání průmyslové haly berlínské Stavební akademie. Výměník o shodném průřezu odpadní a přívodní sekce $A = 0,27 \text{ m}^2$ je sestaven z gravitačních tepelných trubíc s čpavkovou náplní. Trubice ve svazku jsou uspořádány střídavě v osmi řadách. Při průtočné rychlosti vzduchu před svazkem trubíc $2,78 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dosahuje výměník termické účinnosti 0,43. Při objemovém průtoku vzduchu $0,75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a shodě tepelných kapacit odpadního a přívodního vzduchu je jeho tepelný výkon 14,6 kW při teplotě odpadního vzduchu z haly 21°C a teplotě přívodního atmosférického vzduchu -15°C . V provedení s 5,5násobně zvětšeným průtočným průřezem (šířkou výměníku) je tento typ rekuperátoru úspěšně uplatněn ve velkokapacitním kombinátu pro výkrm brojlerů v Königs Wusterhausen u Berlína, kde zajišťuje při 43% termické účinnosti (stanovené výpočtem v SVÚSS a experimentálně potvrzené laboratorně i v provozu berlínskou Stavební akademií) úsporu tepla 838 GJ za rok.

Ve spolupráci s VÚPS Praha a VÚŽV Uhřetěves zhotovil SVÚSS v r. 1978 z bimetalových žebrovek $\varnothing$ 54/28/25/20-3(0,75) pětiřadý výměník z gravitačních tepelných trubíc 2 m vysokých o čelní ploše obou komor $0,8 \text{ m}^2$ a instaloval ještě v témž roce u zkušebního teletníku v Netlukách. Při průtoku vzduchu $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ v odpadní i přívodní větvi vzduchovodu dosahoval výměník, jehož tepelné trubice byly plněny amoniakem, 63 % termické účinnosti v souladu s výpočtovou charakteristikou

$$E_t = (1 + 0,887 \cdot \dot{V}^{0,46})^{-1} \quad (10)$$

Tepelný výpočet respektoval vliv vnějšího tepelného odporu při konvektivní výměně tepla mezi vzduchem a vnější rozšířenou teplosměnnou plochou trubíc, vliv odporu stěny trubíc (hliníkového pláště a ocelové duše) i vliv vnitřního tepelného odporu stékajícího filmu kapalného čpavku na přenos tepelné energie. Opakovaná tepelná měření v období 1979 až 1981 potvrdila provozní spolehlivost i výkonovou stabilitu výměníku, který dosahoval tepelného výkonu 10,3 kW při stájevé teplotě $+16^\circ\text{C}$ a venkovní teplotě vzduchu -15°C . V současné době byl uvedený výměník rekonstruován na desetiřadý, boční obtok byl nahrazen zkratovým kanálem přímo v komoře výměníku a doplněn uzavírací klapkou poháněnou servopohonem. Nový výměník, sestavený z 80 tepelných trubíc o výšce 2 m, má čelní průřez $0,4 \text{ m}^2$ a dosahuje při základním průtoku vzduchu $0,4 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ oběma komorami termické účinnosti 71 %.

Ve spolupráci s farmou Chotyně, VÚŽV Uhřetěves a Stavokombinátem Liberec kompletoval SVÚSS v r. 1982 větrací systém první haly pro klecový odchov drůbeže jedním rekuperačním výměníkem z tepelných trubíc vyrobených z žebrovek FEROX $\varnothing$ 54/28/25/20-3(0,75). Výměník je řešen jako protiproudý a je sestaven z 96 trubíc 1,55 m vysokých s čpavkovou náplní v osmiřadém uspořádání za sebou. Po rekonstrukci byl snížen počet trubíc na 88 při zachování počtu řad. V současné době jsou u haly č. 2 umístěny dva rekuperační výměníky z žebrovek

SÁKA Ø 56/25/20-2,82 [0,2]. Každý výměník je devítiřadý a má 108 svisle umístěných tepelných trubíc 1,53 m vysokých s náplní amoniaku. Rozměry komor všech výměníků o čelním průřezu 0,52 m² jsou přizpůsobeny rozměrům skříně osového ventilátoru AGRA VE-630. Osový ventilátor je uchycen na výstupní přírubě spodní komory výměníku z gravitačních tepelných trubíc. Touto komorou odsává ventilátor vzduch z haly do venkovního prostředí. U prvního rekuperačního výměníku z 96 tepelných trubíc při osmiřadém zákrytovém uspořádání svazku tepelných trubíc byla experimentálně potvrzena v rozmezí objemového průtoku vzduchu (přívodního i odpadního) 0,5 až 1,5 m³.s⁻¹ každou komorou platnost vztahu

$$E_t = (1 + 0,718 \dot{V}^{0,46})^{-1} \quad (11)$$

Při standardním průtoku vzduchu 1 m³.s⁻¹ přívodním odtahovým kanálem dosahuje výměník v souladu s výsledky měření termické účinnosti 0,58 při účinné filtraci prachu, který se vytváří ve stájovém prostředí a je odsáván odtahovým ventilátorem. Při 1,5měsíčním provozu bez filtrace vzduchu se podle experimentálních poznatků usadí na teplosměnné ploše trubíc v dolní polovině svazku lepkavý organický prach, který zvyšuje vnější tepelný odpor. Tím snižuje výslednou termickou účinnost výměníku a současně zvyšuje i aerodynamický odpor svazku tepelných trubíc v jeho spodní komoře a objemový průtok odpadního vzduchu. Měření prokázala, že průtok odvětrávaného vzduchu z haly se snížil v daném případě o 1/3 a termická účinnost poklesla z 58 % na 36 %.

Hodnocení významu využití odpadního tepla v chotyňské hale typu MONTA ZPÚ-1 s klecovým odchovem 40 000 kuřat prokázalo, že během prvního pololetí roku při větrání intenzivnějším (0,7 m³.s⁻¹ na 1 t hmotnosti ustájené drůbeže) než předepisuje ON 73 4502 zajistí dva rekuperační výměníky z tepelných trubíc úsporu 6,65 t lehkého topného oleje (LTO). Vyšší intenzita větrání je nezbytná, aby byl zajištěn účinný odtah škodlivin ze všech klecí umístěných ve čtyřech řadách ve dvou patrech nad sebou. Návratnost přídatné investice za oba výměníky je v daném případě 2,8 roku.

Postupným zařazováním dvou až šesti rekuperačních výměníků s vlastními odtahovými i přívodními tlačnými ventilátory lze předpokládat rovnoměrnější provětrání stájového prostoru. Při volbě měrného průtoku větracího vzduchu 0,56 m³.s⁻¹ na 1 t hmotnosti ustájené drůbeže a při využití odpadového tepla z celkového množství odvětrávaného vzduchu zvýší se úspora paliva během 140denního odchovného turnusu kuřic během prvního pololetí, dodržujeme-li striktně teplotní režim haly podle předpisu šlechtitelského závodu EURIBRID z Nizozemí na 21,7 t LTO. Návratnost investic za přídatné rekuperátory se v tomto případě sníží na 2,6 roku. Při nadlimitní spotřebě LTO bude návratnost investic činit 1/5 uvedených hodnot.

Ve spolupráci s Drůbežnictvím Xaverov a Agroprojektem připravuje SVÚSS v r. 1983 funkční zkoušky výměníku typu TNB-16 (výrobek VZT Nové Mesto n. V.), sestaveného ze 160 inovovaných čistě hliníkových žebrovek. Předběžné zkoušky dokázaly, že výměník dosáhne při základním průtoku vzduchu 1 m³.s⁻¹ oběma komorami 67% termické účinnosti. Sníží-li se průtok odpadního vzduchu v důsledku vysoké prašnosti

stájového ovzduší a nepravidelného čištění filtrů na odsávacím potrubí na polovinu, je možné (podle grafu na obr. 3) očekávat snížení termické účinnosti na 47 %, při snížení průtoku odpadního vzduchu na čtvrtinu poklesne termická účinnost na 25 %. Prvořadou podmínkou provozů s vysokou prašností vzduchu ve stájovém prostoru, typickou pro farmy zajišťující odchov drůbeže na vysoké podestýlce, je tedy kontinuální čištění filtrů umístěných na odtahových vzduchovodech před rekuperačními výměníky tepla.

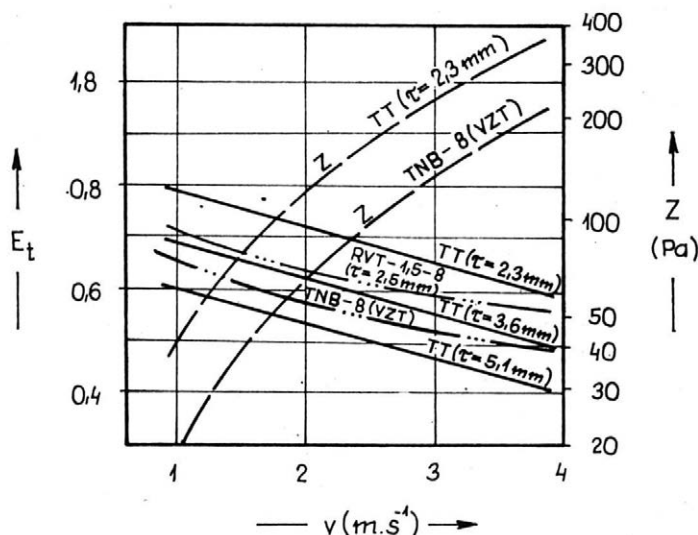
Závažný je aplikační záměr JZD Mrákov, týkající se využití odpadního tepla ze stájí určených k chovu telat. Podle projektu bude již v roce 1983 stájový objekt ve Stráži vybaven šesti výměníky z tepelných trubíc vyrobených z čistě hliníkových žebrovek Ferox $\varnothing 62/35/30-2,5(0,62)$. Pro termickou účinnost těchto výměníků odvodil SVÚSS výpočet závislost

$$E_t = \left(1 + \frac{3,3}{n_f} v^{0,5}\right)^{-1} \quad (12)$$

pro rozmezí rychlosti vzduchu před svazkem trubek 0,5 až 5,0 m.s⁻¹ a počet řad trubíc v zákrytově těsně uspořádaném svazku 5 až 16.

Při rovnotlakém větrání stáje o objemu 585 m³ (vztáženém na 1 rekuperační výměník) a měrné tepelné ztrátě objektu $q_z = 0,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$ (spodní hranice odpovídající velmi dobře tepelně izolované stavbě) a při provozu za extrémních zimních podmínek, tj. při teplotě venkovního vzduchu -15 °C a teplotě stájového prostředí +16 °C, je tepelná ztráta způsobená prouděním tepla stájovou konstrukcí 7,25 kW. Při odvětrávání 0,5 m³.s⁻¹ vzduchu se ze stáje odvádí 18,5 kW jevného tepla. Navrhujeme-li rekuperační výměník jako osmiřadý, sestavený z 64 tepelných trubíc o výšce 1,5 m (typ RTV-1,5-8) a o čelním průřezu svazku tepelných trubíc 0,363 m², dosáhne tento výměník podle rovnice (12) termické účinnosti 67,4 % a rekuperační se uspoří 12,47 kW jevného tepla. Výslednou tepelnou ztrátu 13,28 kW zcela kompenzuje — podle ON 73 4502 — produkce jevného biologického tepla 53 ustájených telat o průměrné hmotnosti 150 kg.

6. Porovnání termické účinnosti osmiřadých výměníků z tepelných trubíc — A comparison of the thermic effectiveness of eight-row heat-pipe exchangers
TT — THERMOTWIN fy Weiss Technik GmbH Wien
TNB-8 — n. p. Vzduchotechnika, Nové Mesto n. Váhom
RTV-1,5-8 — JZD Mrákov (projekt)
Porovnání aerodynamických odporů výměníků Z (Pa) — A comparison of the aerodynamic resistance Z (Pa)



V současné době nabízí přední rakouský výrobce vzduchotechnických zařízení Weiss dodávku výměníků z kapilárních tepelných trubíc typu THERMOTWIN (zkratka TT). Na rozdíl od gravitačních tepelných trubíc zajišťuje v kapilárních trubiciích vratný tok zkondenzované náplně jemně drážkovaná kapilární soustava, vytvořená na vnitřním povrchu stěny trubice. Podobně jako VZT vyrábí i Weiss tepelné trubice ze spirálově žebrovaných hliníkových trubek. Uspořádání trubíc ve svazku je však vystřídání a roztečná vzdálenost v příčném směru činí 56 mm, v podélném směru 50 mm. Výměník je třířadý až osmiřadý. Tepelné trubice dodává Weiss v rozmezí délek 1,09 až 4,09 m. Roztečná vzdálenost spirálních žeber je 2,3, 3,6 a 5,1 mm. K zvýšení efektivity mají tepelné trubice sklon $1,25^\circ$ ve směru od kondenzačního úseku k výparnému úseku. Tato úprava zvyšuje vratný tok zkondenzované kapaliny přidavným působením tíže.

Z porovnání termické účinnosti osmiřadého výměníku TT (výrobce Weiss) s výměníkem TNB-8 (výrobce VZT) a RTV-1,5-8 (JZD Mrákov) na obr. 6 je patrná velmi výhodná charakteristika rakouského rekuperátoru TT s roztečnou vzdáleností spirálových žeber 2,3 mm. Tato charakteristika byla odvozena z prospektových materiálů firmy Weiss. Jak je patrné z obr. 6, se zvětšováním roztečné vzdálenosti spirálních žeber se snižuje efektivnost výměníků TT. Výměník TNB-8 (VZT) má sice nižší termickou účinnost, ale současně i přibližně o 80 % nižší aerodynamické odpory. Z hlediska počtu tepelných trubíc vztažených na 1 m² průřezu výměníků mají rekuperátory TT největší počet trubíc 357, rekuperátory TNB-8 (VZT) 278 trubíc a RVT-1,5-8 (JZD Mrákov) pouze 252 trubice.

Pozornosti si zaslouží realizační záměr OZS Louny, týkající se sušáren chmele, který by byl atraktivní tím, že by se při prodloužení provozní doby sušárny během roku zajišťovalo sušení dalších produktů rostlinné výroby. Atraktivní je také uplatnění rekuperace u sušárny obilí ZZNP České Budějovice. Zajímavá je i výstavba rekuperačního systému z výměníku TNC-8 (VZT) v n. p. CUTISIN Jilemnice podle projektové dokumentace Potravinoprojektu Litomyšl a záměr STS Mimoň vybavit stříkáčím box AFIT rekuperačním výměníkem TND-8 z 3 m dlouhých žebrovek SÁKA, jejichž výrobu STS zvládla.

ZÁVĚR

Rekuperační výměníky z tepelných trubíc patří nesporně k perspektivním teplosměnným zařízením, o které projevují zájem zejména zemědělské závody pro své stájové objekty. V těchto aplikacích mohou výměníky z tepelných trubíc, jejichž sériovou výrobu zajišťuje od r. 1983 n. p. Vzduchotechnika Nové Město n. V., významně přispět k úspoře deficitní tepelné energie, zejména lehkých topných olejů. Předností výměníků z tepelných trubíc proti dispozičně výhodnějším zařízením pro zpětné získávání tepla vyráběným ČSVZ pod typovým označením ZZT, je snadná rozebíratelnost a možnost rychlého a dokonalého vyčištění vnější teplosměnné plochy, větší odolnost proti korozi v provozech obsahujících škodliviny a koncentrovanější vodní páru v odpadním vzduchu a nižší pořizovací náklady. Při současném VOC schválených

pro rekuperátory typu TN (VZT) je návratnost investic na tyto výměníky, projektované ve větracích systémech stájových objektů, kratší než normativní.

Literatura

ON 73 4502. Větrání a vytápění stájových prostorů. 1975.

ZEMÁNEK, J.: Současný stav výzkumu, vývoje a funkčních zkoušek rekuperačních výměníků vzduch/vzduch z tepelných trub v ČSSR. Přednáška na 29. konferenci CHISA '82, Mariánské Lázně 1982.

Došlo dne 2. 2. 1983

ЗЕМАНЕК, Я. (Научно-исследовательский институт машиностроения, Прага - Беховице): Использование вторичного тепла в животноводческих помещениях с помощью теплообменников из тепловых труб. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6) : 333-345.

Статья является обзором современного состояния разработок и внедрения теплообменников из тепловых труб в сельском хозяйстве, где эти теплообменники обеспечивают эффективное и экономичное использование вторичного тепла, до настоящего времени отводимого без использования в окружающую атмосферу при вентилировании животноводческих объектов, или в результате работы различного технологического оборудования. Приводятся объяснения работы тепловых труб, конструкция теплообменников на тепловых трубах, дается обзор современного состояния их производства в ЧССР; далее прилагается информация о размерах, ценах и теплотехнических данных новых типов теплообменников. В статье также дается обзор планируемых мероприятий по внедрению и результаты испытаний опытных образцов теплообменников на животноводческих предприятиях. Для сравнения приведены параметры теплообменников, характеризующиеся термической эффективностью; на примерах произведена оценка экономического эффекта, заключающегося, главным образом, в существенной экономии топлива.

животноводческие объекты; использование вторичного тепла; теплообменники; тепловые трубы

ZEMÁNEK, J. (State Research Institute of Machine Design, Praha-Běchovice): *Utilization of Waste Heat of Farm Buildings Using Heat Exchangers Made of Heat Pipes*. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6) : 333-345.

A survey is given of the present state of research in the field of heat exchangers made of heat pipes and their application in agriculture where these exchangers are used for utilization of waste heat which has been up to now let to escape into the surrounding atmosphere during ventilation of stables or lost in operation of various technological devices. The function of heat pipes and the design of exchangers made of heat pipes are explained. Information on the present state of production in Czechoslovakia is presented together with data concerning the dimensions, prices and output of new types of exchangers. Realization objectives and the results of measurement tests with functional specimens of exchangers carried out on selected farms are surveyed. For comparison the output parameters of exchangers characterized by thermal efficiency are given. Considerable savings of liquid fuels are emphasized and evaluated.

farm buildings; waste heat utilization; heat exchangers; heat pipes

Adresa autora:

Ing. Jan Zemánek, CSc., Státní výzkumný ústav pro stavbu strojů, 250 97 Praha-Běchovice

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 22.807/4

Symposium on farm mechanization. Proceedings of a symposium on tropical agriculture researches, October 1970.

Tokyo, Tropical Agriculture Research Center (1982). 225 s., obr., tab. Tropical agric. research series No 4. (Tokyo — konference o mechanizaci zemědělství — 1970 — sborníky / Mechanizace zemědělství — tropické oblasti — sborník — Japonsko)

MAKAROV, V. A. — JERMILOV, L. T.

E 43.219

Opyt kompleksnogo ispolzovaniya tekhniki po ipatovskomu metodu.

Moskva, Kolos 1982. 64 s., obr. (Zemědělská technika — využití komplexní — metody)

E 35.386/12

Konstruirovaniye i tekhnologiya proizvodstva sel'skochozjajstvennykh mashin. Vyp. 12.

Kijev, Tekhnika 1982. 93 s., obr., tab. (Zemědělské stroje — konstrukce / Zemědělské stroje — výroba — technologie — SSSR)

REGULSKI, S.

D 73.666

Dane techniczno-eksploatacyjne maszyn i ciagników rolniczych. Wyd. 3.

Warszawa, PWRiL 1982. 162 s., tab., obr. (Zemědělské stroje a traktory — technické údaje — příručka)

GOCKLER, L. — BÁNHÁZI, G.

C 24.245/158

Az erőgépüzemeltetés műszeres mérése.

Budapest, Agroinform 1982. 2 s., 4 obr. Műszaki fejlesztési eredmények 158/1982. (Zemědělské stroje — provozní spolehlivost — měření — přístroje)

TEPELNÉ ČERPADLO PRO VYUŽITÍ BIOLOGICKÉHO TEPLA A SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ K VYTÁPĚNÍ V ZEMĚDĚLSTVÍ

D. Andert

ANDERT, D. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Tepelné čerpadlo pro využití biologického tepla a slunečního záření k vytápění v zemědělství*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (6) : 347-354.

Rozšíření tepelných čerpadel k vytápění v zemědělství je vázáno na jejich vývoj a na zavedení výroby potřebných kompletů tepelných čerpadel. V současnosti je v našem zemědělství nejsnáze realizovatelná přestavba chladících zařízení mléka na tepelná čerpadla využitelná na chlazení mléka a na ohřev vody. Ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky se upravená zařízení dlouhodobě sledují. Bylo zjištěno, že u chladícího zařízení upraveného v roce 1978 na předehřívání teplé užitkové vody se za dobu provozu neprojeví větší závady. energetické zdroje; nízkopotenciální tepelná energie; teplotonosné médium

Prudký vzrůst cen fosilních paliv a zejména ropy vyvolal vzestup cen i dalších forem energie, např. energie elektrické. Tato situace vyvolává potřebu zkoumat využití nových druhů energie. Z hlediska zemědělské výroby se jedná především o sluneční záření. Pokud toto záření nemůžeme využít k fotosyntetické přeměně, využijeme je k ohřevu různých teplotonosných médií. Dalším významným zdrojem je biologické teplo chovaných hospodářských zvířat, které zatím představuje ztrátovou energii vznikající při energetických biologických transformacích krmiva v hospodářských zvířatech.

Oba tyto energetické zdroje poskytují jen nízkopotenciální tepelnou energii, jejíž praktické využití však předpokládá použití tepelných čerpadel.

Používání tepelných čerpadel, zejména čerpadel s parním oběhem, má již stoletou tradici, ale bylo zaměřeno hlavně na odčerpávání tepelné energie z ochlazeného materiálu. Toto jednoúčelové použití tepelných čerpadel k ochlazení značně ovlivnilo jejich konstrukci i jejich označení jako chladící zařízení.

Mezi průkopníky v používání tepelných čerpadel k vytápění patří Švýcarsko. Již v roce 1938 bylo v Zürichu použito tepelné čerpadlo o tepelném výkonu 190 kW k vytápění radnice. Jako zdroje tepla bylo využito vody z jezera. Po 26 letech provozu bylo toto zařízení vyměněno.

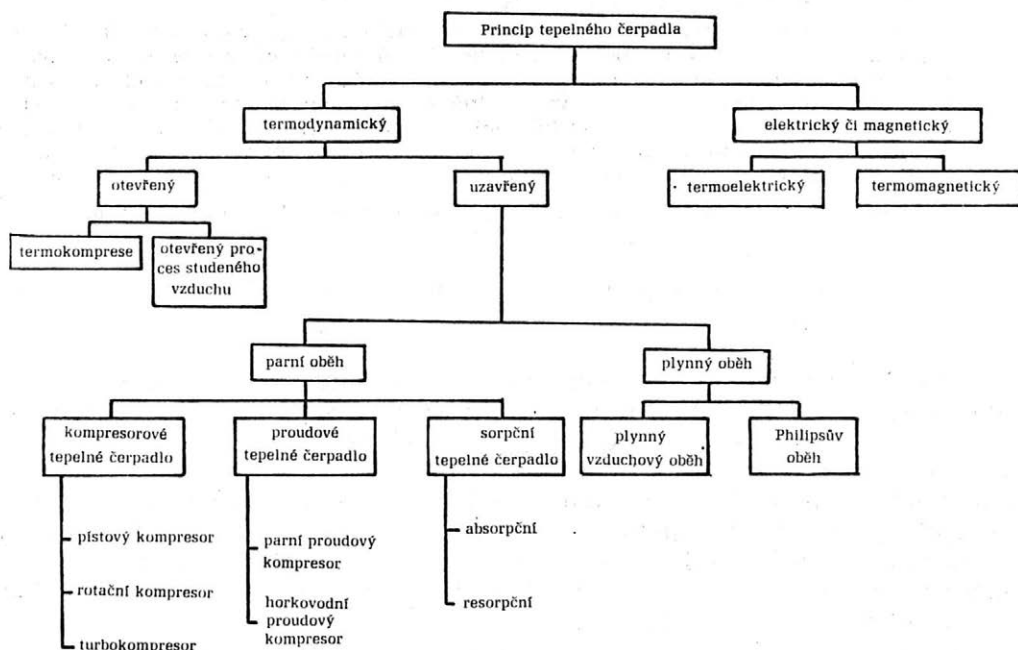
Také u nás byl na začátku 50. let pod vlivem nedostatku energie v poválečném období zahájen provoz tepelných čerpadel. Tepelná čerpadla vytápěla např. hydrocentrály Sušany a Lipovec, nebo v chemickém průmyslu závod FOMA Hradec Králové či UMA Semtín a dále lázně Šturbanské Teplice. Postupně však byla vytlačována technicky jednoduššími topnými zařízeními, jako jsou naftové či plynové kotle. Další vývoj tepelných čerpadel v ČKD byl zastaven a teprve nyní se k této problematice vracíme.

PRINCIPY TEPELNÝCH ČERPADEL

Teplným čerpadlem se řeší úkol vedení vnitřní energie, která je k dispozici v teplotněm médiu o nízké teplotě, do teplotněm média s vyšší teplotou. Jelikož podle druhé hlavní věty termodynamiky může tepelná energie samovolně proudit jen z vyšší teplotní hladiny na nižší, je pro provoz tepelného čerpadla potřeba určité hnací energie. Proto se proces, který probíhá proti přirozenému teplotnímu spádu, uskutečňuje pomocí cyklického procesu, jehož pracovním médiem je kapalina vroucí při nízké teplotě. Tuto kapalinu nazýváme chladivem.

Různé principy tepelných čerpadel jsou uvedeny v tab. I.

I. Tabulka principů tepelných čerpadel — Diagram of the principles of heat pumps

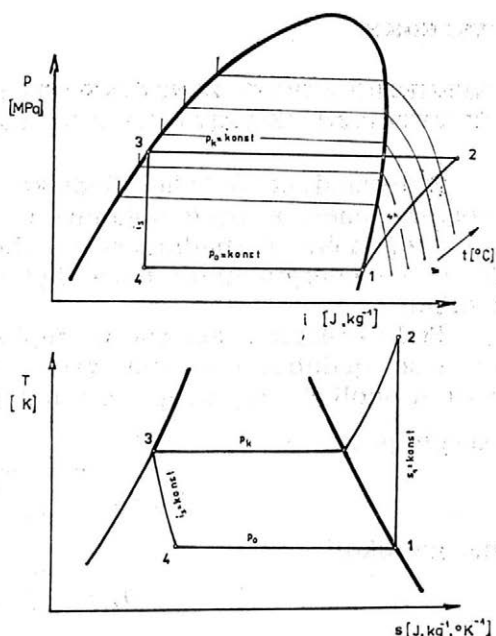
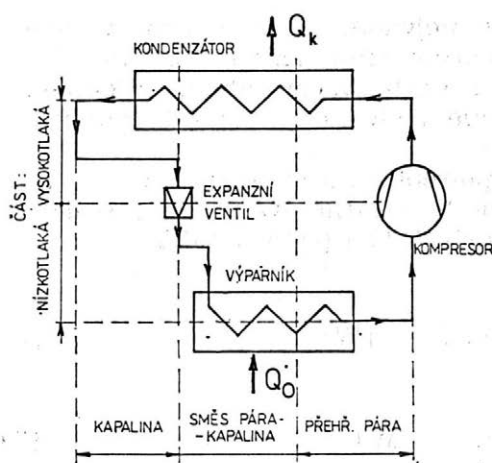


Nejčastěji jsou používána kompresorová tepelná čerpadla s parním oběhem, u nichž je chladicího účinku dosaženo vypařováním chladiva a k vyvození žádaného výparného a kondenzačního tlaku je použit objemový či rychlostní kompresor.

Parní oběh kompresorového tepelného čerpadla se uskutečňuje v okruhu znázorněném na obr. 1. Tento okruh se skládá z kompresoru, kondenzátoru, expanzního ventilu a výparníku. Ve výparníku se tekuté chladivo mění v páru. Potřebné výparné teplo se odebrává z tepelného zdroje, protože vypařování probíhá při teplotě nižší, než má zdroj. Vypařující se chladivo se v cyklickém procesu nasává kompresorem a stlačuje se na vysoký tlak. Vlivem energie potřebné k pohonu se zvyšuje tlak a zároveň teplota par chladiva. Se zvýšením tlaku se zvyšuje také kondenzační teplota, což je předpoklad pro předání tepelné energie tepelnému spotřebiči.

Skutečný parní oběh je vlivem tlakových ztrát třením a tepelných ztrát vysáláním nevratný a nejvíce se mu blíží Rankinův cyklus. Jeho diagram $T-s$ a $P-i$ je na obr. 2. Rankinův cyklus se skládá z adiabatické komprese 1—2, izobarického odnímání tepla 2—3, izoentaltického škrcení 3—4 a izotermického přívodu tepla 4—1.

Teplo odvedené okruhem, tj. teplo výparné q_0 , je dané rozdílem entalpií na sání kompresoru a na začátku odpařování a je úměrné ploše pod čarou vypařování



1. Blokové schéma tepelného čerpadla
— Block diagram of a heat pump

2. Claus-Rankinův oběh v diagramech
lg $p-i$ a $T-s$ — Claus-Rankin's cir-
culation in diagrams lg $p-i$ and $T-s$

$$q_o = i_1 - i_4 \quad (\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}) \quad (1)$$

Teplo kondenzační q_k je dané rozdílem entalpií chladiva na výstupu z kompresoru a na konci kondenzace a je úměrné ploše pod čarou vypařování

$$q_k = i_2 - i_3 \quad (\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}) \quad (2)$$

Pohonná energie e_p je úměrná rozdílu těchto ploch a je daná rozdílem entalpií na výstupu z kompresoru 2 a na sání kompresoru 1

$$e_p = i_2 - i_1 \quad (\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}) \quad (3)$$

Chladicí faktor je potom

$$\varepsilon_c = \frac{q_o}{e_p} \quad (1) \quad (4)$$

Topný faktor

$$\varepsilon_t = \frac{q_k}{e_p} \quad (1) \quad (5)$$

POUŽITÍ TEPELNÝCH ČERPADEL

Možnosti použití tepelných čerpadel v zemědělství jsou široké. Je to například spojení chladírenských zařízení s pracovními halami s podlahovým vytápěním, nebo vytápění objektů tepelnými čerpadly, které odebírají teplo z okolního vzduchu.

VÝSLEDKY

ENERGETICKÉ POSOUZENÍ ČINNOSTI TEPELNÉHO ČERPADLA PŘI VYTÁPĚNÍ VE VZTAHU K JINÝM ZPŮSOBŮM VYTÁPĚNÍ

Z termodynamického hlediska je nejvhodnější zajišťovat vytápění prostoru směsí exergie pohonné s anergií okolí [K a l č í k, 1973] pomocí tepelného čerpadla pracujícího s Cartonovým cyklem. Předpokládáme, že energie okolí může být stále znovu používáno k vytápěcím účelům.

Podíl exergie a anergie na teple potřebném k vytápění určitého prostoru se zjednodušeně určí, vycházíme-li z Carnotova cyklu pro danou teplotu okolí T_o (K) a teplotu v místnosti T_i (K) podle vztahů:

exergie prostoru

$$Q_E = \frac{T_i - T_o}{T_i} \cdot Q \quad (W) \quad (6)$$

anergie okolí

$$Q_A = \frac{T_o}{T_i} \cdot Q \quad (W) \quad (7)$$

Pro exergetické zhodnocení různých druhů vytápěcích systémů je výhodné používat srovnání s Carnotovým cyklem. To nám vyjadřuje exergetická účinnost η_{Ex}

$$\eta_{Ex} = \frac{Q_E}{Q_{SZ}} = \frac{\frac{T_i - T_o}{T_i} \cdot Q}{\frac{1}{\eta_{SZ}} \cdot Q} = \eta_{SZ} \frac{T_i - T_o}{T_i} \quad (1) \quad (8)$$

kde: Q_{SZ} — příkon srovnávaného zařízení
 η_{SZ} — účinnost srovnávaného zařízení

Exergetické účinnosti různých vytápěcích systémů pro vnitřní teplotu $t_i = 20^\circ\text{C}$ a venkovní teplotu $t_o = 0^\circ\text{C}$ jsou uvedeny v tab. II.

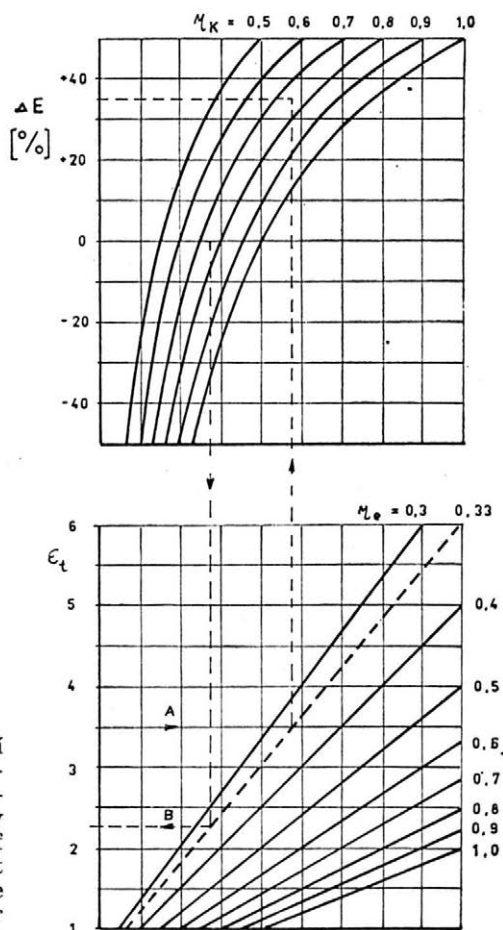
ÚSPORY PRIMÁRNÍCH ZDROJŮ ENERGIE PŘI POUŽITÍ TEPELNÝCH ČERPADEL K VYTÁPĚNÍ NEBO OHŘEVU TEPLÉ UŽITKOVÉ VODY

Z uvedených rozborů o používání tepelných čerpadel vyplývá, že podle pracovních podmínek, velikosti a technické úrovně tepelných čerpadel je možné dosahovat tepelného faktoru ε_t až 5. Tyto poznatky pak vedou k úvahám, do jaké míry můžeme tepelnými čerpadly nejen nahradit energii v ušlechtilých palivech, ale i přímo primární tepelné zdroje energie. Pro určení těchto úspor je výhodné použít grafu na obr. 3.

Příklad A: Jaké jsou úspory primárních energetických zdrojů ΔE , nahrazujeme-li zdroj tepla pracující s účinností $\eta_k = 0,75$ elektricky poháněným tepelným čerpadlem s tepelným faktorem $\varepsilon_t = 3,5$ při účinnosti výroby elektrické energie $\eta_e = 0,33$? Relativní úspora primární energie $\Delta E = 35\%$.

II. Exergetické účinnosti různých vytápěcích systémů — Exergetic effectiveness of various heatings systems

Vytápěcí systém	Energetická účinnost (%)
1. uhlím	4,4
2. topným olejem	5,1
3. elektrické (elektrické energie lehkovodních reaktorů)	2,1
4. elektrické (elektrické energie z tepelných elektráren)	2,8
5. elektrické (elektrické energie z vodních elektráren)	4,8
6. tepelné čerpadlo (elektrická energie z lehkovodních reaktorů)	5,1
7. tepelné čerpadlo (elektrická energie z tepelné elektrárny)	6,3
8. tepelné čerpadlo (elektrická energie z vodních elektráren)	11,8

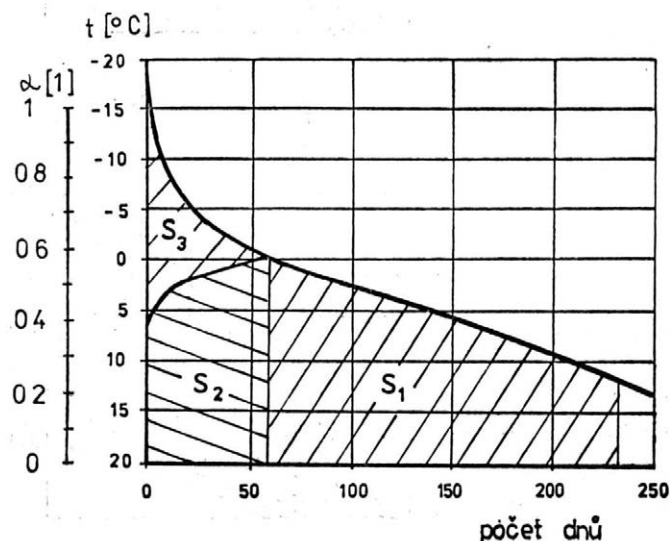
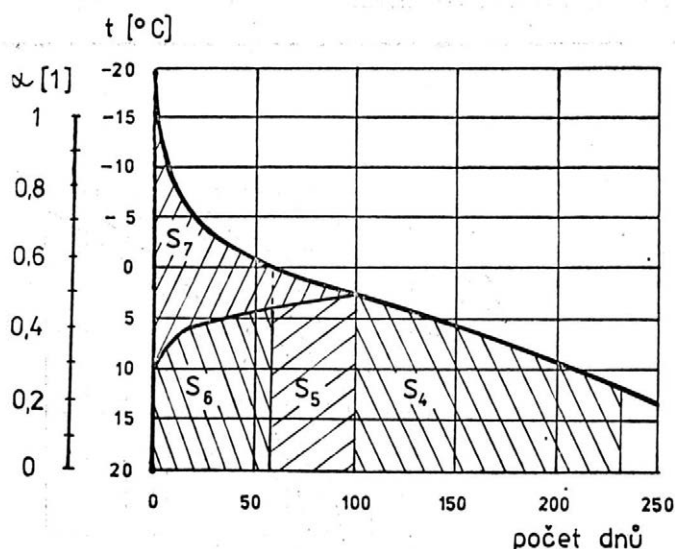


3. Graf pro stanovení úspory primární energie ΔE při použití tepelného čerpadla s topným faktorem ϵ_t při účinnosti nahrazovaného kotle η_K a výroby η_e — Graph for the determination of primary energy savings ΔE using a heat pump with heating factor ϵ_t at the effectiveness η_K of the replaced boiler and η_e of el. production

Příklad B: Jaký je minimální topný faktor elektricky poháněného tepelného čerpadla při náhradě kotle s účinností $\eta_k = 0,75$ a úspore primární energie $\Delta E = 0 \%$? Účinnost výroby elektrické energie $\eta_e = 0,33$. Minimální tepelný faktor tepelného čerpadla $\varepsilon_t = 2,3$.

Při použití tepelného čerpadla k vytápění je třeba znát, jaké množství tepelné energie dodá tepelné čerpadlo ročně. Množství potřebné tepelné energie je dané klimatickými podmínkami, tepelnou charakteristikou budovy a požadovanou vnitřní teplotou.

Křivka na obr. 4 určuje četnost výskytu průměrných denních teplot v průběhu roku v místě s výpočtovou teplotou -15°C , která je v našich klimatických podmínkách nejčastější (např. České Budějovice), a četnost potřeby topného příkonu, který je charakterizován součinitelem α . Plocha pod křivkou představuje roční spotřebu tepla pro vytápění na vnitřní teplotu 20°C při venkovní teplotě nižší než 12°C .



4. Graf četnosti venkovních teplot a potřebného topného příkonu ve výpočtové oblasti -15°C — Graph of the frequencies of outdoor temperatures and the required heating input in the calculation zone of -15°C

Tepelná čerpadla využívající k vytápění jako zdroj energie okolní vzduch jsou investičně poměrně nákladná a jejich tepelný výkon se s klesající venkovní teplotou výrazně zmenšuje. Při vyšších venkovních teplotách je potom tepelné čerpadlo silně předimenzované. Rovněž výpočtová teplota se vyskytuje jen málo dní v roce. Proto není vhodné dimenzovat tepelné čerpadlo na plný výkon a provozovat je v monovalentním otopném systému. Také s ohledem na využití tepelného čerpadla je výhodnější bivalentní otopný systém, tj. kombinace tepelného čerpadla a klasického vytápěcího systému.

Tepelná čerpadla potom nejčastěji dimenzujeme na poloviční tepelný výkon, tj. na výpočtovou teplotu 2,5 °C. Při této teplotě ještě není nutné použít odtávacího zařízení na výparníku tepelného čerpadla. Je také možné dimenzovat tepelné čerpadlo na výpočtovou teplotu 0 °C. Použití nižších teplot není vhodné, protože tepelné čerpadlo pak pracuje s nízkým topným faktorem. Toto rozmezí je vhodné i proto, že otopná soustava pokryje tepelné ztráty objektu teplotou přiváděné otopné vody do 60 °C. Špičková tepelná čerpadla jsou schopna dodávat otopnou vodu o teplotě do 60 °C.

Jak vyplývá z obr. 5, jsou pro výpočtovou oblast -15 °C a topnou sezónu 232 dny způsoby provozu tepelných čerpadel různé.

Monovalentní provoz:

výpočtový bod	-15 °C
výkon tepelného čerpadla	100 %
dobu provozu tepelného čerpadla	232 dny, tj. 100 %
pokrytí roční spotřeby tepla	100 %

Bivalentní alternativní systém:

výpočtový bod	2,5 °C
výkon tepelného čerpadla	50 %
dobu provozu tepelného čerpadla	132 dny, tj. 57 %
pokrytí roční spotřeby tepla	40 %
výpočtový bod	0 °C
výkon tepelného čerpadla	57 %
dobu provozu tepelného čerpadla	172 dny, tj. 74 %
pokrytí roční spotřeby tepla	63 %

Bivalentní — paralelní systém:

výpočtový bod	2,5 °C
výkon tepelného čerpadla	50 %
dobu provozu tepelného čerpadla	232 dny, tj. 100 %
z toho samotné tepelné čerpadlo	132 dny, tj. 57 %
pokrytí roční spotřeby tepla	73 %
výpočtový bod	0 °C
výkon tepelného čerpadla	57 %
dobu provozu tepelného čerpadla	232 dny, tj. 100 %
z toho samotné tepelné čerpadlo	172 dny, tj. 74 %
pokrytí roční spotřeby tepla	90 %

Bivalentní — částečně paralelní systém:

výpočtový bod	2,5 °C
vypnutí tepelného čerpadla	0 °C
výkon tepelného čerpadla	50 %
doba provozu tepelného čerpadla	172 dny, tj. 74 %
z toho samotné tepelné čerpadlo	132 dny, tj. 57 %
pokrytí roční spotřeby tepla	62 %

Literatura

KALČÍK, J.: Technická termomechanika. Praha, Academia 1973.

Došlo dne 2. 2. 1983

АНДЕРТ, Д. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Тепловой насос для использования биологического тепла и солнечной энергии для отопления в сельском хозяйстве. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6) : 347-354.

Распространение тепловых насосов для целей отопления связано с их развитием и внедрением производства их комплексов. В нашем сельском хозяйстве легче всего можно осуществить перестройку молокоохладительных установок в тепловые насосы для охлаждения молока и водоподогрева. В Институте модифицированные установки уже давно изучаются. Установка, модифицированная в 1978 г. для подогревания технической воды, еще не показала крупных недостатков.

источники энергии; низкопотенциальная теплоэнергия; теплоноситель

ANDERT, D. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Heat Exchanger for the Utilization of Biological Heat and Solar Radiation for Heating in Agriculture*. *Zeměd. Techn.*, 29, 1983 (6) : 347-354.

Wider use of heat pumps for heating purposes in agriculture depends on their development and on the introduction of the manufacture of the needed heat pump sets. Nowadays in the Czechoslovak agriculture the easiest way is to change milk cooling systems into heat pumps which will cool the milk and heat the water. The adjusted equipments have been studied by workers of the Research Institute for Agricultural Engineering for a long time. A cooling system converted in 1978 into the pre-heating equipment for warm supply water has showed no greater defect in operation over the whole time of its use.

energy sources; low-potential heat energy; heat-carrying medium

Adresa autora:

Ing. David Andert, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

EFEKTIVNOST SNIŽOVÁNÍ SPOTŘEBY ENERGIE PŘI KONZERVACI PÍCE NÍZKOTEPLNÍM SUŠENÍM

K. Chmelík, P. Jevič, J. Souhrada

CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SOUHRADA, J. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Efektivnost snižování spotřeby energie při konzervaci píce nízkoteplotním sušením*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (6) : 355-366.

Jsou uvedeny výsledky laboratorních a poloprovozních zkoušek nízkoteplotní sušárny píce, získané v rámci výzkumu technických a technologických podkladů pro vývoj zařízení výroby nízkoteplotních úsušků pro skot. Na základě těchto výsledků byl porovnán výrobní postup konzervace píce pomocí nízkoteplotního sušení s horkovzdušným sušením a byla zhodnocena jeho efektivnost.

zkoušky nízkoteplotní sušárny píce; energetické a výkonnostní ukazatele; efektivnost nízkoteplotního sušení

Zemědělské horkovzdušné sušárenství přináší významný efekt tím, že se získávají vysoce kvalitní krmiva, především bílkovinná. Výroba horkovzdušných úsušků je však energeticky značně náročná. V současné době, kdy jsou dodávky lehkých topných olejů pro zemědělství výrazně snižovány, a tím se nutně omezuje provoz horkovzdušných sušáren, je nutné jako jednu z nejvýznamnějších otázek řešit možnost náhrady určitého podílu výroby horkovzdušných vitaminózních úsušků výrobou kvalitního bílkovinného krmiva z píce s nižší energetickou náročností. Významnou možností, jak snižovat spotřebu energie, je nízkoteplotní sušení píce se sníženou vstupní vlhkostí. Problematikou nízkoteplotního sušení a podmínkami sušicího prostředí se zabývali např. Maurer aj. (1974), Djomin aj. (1979), Sobolev aj. (1977), Viktorin (1982) a jiní. Získané výsledky potvrdily i přes nižší tepelnou účinnost výhodnost postupu nízkoteplotního sušení píce se sníženou vstupní vlhkostí. Technicko-ekonomická hlediska zavedení výrobního postupu nízkoteplotního sušení zavádějí píce a výroby krmiv na základě nízkoteplotních úsušků uvádí Brabec aj. (1979).

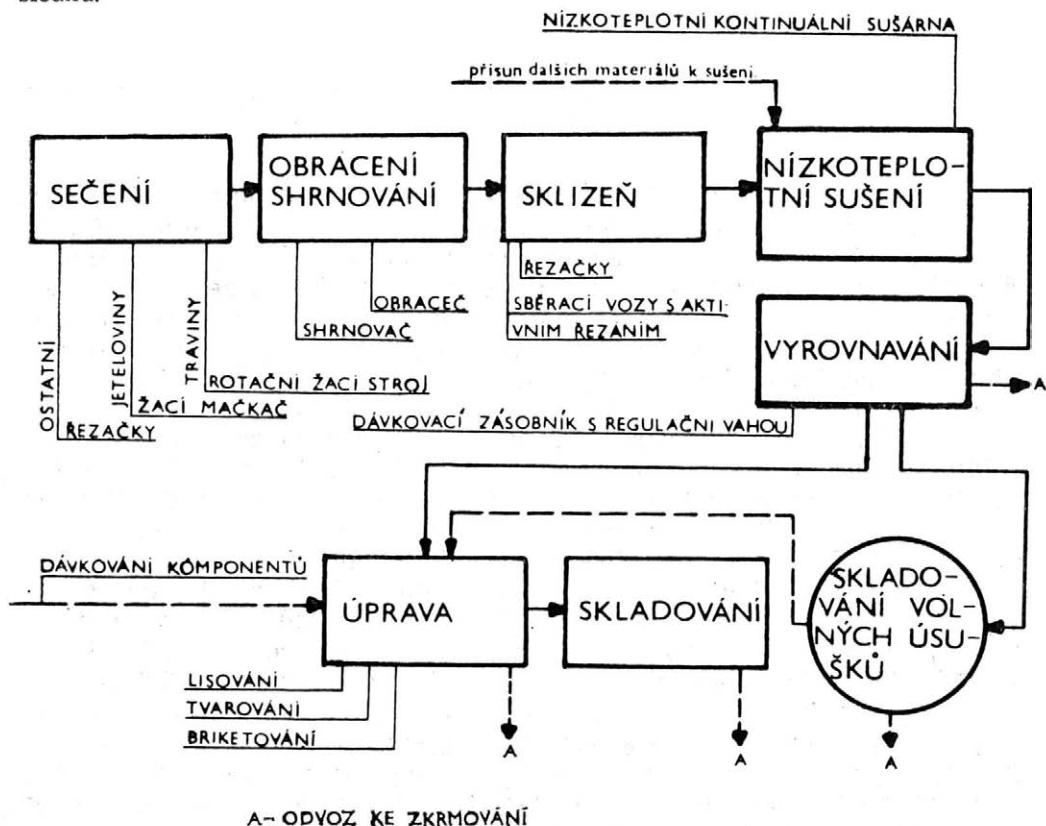
Aby mohla být ověřena efektivnost tohoto nového výrobního postupu a získány technologické a technické podklady pro vývoj nízkoteplotní sušárny, briketovací linky a linky skladování, byl na JZD Blatnice, okres Hodonín, vybudován funkční model výroby nízkoteplotních úsušků. V roce 1982 ověřovali pracovníci Výzkumného ústavu zemědělské techniky první část tohoto funkčního modelu, a to nízkoteplotní sušárnu.

MATERIÁL A METODY

Cílem řešení problematiky výrobního postupu nízkoteplotního sušení zemědělských materiálů se sníženým podílem vstupní vlhkosti je především ověřit teoretický předpoklad výrazných úspor paliv a energie na jednotku produktu při zajištění vysoké kvality vyrobeného krmiva, jež by mohlo ve výživě skotu nahradit část horkovzdušných úsušků. Získané technologické, technické a výživářské podklady mají sloužit pro vývoj strojních linek zabezpečujících výrobní postup nízkoteplotního sušení zemědělských materiálů, jejich zpracování a skladování a především pak vývoj nízkoteplotní sušárny, která by umožnila i částečně využít různých forem odpadního, vesměs nízkopotenciálního tepla.

Po prostudování a zpracování všech dostupných podkladů a ověření některých dílčích strojních prvků byl vypracován teoretický model výrobního objektu s nízkoteplotní sušárnou, výrobou briket na bázi nízkoteplotních úsušků a se sklady. Z tohoto modelu pak vzešel investiční záměr, který sloužil jako podklad pro vypracování přípravné a projektové dokumentace výstavby funkčního modelu. Po jeho dobudování v roce 1983 bude možné dokončit ověřování funkce nízkoteplotní sušárny (pro tento účel byla dovezena sušárna SCOLARI typu AA 121 CD, Itálie). Dále bude možné ověřit:

- skladování volně ložených úsušků ve věžových skladech s provětráváním,
- výrobní postup jednotokého briketování krmiv,
- briketování krmiv na bázi nízkoteplotních úsušků,
- skladování briketovaných úsušků a krmiv v halovém boxovém skladu,
- využívání solární energie k přehřívání vzduchu před vstupem do sušicího tunelu,
- celkový provoz výrobního objektu, včetně energeticko-ekonomických výsledků.



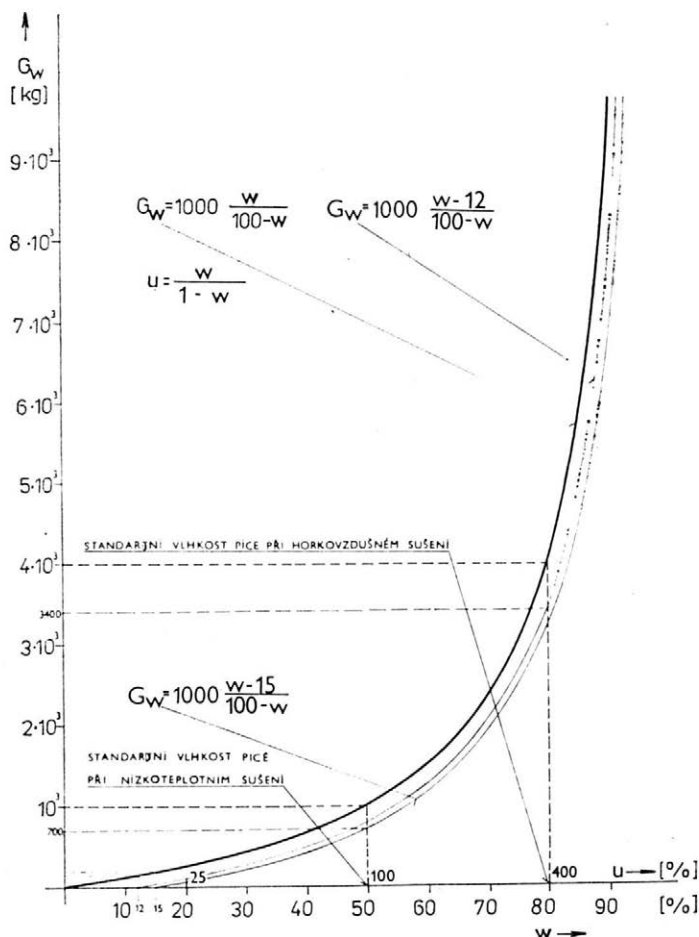
1. Blokové schéma operací výrobního postupu nízkoteplotního sušení — Block diagram of the operations of the production process of low-temperature drying

I. Základní požadavky na strojní linku nízkoteplotního sušení — Basic requirements for a machine line of low-temperature drying

Technologické	počáteční vlhkostní podíl píce — možné rozmezí (%) — optimální rozmezí (%)	50 ± 15 50 ± 5
	délka řezanky v mm — hmotnostní podíl řezanky o délce do 100 mm (%) — hmotnostní podíl řezanky o délce nad 150 mm (%)	40 — 150 min. 60 max. 5
	počet provozních hodin za rok (h)	1000
Agrotechnické	sušící prostředí	a) směs spalín a vzduchu b) čistý vzduch
	konečný vlhkostní podíl píce (%)	15 ± ⁰ / ₃
	konečná teplota úsušku (po vychlazení) (°C)	a) 25 b) max. +5 nad teplotou okolního vzduchu
	ztráty sušiny (%)	5
Technické	výkonnost v úsuších (kg . h ⁻¹)	2000
	výkonnost v odpařené vodě (kg . h ⁻¹)	max. 3000
	vstupní teplota (regulovatelné rozmezí) (°C)	70 — 150
	tepelný výkon sušárny (kW)	max. 3489
	měrná spotřeba tepla na odpaření 1 kg vlhkosti (při vstupní teplotě 160 °C) (MJ . kg ⁻¹)	4,082
	zdroj tepla a) LTO, zemní plyn, svítiplyn, bioplyn b) odpadní teplo tepelných, jaderných elektráren, z kompresorových stanic plynovodů apod. c) hybridní systémy topení (např. ušlechtilé palivo s předehříváním solární energií)	

V agrotechnických a zootechnických požadavcích na nízkoteplotní sušicí linku (Chmelík aj., 1980), zpracovaných současně s teoretickým modelem, se počítá zejména se sušením zavadlých lučních a listnatých píce, tj. bílkovinných travních směsí, jetelů, vojtěšek (lze předpokládat možnosti sušení i jiných zemědělských plodin) ve všech oblastech ČSSR. Základní požadavky na nízkoteplotní sušicí linku uvádí tab. I.

Jednotlivé operace výrobního postupu nízkoteplotního sušení jsou patrné z blokového schématu na obr. 1. Píce určené k sušení se posekají buď žacímačákem nebo rotačním žacím strojem (se zařízením pro mechanické narušení stébel a rozprostření posečené píce do tenké vrstvy) a podle potřeby se obrátí. Za jeden až dva dny, v závislosti na průběhu klimatických faktorů, při průměrném obsahu vlhkosti 40 až 60 % se shrnou a sbírají samojízdou řezačkou, event. sběracím vozem s aktivním řezacím ústrojem s pořezením na délku 8 až 10 cm, max. 15 cm.



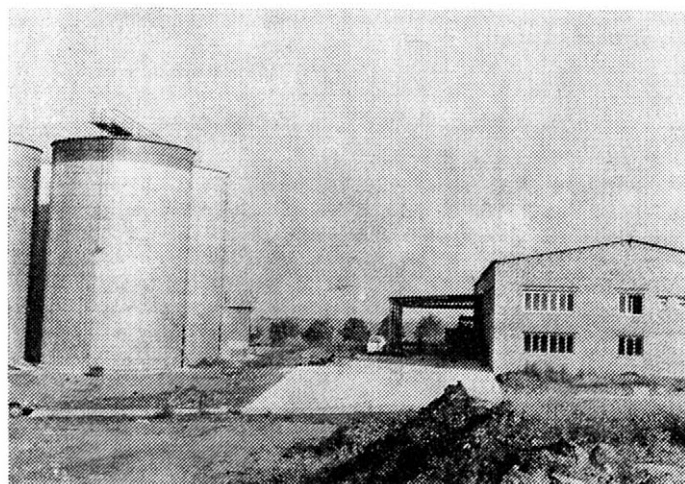
2. Závislost množství vody, které je nutno odpařit pro získání 1000 kg usušené hmoty — A graph of the amount of water which is to be evaporated to get 1000 kg dried material

G_w = množství odpařené vody (kg)

W = relativní vlhkost materiálu

W_a = absolutní vlhkost materiálu

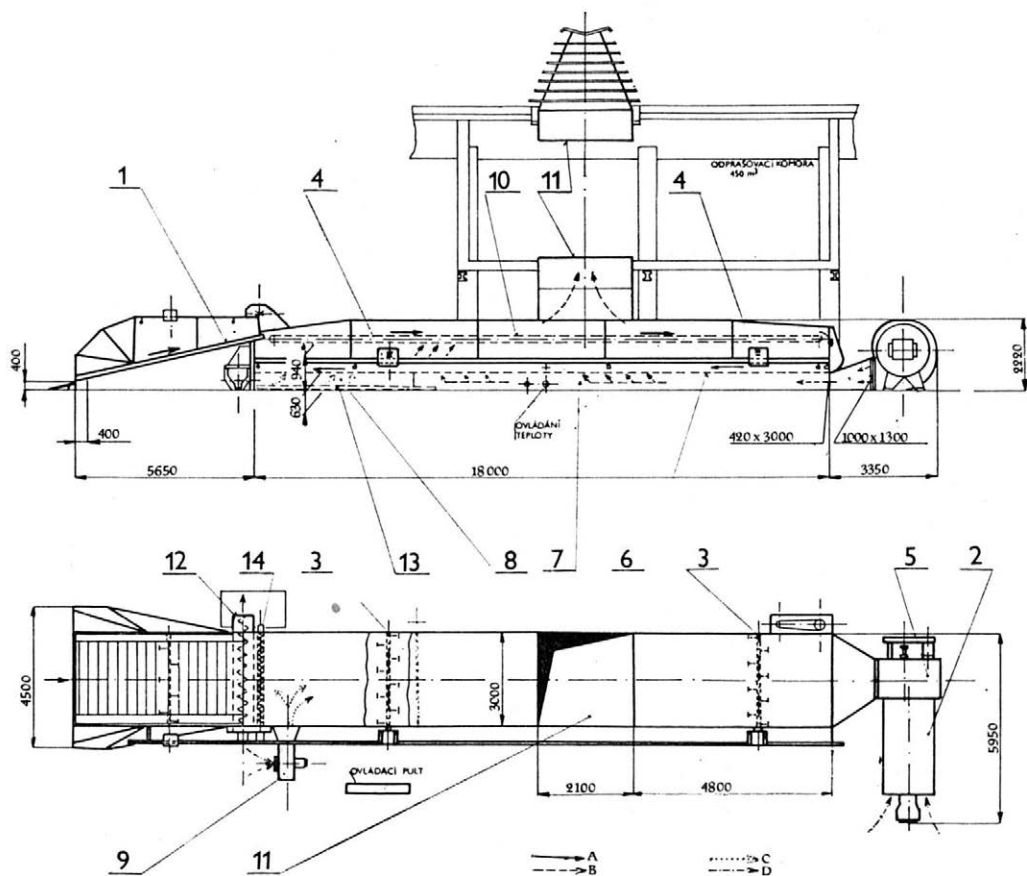
Řezanka se vyklopí v prostoru před sušárnou. Při sušení této píce, jak je patrné z obr. 2, se odpaří zhruba o 75 % vody méně, než při horkovzdušném sušení píce s vlhkostním spádem 80 na 12 %; tím se podstatně sníží spotřeba tepelné energie na vlastní sušení. S ohledem na charakter tohoto materiálu je nutné sušit při teplo-



3. Pohled na výrobu nízkoteplotních úsůků — A view of the plant where low-temperature-dried feeds are produced

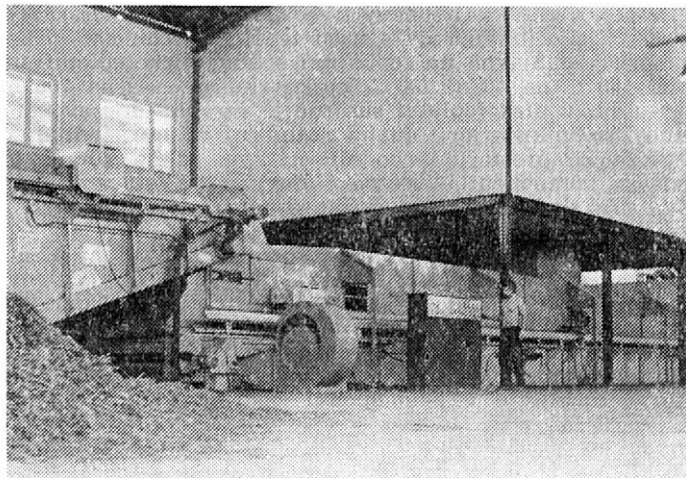
tách několikanásobně nižších (tab. I) než v bubnových horkovzdušných sušárnách, pracujících při teplotách až 900 °C. Počítá se tedy s nižší tepelnou účinností nízkoteplotní sušárny. Tato účinnost závisí hlavně na teplotním spádu; nízkoteplotní sušárna má teplotní spád 70 až 160 °C na 40 až 55 °C, horkovzdušná sušárna 700 až 900 °C na 120 až 130 °C. Po usušení v nízkoteplotní sušárně je řezanka dopravována do vyrovnávacího dávkovacího zásobníku s kontinuální regulační vahou a odtud po stabilizaci do skladovacích věžových prostorů, nebo alternativně přímo k dalšímu zpracování s přidavkem dalších komponentů (včetně slámy) v briketovací lince. Vyrobená briketovaná krmiva pro skot, buď jednosložková nebo vícesložková, doplněková, jsou vedena soustavou dopravníků do halového skladu.

Klíčovým prvkem funkčního modelu pro ověření nízkoteplotního sušení pícnin a výroby krmiv pro skot je víceúčelová sušárna AA 121 CD SCOLARI. Celkové uspořádání této sušárny je patrné ze schematu na obr. 4. V horní části sušicího tunelu sušárny je instalován perforovaný dělený pásový dopravník, v dolní části šterbinový rošt, vytvářející spolu s bočnicemi žlab. Dopravu a obrácení sušeného materiálu v tomto žlabu zajišťují dva dopravní rotory s lopatkami vidlicového tvaru. Na straně výstupu materiálu z tunelu je v jeho spodní části umístěno oddělené



4. Schéma nízkoteplotní sušárny Scolari — Diagram of the Scolari low-temperature drier

1 — vstup vlhkého materiálu; 2 — spalovací komora; 3 — dopravní rotor; 4 — pohonná jednotka dopravního rotoru; 5 — ventilátor pro rozvod sušicího prostředí; 6 — pevný šterbinový rošt; 7 — rozvod sušicího prostředí; 8 — rozvod chladicího vzduchu; 9 — ventilátor chladicího vzduchu; 10 — předsoušecí pás; 11 — komín pro odvod sušicího prostředí; 12 — šnekový dopravník usušeného materiálu; 13 — čistící pás; 14 — šnekový dopravník prашného podílu; A — směr pohybu materiálu; B — směr proudění sušicího prostředí; C — směr proudění chladicího vzduchu; D — proudění vzduchu



5. Nízkoteplotní sušárna Scolari s ovládacím pul-tem; nad sušárnou je vybudována odprašovací komora — The Scolari low-temperature drier with the control desk; a dust-separating chamber is located above the drier

chladicí pásma se samostatným ventilátorem. Pro odvádění usušeného produktu je v chladicím pásmu instalován šnekový dopravník. U podlahy tunelu je druhý šnekový vynášec, který shrnuje prашný podíl sušeného materiálu propadající pevným roštem. Součástí celokovové sušárny je spalovací komora na zemní plyn a šikmý dopravník pro přívod materiálu do sušárny. Tento dopravník je opatřen zařízením pro vytváření rovnoměrné vrstvy a zařízením pro sčesávání produktu vstupujícího na předsušecí pás. Spalovací komora je napojena na vzduchotechnický přívod sušícího prostředí do sušárny; zde je hlavní ventilátor pro nasávání okolního vzduchu, s nímž spaliny vytvářejí sušící prostředí. Na stropě tunelu je umístěna odprašovací komora o objemu 450 m³, která zajišťuje v podstatě funkci cyklonu. Z komory je vyveden komínový nástavec nad objekt budovy. Teplota sušení se nastavuje na regulačním termostatu umístěném v tunelu pod šterbinovým roštem, jehož signál zajišťuje minimální a maximální chod spalovacího hořáku zemního plynu. S ohledem na optimální nastavení sušícího prostředí se doba sušení reguluje změnou času stání prvního dopravního rotoru. Ten je zároveň řídícím členem pro ostatní prvky zajišťující dopravu materiálu do sušárny, v sušárně i ze sušárny; ovládá pohyb druhého dopravního rotoru, jenž spíná v úvratí pohyb přiváděcího, předsušecího a vynášecího dopravníku. Doba chodu těchto dopravníků při konstantní rychlosti pohybu je opět řízena časově. Ovládáním doby pohybu předsušecího pásu je regulována výška vrstvy na sušícím roštu. Dopravní účinek rotoru je možné podle potřeby vyřadit z činnosti, a tím zajistit pouze obrácení materiálu na roštu.



6. Manipulace s pící před vstupem do sušárny — Forage handling before entering the drier

II. Hlavní výsledky poloprovozních zkoušek nízkoteplotního sušení vojtěšky — The main results of pilot tests with the low-temperature lucerne drying

Parametr	Symbol	Jednotka	Střední hodnoty						
Teplota okolního vzduchu	t_{OK}	°C	23,10	24,16	22,80	24,81	21,50	23,60	24,20
Měrná vlhkost okolního vzduchu	X_{ok}	kg . kg ⁻¹	0,011	0,0113	0,0107	0,0118	0,0102	0,0111	0,0115
Celková doba sušící zkoušky		h	8,50	6,50	10,50	9,50	7,30	8,34	11,50
Počáteční vlhkostní podíl vojtěšky	W_A	%	84,14	77,80	75,45	71,17	63,11	59,18	56,49
Konečný vlhkostní podíl vojtěšky	W_B	%	10,07	6,40	4,80	13,01	7,70	3,82	9,52
Délka řezanky do 40 mm	l_R	%	76	74	65			30	
do 60 mm	l_R	%	10	12	16			25	
do 80 mm	l_R	%	6	5	5			24	
do 100 mm	l_R	%	4	5	5			9	
nad 100 mm	l_R	%	4	4	9			12	
Teplota sušícího prostředí na regulátoru	t_{LR}	°C	140	150	140	140	140	140	140
na vstupu do sušárny	t_{LA}	°C	160	170	160	160	160	160	160
Teplota sušícího prostředí na výstupu	t_{LB}	°C	48	48,4	49,1	45	46	49	48,8
Hmotnostní průtok úsušku	M_{MB}	kg . h ⁻¹	600	766	895	1000	1210	1300	1400
Hmotnostní průtok odpařované vody	M_W	kg . h ⁻¹	2802	2464	2266	2017	1820	1628	1511
Objemový průtok zemního plynu	M_{PL}	m ³ . h ⁻¹	305,2	295,5	283,1	253,1	236,8	237,2	197,7
Spotřeba tepla	Q	MJ . h ⁻¹	11 042,1	10 689,4	10 240,8	9155,6	8566,4	8580,5	7151,6
Spotřeba elektrické energie	E	kWh . h ⁻¹	35,5	36,0	37,1	38,2	40,1	42,1	43,8
Měrná spotřeba tepla na odpaření 1 kg vody	S_Q	MJ . kg ⁻¹	3,941	4,338	4,529	4,539	4,707	5,270	4,730
Měrná spotřeba tepla na 1 kg úsušků	S_u	MJ . kg ⁻¹	18,40	13,95	11,44	9,16	7,08	6,60	5,11
		m . p . kg ⁻¹	0,63	0,47	0,39	0,31	0,24	0,23	0,18
Měrná spotřeba elektrické energie na 1 kg úsušků	S_E	kWh . kg ⁻¹	0,059	0,047	0,041	0,038	0,033	0,032	0,031

VÝSLEDKY

Hlavní výsledky poloprovazních zkoušek sušení vojtěšky s různým počátečním podílem vlhkosti jsou uvedeny v tab. II, výsledky vzduchotechnických zkoušek v tab. III.

Hmotnost vlhkého materiálu dávkovacího do sušárny byla určována váhovou metodou, hodnoty vlhkostního podílu odběrem vzorků a jejich vysoušením do konstantní hmotnosti při teplotě $105 \pm 2^\circ\text{C}$. Množství cirkulujícího prostředí bylo zjišťováno pomocí středních aritmetických průměrů z rychlostí proudění měřených rychlostní sondou Lambrecht. Množství nasávaného vzduchu hlavního a chladícího ventilátoru byla stanovena z naměřených středních rychlostí proudění na děrovaných krytech sacích otvorů pomocí vrtulkového anemometru. Statické tlaky v pracovním prostoru byly odečítány na sklonném lihovém mikromanometru.

Teploty prostředí zaznamenával bodový zapisovač KBT s termočlánky Ni-Cr, ke kontrole byly použity laboratorní rtuťové teploměry. Povrchové teploty byly měřeny elektronickým teploměrem Termophil. Naměřené a vypočtené hodnoty potvrzují předpoklady i výsledky teoretických prací zabývajících se výzkumem nízkoteplotního sušení píce se sníženým vstupním podílem vlhkosti. Růst počáteční vlhkosti píce W_A se velmi výrazně projevuje zvyšováním měrné spotřeby tepla S_u , vztažené na 1 kg úsušků: pro $W_A = 56,49\%$ je $S_u = 5,11 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a pro $W_a = 77,8$ je $S_u = 13,95 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Vedle toho však klesá tepelná účinn

III. Výsledky vzduchotechnického měření nízkoteplotní sušárny — The results of the air-technological measurement of the low-temperature drier

Měřené místo	Průtočný objem studeného vzduchu — prázdná sušárna V ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Průtočný objem studeného vzduchu — sušárna zaplněna suchou vojtěškou výška vrstvy 27 cm V ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Průtočný objem sušícího prostředí — sušení vojtěšky výška vrstvy 25 cm V ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	Průtočná hmotnost sušícího prostředí M_{1s} ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$)
Sání hlavního ventilátoru	26,11	25,85	18,40	21,40
Sání chladícího ventilátoru	5,04	4,58	2,35	2,74
Sání hořáku	—	—	0,14	0,16
Zemní plyn	—	—	0,08	0,07
Celkově přiváděné prostředí	31,15	30,43	20,97	24,36
Otvor pro přívod materiálu	7,77	—	4,25	4,28
Výfukový komín	23,40	30,23	17,64	17,80
Celkově odváděný vzduch	31,17	30,23	21,89	22,08

nost sušárny, představovaná měrnou spotřebou tepla S_Q na odpaření 1 kg vody: pro $W_A = 84,14$ je $S_Q = 3,941 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ a pro $W_A = 56,49 \%$ je $S_Q = 4,73 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (u horkovzdušných bubnových sušáren je požadavek při sušení píce z počáteční vlhkosti 80 % na vlhkost 12 % na $S_u = 11,72 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ při $S_Q = 3,275 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$). Hmotnostní průtok úsušků M_{MB} stoupá s klesající vlhkostí W_A až na $1400 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ při $W_A = 56,49 \%$ a konečné vlhkosti úsušků $W_B = 9,52 \%$.

Porovnáme-li naměřené hodnoty s hodnotami danými technickými požadavky (tab. IV), je patrné, že tepelná účinnost sušárny S_Q je o 16 % vyšší a výkonost v úsušcích o 30 % nižší než jsou požadované hodnoty. Požadované hodnoty $S_Q = 4,082 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ bude patrně velmi obtížné dosáhnout (sušilo se při maximální teplotě nízkoteplotního sušení) a lze předpokládat, že z důvodů vazby vlhkosti v pici o počáteční vlhkosti $50 \pm 15 \%$ (sušení probíhá převážně při klesající rychlosti, kdy se uvolňuje převážně osmoticky vázaná vlhkost) bude hodnota $S_{Q \min} = 4,3 \text{ MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$. Výkonost v úsušcích však s klesající W_A dále poroste.

Během zkoušek byl zjištěn a odstraňován nerovnoměrný rychlostní profil sušícího prostředí na vstupu do sušícího tunelu (nerovnoměrnost činila až 35 %) a projevila se i nerovnoměrnost sušení v příčném profilu, což způsobovalo přesušování zavadlé píce. Toto přesušování negativně ovlivnilo spotřebu tepla i výkonost sušárny. Pracovní prostor sušárny je při sušení v mírném přetlaku (statické tlaky se pohybují od 98 Pa na vstupu do 10 Pa na výstupu sušícího prostředí, mimovrstvová

IV. Porovnání výsledků zkoušek nízkoteplotní sušárny se základními technickými požadavky — A comparison of the results of tests of the low-temperature drier and the basic technical requirements

Parametr	Výsledky zkoušky	Technické požadavky
Počáteční vlhkostní podíl vojtěšky (%)	56,49	50 ± 15
Konečný vlhkostní podíl vojtěšky (%)	9,52	$15 \pm \begin{smallmatrix} 0 \\ 3 \end{smallmatrix}$
Hmotnostní průtok úsušků ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	1400	2000
Vstupní teplota sušícího prostředí ($^{\circ}\text{C}$) na regulačním termostatu	140	70–160
na vstupu do sušárny	160	—
Výstupní teplota sušícího prostředí ($^{\circ}\text{C}$)	48,8	—
Tepelný výkon sušárny (kW)	max. 2442	max. 3489
Měrná spotřeba tepla na odpaření 1 kg vody ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	4,73	4,08
Celkový instalovaný elektrický příkon sušárny (kW)	57,10	—
Spotřeba elektrické energie ($\text{kWh} \cdot \text{h}^{-1}$)	43,80	—
Měrná spotřeba tepla na 1 kg úsušků ($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	5,11	—
Měrná spotřeba elektrické energie na 1 kg úsušků ($\text{kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$)	0,03	—
Ztráty sušiny (%)	1,50	5,00

rychlost proudění sušicího prostředí nad roštem se pohybuje od 0,3 do 1,2 m.s⁻¹). Z toho důvodu odvádí sušárna část sušicího prostředí netěsnostmi (přívod a odvod materiálů, pohon dopravních rotorů apod.), což rovněž ovlivňuje spotřebu tepla.

Rozdíl mezi povrchovou teplotou vnějšího pláště sušárny a okolní teplotou se pohybuje v rozmezí od 11,4 do 39,9 °C a ukazuje na nedostatečnou izolaci stěn a hlavně stropu sušicího tunelu. Hmotnostní průtok odpařené vody, vztažený na jednotku plochy pásu (celková sušicí plocha činí 108 m²), se pohyboval od 26 kg.h⁻¹.m⁻² do 13 kg.h⁻¹.m⁻². Lze konstatovat, že dopravní rotory (za předpokladu, že jsou správně nastaveny lopatky a že průtok sušicího prostředí na vstupu do tunelu je rovnoměrný) příznivě ovlivňují tuto vysokou měrnou odpařivost. Velmi dobře lze hodnotit činnost odprašovací komory pracující jako cyklon, která se projevuje velmi nízkou ztrátou sušiny a minimálním znečištěním okolního prostředí. Uvedená a další zjištění budou využita při dalším vývoji nízkoteplotně sušicí linky.

V. Některé provozní údaje a provozní náklady sušáren — Some operational data and operational costs of driers

Poř. číslo	Položka	Jednotka	Horkovzdušná sušárna BS-6	Nízko-teplotní sušárna Scolari
Podkladové provozní údaje				
1	výkonnost roční	t.rok ⁻¹	1 386	2 000
2	výkonnost hodinová	t.h ⁻¹	0,6	1,4
3	délka denní směny	h	20	20
4	doba provozu ročně	h	2 320	1 420
5	počet pracovních dní	den	116	71
6	vlhkostní gradient	%	80 → 12	56 → 10
7	zpracované množství vojtěšky	t	6 098	4 290
8	spotřeba plynu	m ³ .t ⁻¹	396	141
9	spotřeba elektrické energie	kWh	110 880	90 000
Provozní náklady sušáren				
1	odpisy	Kčs	65 030	92 482
2	náklady na opravy	Kčs	27 870	39 635
3	náklady na elektrickou energii	Kčs	18 295	14 850
4	náklady na zemní plyn	Kčs	456 000	234 060
5	mzdy a odměny	Kčs	115 200	81 000
6	Σ 1—5	Kčs	682 395	462 027
7	hodnota rozdílu ztrát	Kčs	—	71 500
8	provozní náklady celkem	Kčs	682 395	533 527
9	provozní náklady na účelovou jednotku	Kčs.t ⁻¹	491	267

Na základě výsledků zkoušek byl proveden rozbor efektivnosti konzervace píce nízkoteplotním sušením; pro rozbor byly využity výsledky zkoušek a některé další údaje o sušárně SCOLARI a ukazatele a údaje horkovzdušné sušárny BS-6, udávané Agroprojektem. Byly stanoveny provozní náklady vlastních technologických zařízení, tj. bez stavebních nákladů, nákladů na inženýrské sítě apod.

Podkladové provozní údaje (tab. V) byly uspořádány tak, aby z nich vyplývající náklady byly maximálně srovnatelné. Nižší provozní náklady nízkoteplotní sušárny jsou především ovlivněny jedním ze základních energetických ukazatelů — spotřebou plynu na tunu úsušků. Při zahrnutí rozdílu ztrát — které zatěžují nízkoteplotní sušení 10 % ze zpracovaného množství vojtěšky, což představuje zvýšení provozních nákladů za daných podmínek o 71 500,— Kčs — je provoz nízkoteplotní sušárny levnější o 148 868,— Kčs; náklady na výrobu tuny úsušků jsou pak nižší o 224,— Kčs. Je to především důsledek snížení spotřeby energie nízkoteplotním sušením.

DISKUSE

Poloprovozní zkoušky přinesly konkrétní údaje o nízkoteplotním sušení vojtěšky s různou počáteční vlhkostí při teplotě na vstupu do sušícího tunelu 160 °C. V další etapě zkoušek sušení zavadlé píce (event. dalších materiálů) je zapotřebí tyto údaje prohloubit a rozšířit sledováním průběhu a podmínek sušení v rozmezí teplot 70 až 130 °C. Takto získané poznatky spolu s dalším experimentálním výzkumem, zejména kvalitativních znaků získaných nízkoteplotních úsušků, představují další nutné podklady pro úspěšný vývoj nízkoteplotních sušáren.

Sušárna AA 121 CD zhruba odpovídá svými rozměry i výkonnostními parametry (při standardních podmínkách sušení píce z 80 % na 12 % vlhkosti) nejrozšířenější horkovzdušné bubnové sušárně BS-6. To je výchozí předpoklad pro rekonstrukci horkovzdušných sušících linek na nízkoteplotní při zachování stavebních kapacit, palivového hospodářství apod., tedy pro rekonstrukci bez nákladnějších investic. Významná je i možnost využívat různé formy netradičních zdrojů tepla.

ZÁVĚR

Laboratorní a poloprovozní zkoušky nízkoteplotní sušárny píce prokázaly výraznou úsporu spotřeby tepla na kilogram úsušků ve srovnání s horkovzdušným sušením. Při nízkoteplotním sušení zavadlé píce o 55 % vlhkosti na konečných 9 % vlhkosti činí spotřeba tepla na 1 kg úsušků 5,11 MJ; při horkovzdušném sušení za standardních podmínek je spotřeba tepla na 1 kg úsušků o 60 % vyšší, ačkoliv je tepelná účinnost horkovzdušného sušení vyšší. Tím byl ověřen jeden z hlavních předpokladů — vedle možností využití různých forem nízkopotenciálního tepla — pro zavedení výrobního postupu nízkoteplotního sušení do zemědělského provozu. Především v důsledku snížení spotřeby energie i s přihlédnutím k určitému podílu ztrát jsou za daných podmínek náklady na tunu nízkoteplotních úsušků o 224,— Kčs nižší než na tunu úsušků z horkovzdušné sušárny.

Literatura

- BRABEC, M. a kol.: Nízko-teplotní sušárna s výrobou briket a sklady v JZD Blatnice, okr. Hodonín (investiční záměr). VÚZT, Praha-Řepy 1979.
- DJOMIN, A. V. a kol.: Suška rastitelno-stebelnych materialov v plotnom sloje. Nauč. Tr. VIESCH, tom 49, Moskva 1979.
- CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SOUHRADA, J.: Agro-zootechnické požadavky v sušárenství — karta požadavků na nízko-teplotní sušárnu 2 t.ha⁻¹. Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy 1980.
- MAURER, K. — PÖNITZ, H. — SEIBOLD, R.: Vergleichende Untersuchungen über den Futterwert von heissluft- und warmluftgetrocknetem Grünfutter unter Berücksichtigung des technischen Aufwandes. Landwirtsch. Forsch., 1974, č. 3-4.
- SOBOLEV, G. V. — POREV, I. A. — KROLEVA, R. S.: Rezultaty issledovanij i sostojanije rabot v oblasti nizkotemperaturnoj suški zeljonyh kormov pri protivotoke. VIM, Moskva 1977.
- VIKTORIN, Z.: Výzkum podkladů pro vývoj nízko-teplotní sušárny pro zemědělství. [Výzkumná zpráva č. 82-09012.] SVÚSS Běchovice 1982.

Došlo dne 2. 2. 1983

ХМЕЛИК, К. — ЕВИЧ, П. — СОУГРАДА, Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Эффективность сокращения энергорасхода в консервировании фуража низкотемпературной сушкой. Земед. Техн., 29, 1983 (6) : 355-366.

Приводятся результаты лабораторных и полупроизводственных испытаний низкотемпературной сушилки фуража, полученные в рамках изучения технико-технологических данных по созданию цеха для сушки продуктов для кр. р. скота при низких температурах. На их основе сравнивали производственный процесс консервирования с помощью холодного и горячего воздуха и подытоживали его эффективность.

испытание низкотемпературной сушилки фуража; показатели энергетики и производительности; эффективность низкотемпературной сушки

CHMELÍK, K. — JEVIČ, P. — SOUHRADA, J. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *The Effectiveness of Reducing Energy Consumption during Forage Preservation by Low-Temperature Drying*. Zeméd. Techn., 29, 1983 (6) : 355-366.

The results are given of laboratory and pilot tests conducted in a low-temperature forage drier. The tests were performed within the research on the technical and technological parameters for the development of equipment for a low-temperature drying house which would produce dried-forage products for cattle feeding. The results allowed for comparing the production process of forage preservation by low-temperature drying on the one hand and hot-air drying on the other. The effectiveness of both systems was evaluated.

low-temperature forage-drier testing; energetic and performance parameters; effectiveness of low-temperature drying

Adresa autorů:

Ing. Karel Chmelík, ing. Petr Jevič, ing. Josef Souhrada, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha-Řepy

O. Netík

NETÍK, O. (Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy): *Normativy spotřeby paliv a energie v zemědělství*. Zeměd. Techn., 29, 1983 (6) : 367-378.

Práce obsahuje zdůvodnění potřeby normativů spotřeby paliv a energie v zemědělství. Jsou stanoveny základní vztažné ukazatele pro různé stupně řízení a plánování. Konkrétní hodnoty normativů jsou stanoveny pro základní zemědělské plodiny v členění na motorovou naftu, elektrickou energii a teplo a jsou vztaženy na jednotku plochy (ha) a produkce (t) a specifikovány pro čtyři výrobní oblasti ČSSR. Pro plánovací účely v zemědělských podnicích jsou normativy doplněny koeficienty, které blíže charakterizují přírodní a výrobní podmínky (odpor půdy, svažitost pozemků, výnos plodin).

plánování spotřeby paliv a energie; základní zemědělské plodiny; koeficienty charakterizující přírodní a výrobní podmínky

Základním posláním zemědělství je výroba potravin pro zabezpečení výživy obyvatelstva v potřebném množství, kvalitě a sortimentu. Tento proces vyžaduje značné vklady přímé a nepřímé energie. Rozvoj socialistického zemědělství, který v počátečním období kladl důraz především na zvyšování produktivity práce, vyvolal nároky na mechanizační prostředky a traktory a vedl k přesunu potřeby lidské energie a energie potažných zvířat na různé druhy paliv, zejména motorovou naftu a elektrickou energii. (Zatímco v letech 1950 tvořila spotřeba fosilních paliv a elektrické energie pouze 23 % z celkové spotřeby energie, v roce 1980 již 95 %). Tento přesun a intenzifikace výroby vyvolávají určité disproporce mezi potřebou a možnostmi zdrojů potřebných energií vyčleňovaných v rámci národního hospodářství pro zemědělství. Proto je třeba hledat odpovídající formy racionálního využití paliv a energií v zemědělství. Požadavek je podtržen i tím, že zemědělství spotřebovává více než čtvrtinu z celkového objemu spotřeby motorové nafty a téměř třetinu zdrojů lehkých topných olejů.

Jednou z cest vedoucích k lepšímu hospodaření s palivy je stanovení normativních ukazatelů spotřeby paliv a energie ve vztahu k výrobním ukazatelům.

Normy a normativy obvykle charakterizují ukazatele spotřeby práce, materiálu, energie apod. ve vztahu ke kvalitativním a kvantitativním ukazatelům výrobku. V odvětvích, v nichž se pracuje s neživým materiálem v relativně přesně definovaných podmínkách, je normativní činnost mnohem jednodušší a její používání má dlouholetou tradici.

V zemědělské výrobě, která pracuje s živým biologickým materiálem za velmi proměnných podmínek, je tvorba normativů podstatně obtížnější a jejich používání je zatím méně obvyklé.

I. Normativy spotřeby paliv a energie pro rostlinnou výrobu — Norms of fuel and energy consumption in plant production

Plodina	Motorová nafta v l. ha ⁻¹				Motorová nafta v l. t ⁻¹				Elektrická energie		Teplo	
	výrobní oblast				výrobní oblast				kWh ha ⁻¹	kWh.t ⁻¹	kgmp.ha ⁻¹	kgmp.t ⁻¹
	K	Ř	B	H	K	Ř	B	H				
Obiloviny:												
pšenice	119	131	121	113	24,8	27,9	29,3	33,9	27— 76	8— 16	14— 33	4— 7
žito	117	131	123	118	32,5	34,4	33,8	36,3	26— 60	8— 16	13— 26	4— 7
ječmen	101	111	102	95	22,1	24,7	25,8	30,2	25— 73	8— 16	12— 32	4— 7
oves	100	111	104	98	30,0	31,3	31,5	34,4	23— 56	8— 16	12— 24	4— 7
kukuřice na zrno	209	234	216	—	43,8	51,0	51,6	—	50— 95	12— 20	25— 43	6— 9
Luskoviny:												
hrách	108	123	113	104	45,0	42,9	43,8	46,6	53— 152	24— 53		
fazole	142	160	145	—	86,1	97,0	92,9	—	17— 54	11— 33		
Technické plodiny:												
řepka	169	188	176	168	72,8	77,7	77,2	81,2				
len	—	—	149	145	—	—	40,6	47,5	80— 90	22— 26	25— 35	7— 11
cukrovka	315	343	334	—	8,0	8,3	8,6	—				
Brambory	230	254	246	236	13,5	13,5	12,1	13,5	250— 320	12— 19		
Krmné okopaniny:												
krmná řepa	330	363	348	331	5,3	5,4	5,8	7,1				
krmná kapusta	—	168	163	159	—	4,1	4,0	4,4				
Píceiny na orné půdě:												
kukuřice na zeleno	171	187	174	—	3,9	4,3	4,4	—				
siláž	191	207	193	—	4,3	4,6	4,9	—				
úsušky	171	187	174	—	3,9	4,3	4,4	—	2010—2130	46— 54	2510—3590	82— 89

Jarní směsky na:												
zeleno	98	111	103	96	4,9	5,0	5,1	5,6				
siláž	107	121	112	105	5,4	5,5	5,5	6,2				
senáž	111	124	116	109	5,6	5,6	5,7	6,4				
úsušky	98	111	103	96	4,9	5,0	5,1	5,6	890—1190	45— 60	1640—1740	83— 88
Víceleté pícniny na:												
zeleno	115	128	123	121	3,2	3,1	3,2	3,9				
siláž	124	136	132	130	3,4	3,3	3,5	4,2				
seno	119	132	127	125	3,3	3,2	3,3	4,1	265— 455	7— 12		
senáž	106	118	114	109	2,9	2,8	3,7	3,5	90— 130	2— 3		
úsušky	115	128	123	121	3,2	3,1	3,2	3,9	2280—2850	60— 75	3990—5130	105—135
Zelenina												
mrkev, petržel	93	104	95	—	3,2	2,8	3,8	—	30— 60	1— 2		
Chmel	—	192	177	—	—	150	147,5		455— 540	380—450	480— 600	400—500
Vinné hrozny	122	134	120	—	14,9	25,3	25,0	—				
Ovoce												
jabloně a hrušně	134	146	140	—	10,7	11,1	18,4	—				
Louky na:												
zeleno	60	66	71	66	4,3	3,6	3,6	4,6				
siláž	66	73	79	73	4,7	4,0	4,0	5,1				
senáž	62	69	74	69	4,4	3,8	3,8	4,8				
seno	63	70	75	70	4,5	3,8	3,8	4,9	125— 213	7— 17		
úsušky	60	66	71	66	4,3	3,6	3,6	4,6	1080—1350	60— 75	1490—1580	83— 88
Pastviny na senáž:	72	72	78	79	4,4	5,5	5,0	7,2				

Poznámka: měrné spotřeby pro pícniny a chmel jsou vztaženy k zelené hmotě

Zatímco v minulosti se normativní činnost v zemědělství zaměřovala na otázku výkonnosti ve vztahu k produktivitě práce, zabývá se dnes úkolem zpracovat normativy spotřeby energie ve vztahu k zemědělské výrobě.

Normativy slouží zatím převážně k plánovacím účelům na všech stupních řízení, jsou účinnou pomůckou k objektivnějšímu rozdělování objemu paliv a energie, které má zemědělství k dispozici, ale mohou být použity i ke zpětné kontrole hospodaření s palivy a jejich účelnému využívání (Dvořák, 1977; Kolektiv, 1978; Kosek, 1975, 1976, 1977; Netík, 1976, 1977, 1979; Vzorové technologické karty, 1976).

Při návrhu normativů je třeba si uvědomit, pro jaký stupeň plánování jsou určeny. Pro vyšší článek řízení jsou vhodné normativy zahrnující střední hodnoty bez podrobnějších specifických údajů, které plánovacím místům nejsou ani známy. Postupně k nižším článkům řízení musí být podrobnější, resp. musí zahrnovat přírodní a výrobní podmínky, které mají vliv na velikost normativů.

Při vypracování normativů je jedním ze zásadních problémů, k jakým ukazatelům normativy vztáhnout. Volba použitého ukazatele závisí na tom, pro jaký stupeň plánování a řízení je normativ určen. Sjednocující prvek může být různý; konkrétně u spotřeby paliv a energie pro zemědělskou výrobu připadá v úvahu vyjádření produkce v Kčs, v tunách, v obhospodařované výměře apod.

Pro plánování, a především pro hodnocení spotřeby paliv a energie mezi jednotlivými odvětvími národního hospodářství, by bylo vhodné vztáhnout spotřebu k hrubé zemědělské produkci vyjádřené v Kčs. Tento normativ by mohl být použit i pro centrální řídicí orgány. Pro nižší řídicí složku je již méně vhodný. Nepřesnost rozdělování paliv a energie podle dosahované hrubé zemědělské produkce vzniká sumarizací i řádově rozdílných spotřeb a energií u různých druhů zemědělských výrobků. Obdobné nepřesnosti se dopouštíme, použijeme-li jako sjednocujícího faktoru produkci vyjádřenou v tunách nebo hektarech obhospodařované půdy. Normativu stanoveného pro určitý produkt lze již s dostatečnou přesností použít jak pro centrální řídicí sféru, tak i pro krajské orgány.

Abychom přesněji definovali vazbu mezi vloženou energií a produkcí, je třeba znát podrobnější přírodní, klimatické a jiné podmínky, které obě veličiny ovlivňují. Členění pozemků na výrobní oblasti již v průměru zahrnují uvedené podmínky a měrný ukazatel spotřeby paliva a energie na plodinu a výrobní oblast může být s dostatečnou přesností použit krajskými a okresními řídicími orgány pro plánování spotřeby paliv a energie. Pro potřeby jednotlivých podniků jsou takto stanovené normativy jen rámcové a musí být upřesněny dalšími charakterizujícími podmínkami. Z hlediska plánování, kdy nejsou známy konkrétní podmínky v době provádění operace, je třeba brát v úvahu především měrný odpor půdy, svahovitost a výnos plodin.

Při výpočtech normativů spotřeby paliv a energie se vychází ze vzorových technologických postupů. Je pochopitelné, že jednotlivé zemědělské závody vzorový technologický postup upravují podle konkrétních podmínek, a že tedy i spotřeba paliv a energie, vztahená na výsledný produkt nebo hektar, se od navržených normativů bude lišit. Proto zemědělské závody, které si upřesňují normativy, vycházejí z normativů spotřeb na jednotlivé výrobní operace podle vlastních podmínek.

Pro tyto případy by měly mít k dispozici i normativy spotřeby paliv a energie na jednotlivé výrobní operace.

Normativy pro střední a vyšší článek řízení byly stanoveny pro výrobu základních zemědělských produktů v členění na výrobní oblast kukuřičnou, řepařskou, bramborářskou a horskou a byly vztaženy na jednotku plochy a jednotku produkce. Vypočtené hodnoty charakterizují střední podmínky v jednotlivých oblastech, a tedy nezahrnují extrémní hodnoty. Jsou odvozeny na základě různých odporů půd, svahovitosti pozemku a z výnosu plodin v jednotlivých výrobních oblastech. U technologické dopravy se počítá se střední vzdáleností až 4 km. Normativy nejsou rozlišeny podle použitých strojů. Předpokládá se optimální agregace, při které konkrétní typy traktorů a strojů nemají rozhodující vliv na spotřebu paliv a energie. Normativy jsou stanoveny na základě současně používaných nebo pro nejbližší perspektivu plánovaných technologických postupů, pracovních operací, strojních linek a zařízení. Nezahrnují intenzifikační faktory jako zavlažování, vyhřívání půdy, ozařování, skleníkové hospodářství, meliorační úpravy apod. Normativy pro rostlinnou výrobu jsou vztaženy jednak na hektar, jednak na tunu sklizeného produktu. Zahrnují spotřebu motorových paliv — motorové nafty, elektrické energie a tepla — vyjádřených v litrech, tunách a kilogramech měrného paliva vztažených na hektar, resp. tunu produktu. Výsledné hodnoty pro hlavní zemědělské produkty rostlinné výroby jsou uvedeny v tab. I a pro živočišnou výrobu v tab. II.

Pro plánování spotřeby paliv na úrovni podniků byly normativy doplněny o koeficienty blíže specifikující přírodní podmínky. Z hlediska plánování je třeba počítat především s měrným odporem půdy, svahovitostí a výnosem plodin.

Při stanovování koeficientů byla půda členěna na lehkou, střední a těžkou. Při výpočtech dosavadních normativů se pro kukuřičnou a ře-

II. Normativy spotřeby paliv a energie v živočišné výrobě — Norms of fuel and energy consumption in animal production

Výrobek	Měrná jednotka	Motorová nafta (l) v podmínkách			Elektrická energie (kWh) v podmínkách			Teplo (kgmp) v podmínkách		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Skot na výkrm	t ž. h.	25	50	100	350	450	900	—	—	—
Telecí maso	t ž. h.	40	80	120	500	950	1400	350	600	800
Jatečná prasata	t ž. h.	10	30	35	700	780	1500	130	300	400
Brojleři	t ž. h.	20	40	75	200	450	1100	350	700	1300
Kuřice	t ž. h.	15	30	40	150	400	1100	100	125	150
Ostatní drůbež	t ž. h.	17	25	45	80	140	350	40	65	90
Mléko	1000 l	5	10	15	80	130	400	10	20	30
Vejce	1000 ks	1	1	1	10	20	30	1,5	2	3

Vysvětlivky: 1. objekty s nízkým stupněm mechanizace
2. objekty s průměrným stupněm mechanizace
3. objekty s vysokým stupněm mechanizace

III. Koeficienty pro upřesnění normativů spotřeby motorové nafty pro hlavní zemědělské produkty rostlinné výroby — Coefficients for exact definition of norms of Diesel oil consumption for the main products of plant production

Plodina	Oblast	Normativ l.ha ⁻¹	Půda			Svahovitost pozemku			Výnos		
			L	S	T	do 5°	5 až 10°	nad 10°	pod- průměrný	střed- ní	nad- průměrný
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pšenice	K	119	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	131	0,87	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	121	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	113	1,00	1,07	1,15	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Žito	K	117	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	131	0,87	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	123	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	118	1,00	1,07	1,14	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Ječmen	K	101	0,88	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	111	0,84	0,92	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	102	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	95	1,00	1,09	1,17	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Oves	K	100	0,88	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	111	0,85	0,92	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	104	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	98	1,00	1,08	1,17	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Kukuřice na zrno	K	209	0,90	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	Ř	234	0,84	0,92	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	216	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,02
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Hrách na zrno	K	108	0,89	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	Ř	123	0,87	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	113	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,03
	H	104	1,00	1,07	1,15	0,95	1,00	1,12	0,99	1,00	1,03
Fazole na zrno	K	143	0,88	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	Ř	160	0,84	0,92	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	145	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,02
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kepka	K	169	0,89	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	176	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,02
	H	168	1,00	1,08	1,15	0,95	1,00	1,12	0,99	1,00	1,02
Len pradný	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	149	0,95	1,00	1,05	0,95	1,00	1,10	0,97	1,00	1,05
	H	145	1,00	1,06	1,12	0,95	1,00	1,12	0,97	1,00	1,06
Cukrovka	K	315	0,95	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	343	0,93	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	H	334	0,97	1,00	1,03	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
Brambory	K	230	0,93	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	254	0,91	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	H	236	1,00	1,04	1,09	0,95	1,00	1,12	0,99	1,00	1,03
Krmná řepa	K	330	0,95	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	348	0,98	1,00	1,03	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,05
	H	331	1,00	1,03	1,06	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,05
Krmná kapusta	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	163	0,97	1,00	1,03	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	159	1,00	1,04	1,08	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Kukuřice na zeleno	K	171	0,91	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,05
	B	187	0,93	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	H	174	0,95	1,00	1,05	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,05
Kukuřice na siláž	K	191	0,92	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,97	1,00	1,05
	B	207	0,90	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	H	193	0,95	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,97	1,00	1,04
Kukuřice na úsůky	K	171	0,92	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	187	0,89	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	H	174	0,95	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Jarní směska na zeleno	K	98	0,88	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	Ř	111	0,85	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	103	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,03
	H	96	1,00	1,08	1,15	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,03
Jarní směska na siláž	K	107	0,89	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	121	0,86	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	B	112	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	105	1,00	1,07	1,15	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Jarní směska na senáž	K	111	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	124	0,87	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	B	116	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	109	1,00	1,07	1,14	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,04
Jarní směska na úsušky	K	98	0,88	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	Ř	111	0,85	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	B	103	0,93	1,00	1,07	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,03
	H	96	1,00	1,08	1,16	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,03
Víceleté píceiny na zeleno	K	115	0,94	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	Ř	128	0,91	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	123	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,05
	H	121	1,00	1,04	1,09	0,95	1,00	1,12	0,97	1,00	1,05
Víceleté píceiny na siláž	K	124	0,94	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,97	1,00	1,05
	Ř	136	0,92	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,97	1,00	1,05
	B	132	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,97	1,00	1,05
	H	130	1,00	1,04	1,08	0,95	1,00	1,12	0,97	1,00	1,05
Víceleté píceiny na seno	K	119	0,93	0,97	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	Ř	132	0,91	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	127	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,97	1,00	1,06
	H	125	1,00	1,04	1,09	0,95	1,00	1,12	0,97	1,00	1,05
Víceleté píceiny na senáž	K	106	0,93	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	Ř	118	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,04
	B	114	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,04
	H	109	1,00	1,05	1,10	0,95	1,00	1,12	0,98	1,00	1,05
Víceleté píceiny na úsušky	K	115	0,93	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	Ř	128	0,91	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,05
	B	123	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,05
	H	121	1,00	1,04	1,09	0,93	1,00	1,12	0,98	1,00	1,05

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mrkev a petržel	K	93	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,03
	Ř	104	0,87	0,94	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,03
	B	95	0,94	1,00	1,06	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,03
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chmel	K	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ř	192	0,95	1,00	1,05	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,02
	B	177	0,95	1,00	1,07	1,00	1,05	1,10	0,99	1,00	1,02
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vino	K	122	0,86	0,93	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	Ř	134	0,82	0,91	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,03
	B	120	0,92	1,00	1,08	0,95	1,00	1,10	0,98	1,00	1,03
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Jabloně — hrušně	K	134	0,93	0,96	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,01
	Ř	146	0,90	0,95	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,01
	B	140	0,96	1,00	1,04	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,01
	H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zelená hmota z luk	K	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	Ř	66	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	B	71	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,96	1,00	1,08
	H	66	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,12	0,96	1,00	1,08
Siláž z luk	K	66	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	Ř	73	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	B	79	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,96	1,00	1,08
	H	73	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,12	0,96	1,00	1,08
Senáž z luk	K	62	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	Ř	69	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	B	74	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,96	1,00	1,08
	H	69	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,12	0,96	1,00	1,08
Seno z luk	K	63	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	Ř	70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	B	75	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,96	1,00	1,08
	H	70	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,12	0,96	1,00	1,08
Úsušky z luk	K	60	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	Ř	66	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,96	1,00	1,08
	B	71	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,96	1,00	1,08
	H	66	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,21	0,96	1,00	1,08

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Senáž z intenziv- ních pastvin	K	72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,98	1,00	1,03
	Ř	72	1,00	1,00	1,00	1,00	1,05	—	0,99	1,00	1,03
	B	78	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,10	0,99	1,00	1,03
	H	79	1,00	1,00	1,00	0,95	1,00	1,12	0,99	1,00	1,03

Vysvětlivky: oblast kukuřičná K
oblast řepařská Ř
oblast bramborářská B
oblast horská H
půda lehká L
půda střední S
půda těžká T

pařskou oblast předpokládala půda těžká, pro bramborářskou střední a pro horskou oblast lehká, tzn. že koeficient pro tyto případy je = 1. Ve všech oblastech se však vyskytují půdy všech uvedených typů, a proto tam, kde půda je jiná, než se kterou se původně počítalo, se normativ spotřeby paliva násobí příslušným koeficientem.

Svahovitost je členěna na svahy do 5°, 5 až 10° a nad 10°. V průměru byla oblast kukuřičná a řepařská zařazena do skupiny se svahem do 5°, tudíž s koeficientem 1, bramborářská a horská s průměrným svahem 5 až 10°. Vzhledem k tomu, že velikost svahu ovlivňuje spotřebu paliv u všech operací, jsou koeficienty pro určitý svah stejné. Horská oblast je 2 % zvýhodněna vzhledem k dostupnosti, velikosti a nepravidelnosti pozemků vůči bramborářské oblasti.

Výnos plodin ovlivňuje spotřebu paliv při sklizňových pracích a při dopravě. Výnos je členěn na podprůměrný, střední a nadprůměrný. Dosavadní normativy jsou počítány na střední výnos. Počítá-li se při plánování s výnosem odlišným o ± 2,5 až 3,0 % než je střední hodnota, normativ se vynásobí koeficientem.

Výsledný koeficient obdržíme vynásobením příslušnými koeficienty, které charakterizují jednotlivé přírodní podmínky.

Takto upřesněné normativy jsou určeny především pro nižší složky řízení, tj. na úrovni podniků a okresních zemědělských správ, u nichž jsou známy konkrétní přírodní podmínky. Mohou je použít i krajské zemědělské správy, jestliže se jednotlivé posuzované okresy svými podmínkami, svahovitostí, popřípadě plánovanými výnosy vymykají celostátním průměrům. Koeficienty pro upřesnění normativů spotřeby motorové nafty pro hlavní zemědělské produkty rostlinné výroby jsou uvedeny v tab. III.

ZÁVĚR

Normativy spotřeby paliv a energie zemědělské výroby jsou určeny zejména pro plánovací činnost na všech stupních řízení. Protože jsou stanoveny pro průměrné podmínky, nemohou zachytit extrémní případy. Normativy nezahrnují intenzifikační faktory. Kde je použití ener-

gie spojené se zvyšováním výnosovosti a užítkovosti, nesmí se použití normativů stát brzdou dalšího rozvoje zemědělské výroby. Tvorba normativů je trvalý proces, a je proto třeba počítat s jejich zpřesňováním, zdokonalováním a doplňováním. Je nutné si uvědomit, že normativy nemají charakter norem, u kterých by musela být uvedena specifikace konkrétních podmínek vymezujících jejich platnost.

Literatura

DVOŘÁK, J.: Spotřební normy pohonných hmot pro traktory a samojízdné stroje. Praha, Výstavnictví MZVŽ ČSR 1977.

KOLEKTIV: Koncepce rozvoje jednotlivých odvětví rostlinné a živočišné výroby do r. 1990. Praha, FMZVŽ 1978.

KOSEK, J.: Stanovení spotřeby paliva a energie v zemědělsko-potravinářském komplexu. [Závěrečná zpráva Z-1283.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1975.

KOSEK, J.: Energetická účinnost chovu prasat. [Závěrečná zpráva Z-1337.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1976.

KOSEK, J.: Energetické a výrobní ukazatele mechanizovaných objektů v živočišné výrobě. [Závěrečná zpráva Z-1403.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1977.

NETÍK, O.: Energetická náročnost zemědělských strojů I. [Závěrečná zpráva Z-1335.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1976.

NETÍK, O.: Energetická náročnost zemědělských strojů II. [Závěrečná zpráva Z-1399.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1977.

NETÍK, O.: Spotřeba paliv a energie v zemědělství. [Závěrečná zpráva Z-1595.] Praha-Řepy, Výzkumný ústav zemědělské techniky 1979.

— Vzorové technologické karty pre rastlinnú výrobu a ich využitie v podnikovej praxi. [Účelový výtisk.] Ústav práce v poľnohospodárstve a potravinárskom priemysle, Bratislava 1976.

Došlo dne 2. 2. 1983

НЕТИК, О. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага - Ржепы): Нормативы расхода топлива и энергии в сельском хозяйстве. *Земѣд. Техн.*, 29, 1983 (6) : 367-378.

V práci obsovnovuje sa potrebnosť v normatívach расхода топлива и энергии. Приводятся основные соотносительные показатели для ступеней управления и планирования. Конкретные значения нормативов даны по основным с/х культурам в расчленении на дизельное топливо, электроэнергию и тепло с учетом единицы площади (га), продукции (т) в спецификации по 4 производственным областям ЧССР. Для целей планирования в сельхозпредприятиях нормативы дополнены коэффициентами, которые подробно характеризуют природные и производственные условия (сопротивление почвы, склон участков, урожаи культур). планирование расхода топлива и энергии; главные сельскохозяйственные культуры; коэффициенты, характеризующие природные и производственные условия

NETÍK, O. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy): *Norms of Fuel and Energy Consumption in Agriculture*. *Земѣд. Техн.*, 29, 1983 (6) : 367-378. Justification is given for the need of norms of fuel and energy consumption in agriculture. The basic related parameters are determined for different control and management and planning levels. The concrete values of the norms are determined for the main farm crops; they are divided into the consumption standards of Diesel

oil, electric power and heat and are presented in relation to unit area (ha) and unit production (t), with specification for four production regions in Czechoslovakia. For planning purposes in agricultural enterprises the norms are complemented by coefficients which give closer characteristics of the natural and production conditions (soil resistance, slope gradients, crop yields).

fuel and energy consumption planning; basic agricultural crops; coefficients characterizing natural and production conditions

Adresa autora:

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

SOUČASNÉ TENDENCE V ROZVOJI POTRAVINÁŘSKÉ TECHNIKY

Co přinesou další leta potravinářské technice, potravinářskému inženýrství, potravinářským strojům? Roste počet obyvatel země, pokračuje soustřeďování obyvatelstva do měst, výživa lidí se stává důležitým politickým úkolem států; roste zahraniční obchod s potravinami i skladování potravin, neboť výroba i spotřeba potravin je nerovnoměrně rozdělena. Vcelku je však pocítován více nedostatek potravin než jejich přebytek. Projevuje se zejména nedostatek potravin živočišného původu a vůbec potravin bohatých na bílkoviny. To vše vede k rozvoji zemědělsko-potravinářského komplexu. Snaha o vyšší zhodnocení zemědělského výrobku povede zemědělce k dalšímu zpracování produktu, a to zvláště tam, kde se uskladnění děje v zemědělském závodě, kde se jedná o výrobek citlivý a tam, kde se po zpracování velká část suroviny vrací jako krmivo. Na druhé straně také potravinářský průmysl bude více prosazovat svůj vliv do sféry suroviny, ale i do skladování a distribuce i prodeje hotové vyrobené potraviny.

Z potravinářského průmyslu se stal velký, důležitý a dnes i obecně uznávaný průmyslový obor, který nemůže být veden výrobními metodami založenými na umění či empirii. Věda se stává bezprostřední výrobní silou i v potravinářském průmyslu. Úspěchy vědy se v podstatě realizují prostřednictvím nových strojů, zařízení, přístrojové techniky a samozřejmě při optimálním řízení průmyslu na všech úrovních. Je nezbytné používat zdravotně bezpečných a vyzkoušených metod výroby, jež je exaktně řízena v optimálních podmínkách. Jedině tak — za každých poměrů — standardně vyrobíme potraviny o vysoké jakosti. Cesta k takové výrobě vede přes vědecké studium výrobních metod, strojního zařízení i potravin samých.

V potravinářské technice se bude čím dále víc uplatňovat vliv nauky o výživě lidí. Látky v potravě musí mít vhodnou skladbu a musí být vyváženy podle potřeb člověka: jeho věku, pohybu, práci, zdravotnímu stavu. Péče o dítě se prohlubuje, jídlo je jedním z hlavních faktorů této péče. Rovněž rychle rostoucí podíl obyvatelstva vyššího věku vyžaduje vytváření vhodných sestav potravin z hlediska regulace tělesné hmotnosti, prevence nemocí atd. Bude vyvinuto zařízení na výrobu potravin o nižším energetickém obsahu, zvláště o nižší tukové hladině, nižším obsahu cukru, soli. Motivace pro volbu potraviny je však ovlivňována i dalšími faktory: klimatem, zvyklostmi skupin lidí, psychologickými faktory a hlavně faktory ekonomickými, vždyť náklady na potraviny hrají v rozpočtu člověka značnou roli. Obecně můžeme tvrdit, že tradiční potraviny budou stále více doplňovány dalšími, často i uměle sestavenými potravinami, mnoho výrobků bude určeno užšímu okruhu spotřebitelů, výběr výrobků bude určitě širší, s různou možnou dobou úchovy, různým obalem. Zcela nových potravin nebude mnoho, budou spíše přejímány tradiční potraviny, pokrmy z jiných národních kuchyní. V tomto směru je např. bohatou zásobárnou jihovýchodní Asie, Mexiko, jižní Evropa. Potravinářský průmysl však bude zaměřovat své úsilí i do nových výrob pro svoji vlastní potřebu: výroba bílkovinných

koncentrátů, ekvivalentů masa, ať již ze zdrojů rostlinných (sója, obilí, brambory), či živočišných (odstředěné mléko, syrovátka). Naproti tomu výroba bílkovin mikrobiální cestou pro přímou lidskou výživu nepostupuje tak rychle, jak se předpokládalo. Jedním z dominantních směrů v oblasti výživy je zkracování cest potravin od výrobce ke konzumentovi. Vzrůstá zájem o čerstvé potraviny i zemědělské výpěstky, roste odpor spotřebitelů vůči chemizaci v zemědělství i potravinářském průmyslu.

Ve většině případů bude spotřebitel preferovat potraviny, jež umožní rychlou a pohodlnou přípravu jídla. To vede k rozvoji techniky pro výrobu široké palety polotovarů i hotových pokrmů a techniky pro používání takových pokrmů (distribuce, ohřev, dopékání, dovařování apod.). Již dnes je příprava jídel pro velké restaurace, závodní stravování, nemocnice a leteckou dopravu průmyslovým odvětvím. Rozvoj velkých prodejních samoobsluh bude vyžadovat na potravinářském průmyslu široký sortiment zboží, které si uchová svůj čerstvý vzhled a jakost po delší dobu. Výroba trvanlivějších potravin umožní výrobcům, aby se specializovali na určité druhy zboží. Budou však existovat i výroby vyhrazené pouze takovým speciálním potravinám, jejichž vůně a chuť se dosud nedá nahradit: např. u některých uzenin, pečiva, cukrářských výrobků a speciálních hotových jídel.

Výroba tzv. rychlých jídel (fast food) je jednou z nejvýznamnějších spotřebitelských změn v mnoha zemích. V podstatě se jedná o vysoce racionalizovanou kulinární přípravu několika jednoduchých jídel — potravin (např. různé druhy karbanátků, zeleninové saláty, smažené bramborové hranolky, nápoje), které se v různých modifikacích buď konzumují v přilehlé jídelně, anebo se v důmyslných obalech odnášejí ke konzumaci domů. Přitom obaly perfektně plní jak transportní funkci, tak tepelně izolují a umožňují servírování přímo na stůl. Základní masný pokrm tvoří rekonstituované maso nebo drůbeží výrobky či rybí pokrmy. Jde o pokrmy levné, ale vyráběné i servírované za perfektních a nadprůměrných hygienických podmínek (i kuchyň je pod vizuální kontrolou spotřebitele).

Tak jako v jiných průmyslových odvětvích, lze i v potravinářském průmyslu počítat s dalším zvětšováním průmyslových výrobních jednotek. Tato koncentrace průmyslu vede nejen k levnější výrobě, ale i k efektivnějšímu uplatnění vědeckotechnického pokroku. Výroba bude založena na nových principech, bude řízena moderní automatizační technikou v optimálních podmínkách a při nízké energetické náročnosti. Koncentrace povede i ke komplexnějšímu využití suroviny. Základním úkolem v potravinářském průmyslu zůstane bezeztrátové zpracování zemědělské suroviny v nutných objemech podle produkce a na druhé straně zajištění dodávek pro obchod podle potřeb společnosti. Je tedy potravinářský průmysl v podstatě sezónním průmyslem jak co do množství suroviny i hotových výrobků, tak i co do složení zemědělské suroviny. Problémy proměnlivosti poptávky, jež kolísá během týdne i během roku, musí potravinářská výroba řešit skladováním surovin, polotovarů či produkcí trvanlivého výrobku.

V potravinářském průmyslu se bude dále prosazovat automatizace. Je to především důsledek rozvoje v oblasti elektroniky, zvláště mikroelektroniky. Rozvoj výroby polovodičových součástek se stále vyšším stupněm integrace (především mikroprocesorů a polovodičových pamě-

tí] umožnil, že se na jejich bázi staví zařízení takových kvalit a takové složitosti, která by byla pro dřívější součástkovou základnu ekonomicky nepřijatelná. Aplikace mikroprocesorové techniky v oblasti řízení technologických procesů, laboratorních přístrojů, balicí i manipulační techniky není jen dílčím řešením některých technických problémů, ale všeobecným směrem světového vývoje a podmínkou dalšího technického pokroku. Zavádění mikropočítačových řídicích systémů je objektivně vyvoláno novými požadavky na úroveň řízení, větší rozlehlostí a složitostí řízených objektů, zvyšující se rychlostí operací a dějů, četností provozních stavů a požadavků na objem a kvalitu informací pro řídicí sféru. V koncepci řešení se prosazují především decentralizované systémy řízení technologických celků. Jsou výhodné nejen z hlediska ceny, kabeláže, ale hlavně z hlediska provozní spolehlivosti a operativnosti řízení. Aplikace mikroprocesorové techniky vyžaduje řešit různé specifické úkoly, především specifikaci hardware, návrh software, včetně testovacích programů, návrh vzorového zařízení a jeho odzkoušení. Dosud plně nedořešenou otázkou jsou potravinářská čidla — analyzátory, pracující s dostatečnou přesností, spolehlivostí a s fyzikálně i chemicky velmi různorodým materiálem, např. rychlé měření obsahu vody, tuku, barvy, solí, ale i hmotnosti, teploty, rychlosti proudění atd. Potravinu je nutné analyzovat ihned během zpracování a ne až po ukončení výroby anebo dokonce po expedici zboží, jak se v mnohých případech dosud děje.

Za prvořadý požadavek spotřebitelů je nutné považovat hygienický nákup potravin ve vhodném obalu. Proto bude mít obalová technika v potravinářské technice nadále značný význam. U klasických materiálů (kov, sklo, papír) bude hlavní tendence směřovat ke snížení hmotnosti obalu. Z kovů jsou cín i hliník na silném ústupu pro svoji cenu. Užití plastických obalů otevřelo celou novou oblast. Nové aplikace jsou umožněny zlepšenými principy tvarování plastů, novými plastickými materiály i jejich kombinacemi, laminováním, metalizou apod. Namísto smrštitelných fólií se zavádí fólie průtažné. Budou se vyžadovat integrované plnicí a balicí stroje o značném výkonu, jež spolehlivě vytvářejí těsný a uzavřený obal. Velikost a tvar obalu a další seskupení drobných obalů do skupinových obalů a užití přepravek a palet je již dnes vázáno rozměrovými a hmotnostními standardy celého dopravního, skladového i prodejního systému. Vyřešení pevnosti obalů vede k užívání hranatějších tvarů namísto válcových, a tím k lepšímu využití dopravního prostoru. Ačkoliv se před lety dávala jednoznačná přednost nevratným obalům (zpravidla z důvodů ekonomie vyrábějícího potravinářského závodu), není situace dnes tak jednoznačná, a to jak z hlediska ekonomie, komplexní energetické spotřeby, tak i z hlediska negativního ovlivňování životního prostředí. Do popředí významně vystupuje faktor možné recyklace obalového materiálu. Rovněž dopravní a manipulační operace ve výrobních linkách, mezi závody a při svozu surovin i distribuci hotových výrobků nelze naprosto počítat jako jednotlivé případy, ale jako ucelený systém s rozšiřujícím se uplatněním bezobalové přepravy, paletizace, kontejnerizace i dopravy potrubím.

Nedílnou součástí obalu potravin je označení pro spotřebitele vhodným a dobře čitelným textem, pro ekonomickou oblast kódem (zpravidla čárovým), jenž může být snadno a rychle čten a zpracován výpočetní technikou. Označování potravin je ve světě již dnes vázáno

předpisy o různém stupni naléhavosti. Jde zejména o tyto údaje: datum spotřeby potravin — do kdy se udrží její plná hodnota (datum výroby je spíše vnitřní záležitostí výrobce); přesný a uznávaný název potravin (komerční názvy či značky jsou až doplňujícími názvy); složení potravin i co do poměrného množství v jednotce, včetně deklarace všech přísad; způsob skladování a instrukce pro použití; výrobce zboží; hmotnost a prodejní cena zboží. Je logické, že všemi těmito údaji je nutné potravinu označit již při výrobě. Mluví pro to důvody ekonomické, exaktnost údajů a zvyšování povlivosti prodeje.

Do potravinářské techniky se budou podstatně silněji promítat hygienická hlediska. Z těchto důvodů se potravinářské stroje stále významněji odlišují od všech ostatních strojů a zařízení. Stroj, u něhož nebudou uplatněna hygienická hlediska výroby potravin, bude neprodejný. Která hlediska to jsou? Předně musí být zabráněno unikání potravin i pronikání nečistot a mikroorganismů do zařízení (těsnost). Všechny povrchy v kontaktu s potravinou a s čistící látkou musí být inertní, zpravidla z kvalitního nerez, nesmí se drobit, loupát; povrch musí být hladký, vysoce leštěný, neporézní. Pro pevné spoje lze užívat pouze svařování či letování. Všechny povrchy, jež přicházejí do styku s potravinou, musí být přístupné kontrole zrakem, uzpůsobené pro čištění, popřípadě rozebíratelné. Vnitřní geometrie stykových ploch stroje s potravinou musí být volena tak, aby umožňovala plynulý tok potravin, bez zádrží, koutů, slepých dutin; zařízení musí být zcela samovypřázdňitelné. To se týká všech strojů, zařízení, nádob, potrubí, armatur, ucpávek, čerpadel aj. Ani povrch stroje nesmí být navržen tak, aby umožňoval usazování nečistot, růst mikroorganismů i hmyzu. Stejným způsobem musí být navržen strop, podlaha i stěny pracoviště, včetně zdravotních zařízení. Bude tedy požadováno, aby hygienický standard potravinářské výroby měl vyšší úroveň. Toho bude možné dosáhnout někde jednoduchými prostředky, jinde plně automatickým schematem čištění vnitřku zařízení, potrubí, celého zařízení. V podstatě jde o to, že za proces čištění bude odpovídat místo mnoha pracovníků, kteří čistí zařízení jen na okraji své pracovní činnosti, pouze několik kvalifikovaných specialistů. Automatické čištění zařízení (v okruhu) má mnoho variant, je patrný odklon od jednorázového použití detergentů k přechodu na složitější systémy, jež úsporněji využívají roztoků detergentů několikanásobně, často i mnohonásobně. Jednoznačná výhodnost zavádění automatického čištění je dána tím, že se snižují náklady na vodu, detergenty i energii; snižují se prostroje zařízení, není vyžadováno tak časté rozebírání zařízení, snižuje se pracnost a konečně i riziko kontaminace potravin. Na druhé straně je nutné vědět, že se jedná o zařízení složitá, jež musí pracovat naprosto spolehlivě (zejména armatury a signalizační systém), a o zařízení, jež jsou investičně náročná.

Důležitou otázkou potravinářské techniky je i vztah k životnímu prostředí. I potravinářské závody znečišťují vodu — zpravidla organickými látkami — i vzduch (pachy, prach atd.). Naopak potravinářské závody potřebují naprosto nezávadnou vodu a čistý vzduch pro své technologie, přičemž mikrobiální kontaminace vody i vzduchu přímo ovlivňuje výrobu potravin, neboť přímo či nepřímo (přes čištění) přichází do styku s povrchem potravin. Vývoj směřuje k uzavřeným výrobním prostorům (např. plnicí a uzavírací stroje při aseptickém proce-

su, fermentační nádoby, skladovací tanky apod.), při nichž se užívá až sterilního vzduchu, popřípadě k výrobním prostorům s kontrolovanou atmosférou, ve které se čistota ovzduší ovlivňuje filtrací, ozařováním apod. Potravinářská výroba (dětská výživa, živočišné potraviny rychle podléhající zkáze atd.) se tak postupně blíží aseptickým výrobám a prostorům známým ze zdravotnictví.

Ovšem potravinářský stroj musí vyhovovat i z hlediska čistě strojařského — materiálového, z hlediska mechaniky, dynamického chování, nauky o pružnosti a pevnosti, s uplatněním moderních konstrukčních prvků, s uplatněním prvků robotiky a automatického řízení. Údržba a seřizování stroje musí být jednoduché. To vede k užívání stavebnicových systémů s opakovanými uzly u jednoho stroje či u různých strojů. Bude se nadále prosazovat normalizace a standardizace prvků. Hmotnost stroje má být nízká, vyžaduje se malý zastavěný prostor, zvlášť bývá omezena výška. Konstrukce stroje bude dále posuzována z hlediska použití v různých variantách, pro různé výkony a produkty i co do bohatosti možného příslušenství. Bude možné dodávat stroje smontované a vyzkoušené, aby se instalace v potravinářském závodě omezila na rychlé připojení energetických zdrojů, popř. odpadů. Velmi důležitým aspektem bude nízká hlučnost stroje. Proto je nutné při konstrukci řešit dynamické problémy, kmitání. Novým prvkem je i snímání takových hodnot stroje a prvků, které by vedly k diagnostickému posouzení provozních poměrů a hlavních konstrukčních částí, a tím i k předvídání poruch a včasnému stanovení oprav. Jde zvlášť o takové stroje (a jsou v potravinářském průmyslu velmi často používány), u nichž se dosahuje výkonů až 1000 kusů za minutu nebo u nichž zastavení linky či výroby znamená vážné hospodářské ztráty. Potravinářský stroj či zařízení musí dnes splňovat i požadavek vysoké energetické hospodárnosti. Je to otázka vhodných tepelných schémat, ale i jednotlivých strojů (odparky s mechanickou rekompresí brýd, dvoustupňové sušení apod.).

Potravinářský stroj musí vyhovovat především své funkci — tj. zpracování, výrobě potravin. Mnohé procesy jsou známy tisíciletí (např. mletí, pečení, uzení, vaření), jiné jsou opracovány v posledních desetiletích: aseptické plnění a balení, sušení vymrazováním, zmrazení kapalnými plyny, řezání za exaktních kinematických poměrů, užití mikrovlnné techniky nejen pro tepelné procesy, ale i pro analýzu potravin atd. Konečně se nově zavádějí procesy jako extruzní vaření a ovlivňování struktury, membránová technika, nové separační techniky na bázi mechanického dělení složek (odvodňování), ovlivňování potravin nejen působením tepla, ale i tlaku, vysokým smykovým namáháním, a to i za podmínek rychle se měnících parametrů (rázů i pulsací). Uplatní se tepelné trubice, zejména pro zrovnoměnění tepelného opracování a zvýšení energetické účinnosti zařízení. Výrazně se uplatní nové aplikace optiky pro kontrolu obalů, analýzu potravin (zejména oblast NIR) i optická sdělovací technika. Tryskové — tlakové operace se uplatní pro tisk záznamů i řezání. Ovšem i uvedené tradiční procesy se rychle mění a užívá se jiných principů, způsob zpracování je kontinuální a má mnohonásobně vyšší výkon. V dnešní době můžeme sledovat i renezanci techniky klasického kvasného potravinářského průmyslu, tzv. bioinženýrství, při kterém se aplikují genové manipulace, imobilizované živé systémy a jiné poznatky z moderní mikrobiologie,

biochemie a inženýrství. Zejména se rozvine výroba širokého sortimentu mikrobiálních enzymů, jež najdou uplatnění v průmyslu pivovarském, mlékárenském, lihovarském, při konzervaci, výrobě kvasů, krmiv atd. Vývoj směřuje k bezeztrátovému a bezodpadovému zpracování zemědělských surovin: suroviny budou zpracovány komplexně, takže dřívější odpady se stanou cennými surovinami (krev, kosti, syrovátka, šlachy, kůže atd.). Pro potravinářské využití se vyhledávají stále nové suroviny (řasy, korýši, plankton, trávy, nové druhy ovoce i zeleniny).

Vzhledem k pokroku nejrůznějších vědních disciplín budeme mít stále více informací nejen pro stavbu strojního zařízení, ale i pro oblast řízení výroby. Budou proto více zkoumány fyzikální i fyzikálně-chemické vlastnosti potravin a jejich vztah k postupu zpracování. Budou početně řešeny a matematicky i fyzikálně modelovány problémy nestacionárních stavů při výrobě potravin. Budou intenzifikovány přenosy tepla, hmoty i hybnosti. Podstatně větší péče bude věnována rovnoměrnosti opracování potravin a zpracování potravin v užších tolerančních mezích zpracovatelských poměrů. Jde o to, exaktně postihnout všechny fyzikální zásahy na potravinu a z nich záměrně odvodit požadované změny v oblasti chemie, mikrobiologie i organoleptiky potravin.

Výzkumná složka potravinářského průmyslu bude v oblasti techniky bezesporu rozšiřována a seriózně vybavena tak, jak jsme již dnes svědky v průmyslu elektronickém, jaderném, materiálovém. Budou fixovány programy na úseku základního výzkumu a v oblasti konstrukčně-vývojové. Zejména experimentální báze musí být rozšířena, jednak pro vlastní technický výzkum a vývoj, jednak pro zavádění výsledků vědy a techniky do praxe. Výzkum a vývoj potravinářské techniky vyžaduje zjistit mnohé jevy experimentálně, popřípadě ověřit teoretické poznatky z oblasti procesů, funkčních částí strojů i celých zařízení. Pro vyhledávání nových zpracovatelských procesů, pro zavádění výsledků do praxe, pro odzkoušování funkčních modelů, prototypů i celých výrobních linek je nezbytné mít k dispozici laboratoř, zkušebny i poloprovozy.

ZÁVĚR

Důležitost potravinářské techniky v budoucnu poroste. Na státy, jež mohou nabídnout stroje a zařízení pro zpracování potravin, se bude svět obracet. Převážná většina států (včetně všech rozvojových zemí) je totiž dnes odkázána na dovoz nové techniky pro svůj potravinářský průmysl. Tak, jak vzrostl význam zemědělství a výživy lidí z hlediska strategického a životně důležitého a nezastupitelného prvku, který se mnoha aspekty vymyká běžnému hodnocení jiných průmyslových výrobků, dosáhly průmyslově vyspělé státy ve vývoji potravinářských strojů a zařízení vynikajících úspěchů. Potravinářská technika se bude dále vyvíjet v dialogu s různými hledisky a požadavky, jak je v této stati uvedeno. Bude to však hlavně strojní, automatizační technika i elektronika, jež posunou objevy chemiků, mikrobiologů, lékařů a technologů do takové oblasti výroby potravin, ze které bude mít prospěch většina lidí na světě.

Ing. Miloslav Adam, CSc.

Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha