

# AKTUÁLNÍ PROBLÉMY ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI ČESKÝCH PIVOVARŮ A SLADOVEN

Ing. JIŘÍ CUŘÍN, CSc., Ing. BŘETISLAV KOCAR, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

**Klíčová slova:** *české pivovary a sladovny, energetická náročnost, aktuální problémy*

## 1. ÚVOD

Jedním z charakteristických rysů současné technické civilizace je její vysoká náročnost na potřebu energie. Negativní důsledky této skutečnosti jsou již dnes natolik známy, že vyvolaly všeobecnou snahu o jejich omezení především cestou sni-

žování měrné spotřeby energie ve výrobě i v dalších oblastech života společnosti. Zastavit trvalý růst celkové spotřeby energie se však zatím bohužel nedaří. Trend ke snižování měrné spotřeby energie je výrazně podporován i nutností snižovat

výrobní náklady, plynoucí ze samé podstaty tržního hospodářství.

České pivovarství se v současné době nalézá v období rozsáhlých všestranných změn, jejichž význam i náročnost často zatlačuje do pozadí problematiku hospodaření s energií. Menší důraz kladený dosud na otázky energetiky není však nikterak oprávněný, neboť opomineme-li již ekologický resp. společenský aspekt celé záležitosti, snižování spotřeby energie představuje významný zdroj dnes velice žádoucích úspor výrobních nákladů, jejichž realizace není v řadě případů spojena s žádnými mimořádnými ekonomickými ani technickými nároky. Tuto skutečnost potvrdila řada energetických průzkumů, provedených v poslední době v našich pivovarech převážně zahraničními subjekty. Nejvýznamnější z nich byla patrně akce financovaná z prostředků PHARE, organizovaná Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR a Českým svazem pivovarů a sladoven a realizovaná anglickou firmou WS Atkins International Ltd. ve spolupráci s VÚPS Praha. Akce nazvaná „Energetická účinnost v pivovarech“ zahrnuje zpracování energetických auditů tří českých pivovarů. V rámci tohoto sdělení chceme informovat naši pivovarskou veřejnost o nejdůležitějších poznatcích jak z tohoto, tak i z dalších průzkumů.

Zahájení jakékoli činnosti ve výrobním závodě musí být pochopitelně vždy spojeno s odhadem předpokládaného efektu. Velikost možných úspor energie v českém pivovarství je zřejmá z porovnání průměrných hodnot specifické spotřeby tepelné a elektrické energie na výrobu 1 hl piva v některých západoevropských zemích (tab. 1) [1] a prů-

Tabulka 1 Spotřeba tepelné a elektrické energie v západoevropských pivovarech

Země	Tepelná energie MJ/hl	Elektrická energie kWh/hl
Německo	164	12,2
V. Británie	152	9,4
Španělsko	204	10,4
Francie	129	15,5
Holandsko	122	10,8
Itálie	165	11,0
Dánsko	142	12,1
Irsko	168	11,2

měrných hodnot zjištěných v našich závodech. Jak se ukázalo, na výrobu 1 hl piva je v podmínkách sledovaných českých pivovarů zapotřebí asi 280 MJ/hl tepelné energie a asi 10 kWh/hl elektrické energie. Možnosti úspor jsou tedy v oblasti tepelné energie zcela zřejmé. Mnoho co zlepšovat je však také v oblasti elektrické energie, neboť stupeň mechanizace a automatizace spojený se značnou spotřebou elektrické energie je zatím u nás výrazně nižší než v západní Evropě.

## 2. ZÁKLADNÍ ZÁSADY A POSTUPY PŘI SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Snahu o snižování energetické náročnosti výroby piva není možno v žádném případě chápat jako jednorázovou akci, nýbrž pouze jako dlouhodobé úsilí, do kterého musí být v odpovídajícím stupni zapojeni všichni zaměstnanci toho kterého závodu. Nezastupitelná je přitom bezprostřední aktivní účast vedení, které svými rozhodnutími zásadního významu ovlivňuje hospodaření s energií v daleko větším rozsahu než tak může učinit specializovaný pracovník.

Východiskem racionalizačního úsilí v oblasti energetické náročnosti musí být komplexní zhodnocení stávající situace. Již dnes máme v každém výrobním závodě řadu více či méně přesných dat, jako jsou údaje o nákupu tepelné i elektrické energie, údaje o výstavu piva, o délce chodu a výkonech různých zařízení v pivovaru atd., které jsou sice sledovány a evidovány, se kterými se však zpravidla již dále příliš nepracuje. A právě tyto údaje se musí stát východiskem celého snažení, které může být tím účinnější, čím detailnější podchycení situace je k dispozici.

Určitou překážkou při mapování situace v provozech je zatím nedostatek a někdy i nedostatečná kvalita různých druhů měřidel. Nákup a instalace nových měřidel se však dnes již stala, na rozdíl od minulosti, pouze finanční otázkou. Platí přitom zásada, že je daleko výhodnější nákup a účelné rozmístění menšího počtu kvalitnějších měřidel než většího množství méně přesných měřidel poskytujících do jisté míry zavádějící údaje. Nová měřidla by přitom měla zpravidla mít zařízení pro dálkové předávání signálu, neboť zejména ve větších pivovarech je třeba počítat s budoucím zavedením centrálního sběru dat. Měřidla musí být osazována tak, aby získané výsledky vždy charakterizovaly přesně vymezené přirozené výrobní celky.

Nejprostší posouzení situace umožňuje zjištění spotřeby tepla a elektrické energie na jeden hl piva za určité, nejlépe roční období a jejich kritické porovnání se situací západoevropských provozů

Tabulka 2 Přibližné rozložení spotřeby energie v pivovaru

Tepelná energie	
Chmelovar	44 %
Rmutování	17 %
Stáčení piva	23 %
Vytápění a ostatní spotřeba	16 %
Elektrická energie	
Chlazení	44 %
Stáčení piva	20 %
Výroba	11 %
Tlakový vzduch	10 %
Osvětlení a ostatní spotřeba	15 %



Tabulka 3 Přibližné rozložení spotřeby energie v pivovaru

Tepelná energie	
Varna	30—50 %
Stáčení piva	25—30 %
Vytápění	do 10 %
Ostatní spotřeba	15—25 %
Elektrická energie	
Chlazení	30—40 %
Stáčení piva	15—25 %
Tlakový vzduch	10 %
Varna	5 %
Kotelna	5 %
Ostatní spotřeba	15—35 %

(tab. 1). Představu rozložení spotřeby tepelné a elektrické energie v pivovarském provozu poskytují tabulky č. 2 a 3. Tyto údaje pocházejí z různých zdrojů (2) (1), takže jsou poněkud odlišné. Hlavním zdrojem rozdílů jsou poměry při vedení varního procesu. Naším poměrům jsou bližší údaje v tab. 2.

Podrobnější analýzu lze provést za použití lineární regresní analýzy. Při této analýze vycházíme z předpokladu, že spotřeba tepelné či elektrické energie v pivovaru je určována lineární závislostí na velikosti výstavu a teplotních povětrnostních podmínkách sledovaného období. Potřebu energie lze pak vyjádřit lineární rovnicí [1]:

$$E = A + B \cdot P + C \cdot T, \text{ kde}$$

$E$  — celkové množství energie

$A$  — konstanta charakterizující spotřebu energie nezávislou na velikosti výstavu a teplotních podmínkách

$B$  — konstanta charakterizující vztah spotřeby energie k velikosti výstavu

$P$  — velikost výstavu

$C$  — konstanta charakterizující vztah spotřeby energie k teplotním podmínkám

$T$  — teplotní podmínky sledovaného období

Konstanty  $A$ ,  $B$  a  $C$  se určují matematickými metodami [3] z dílčích údajů sledovaného, např. ročního, období práce pivovaru (měsíční údaje). Přitom platí, že čím větší je hodnota konstanty  $A$ , tím větší podíl spotřebovávané energie přímo nesouvisí s výrobou a teplotními podmínkami a tím větší pole působnosti má racionalizace. Jedná se pochopitelně opět pouze o poněkud přesnější pohled na situaci, neboť význam této analytické metody je pro pivovarství snižován časovým odstupem mezi vařením mladiny a výstavem piva.

Podcenit nejde ani význam neovlivněného pohledu externích pracovníků. Skutečnosti a postupy považované místními zaměstnanci za neměnné lze v řadě případů velmi snadno modifikovat.

Zjistíme-li úvodním rozbořem, kterým směrem zaměřit racionalizační úsilí ve spotřebě energie, můžeme situaci zlepšit buď zásadní výměnou zaří-

zení či změnou technologie anebo úpravami stávajícího stavu.

### 3. ZÁSADNÍ VÝMĚNA VÝROBNÍHO ZAŘÍZENÍ A ZMĚNA TECHNOLOGIE

Zásadní výměna výrobního zařízení, resp. náhrada energeticky náročnějšího zařízení za pracujícím úsporněji, patří dnes u nás k nejběžněji používaným postupům energetické racionalizace. Z ryze technického hlediska je toto řešení pochopitelně řešením nejefektivnějším. Vždyť například náhradou klasického varního zařízení zařazením využívajícím termokompresi brýdových par či tzv. NDK systém lze snížit spotřebu tepelné energie potřebné pro chmelovar až o několik desítek procent. Stejně tak třeba náhradou starých lahvárenských myček myčkami nové konstrukce lze neméně výrazně snížit množství tepla potřebného ke stočení jednoho hl piva [4]. Tato řešení přes zdánlivou jednoznačnou technickou výhodnost mají ovšem i jednu zásadní nevýhodu, a to vysokou investiční náročnost. Lze je používat pouze tehdy, jestliže jsou k jejich aplikaci příznivé ekonomické podmínky. Jak nám dnešní realita dokazuje, ekonomicky neuvážené investice mohou přivést pivovar až na samý okraj záhuby.

Nemalých úspor lze dosáhnout i změnou technologie. Tak kupříkladu záměnou dekokčního varního postupu postupem infúzním lze při rmutování uspořit až 30 % energie [5]. Je to ovšem spojeno se zásadní změnou charakteru vyráběného piva, který se výrazně liší od našeho tradičního charakteru piva českého typu se všemi z toho plynoucími důsledky v oblasti odbytu. Plošné používání dekokčního rmutování je ostatně jedním z objektivních důvodů vyšší spotřeby energie českém pivovarství.

Možnosti, které skýtá zásadní výměna výrobního zařízení, jsou všeobecně známy a důkladně prezentovány zástupci nejrozličnějších firem, a není proto účelné se jimi podrobně zabývat.

### 4. ÚSPORY ENERGIE ÚPRAVAMI STÁVAJÍCÍHO STAVU

V současné ekonomické situaci řady pivovarů jsou energetické úspory dosahované investičně málo náročnými úpravami stávajícího stavu optimálním řešením, vedoucím ke snížování výrobních nákladů. Zásadním obecným přínosem akcí, na kterých se podílel VÚPS, je prokázání skutečnosti, že tzv. drobnými úsporami lze v souhrnu ušetřit velice zajímavá množství energie. V konkrétních vyhodnocovaných případech se jednalo o 15 až 20 % celkového množství spotřebovávané energie. Nelze proto dát za pravdu dosti často prezentovanému názoru, že za stávajících podmínek zařízení nelze v oblasti hospodaření s energií nic zásadnějšího podnikat a je nutno čekat až na



celkovou modernizaci provozu. Je pouze třeba zvážit, zda náklady vynaložené při té které konkrétní úpravě jsou návratné a v kladném případě nelze váhat s realizací.

#### 4.1 Varny

Největším spotřebitelem energie v pivovaru je varna a s ní úzce související chlazení mladiny, a proto při racionalizaci spotřeby energií je potřeba tomuto úseku věnovat zvýšenou pozornost. Obecně je třeba konstatovat, že značná část našich varen nepracuje z energetického hlediska natolik hospodárně, nakolik by to bylo reálně možné.

Úvodním krokem racionalizace by patrně měla být bilance teplé vody, vznikající při chlazení mladiny (zpravidla 1,1–1,2 hl/hl mladiny), případně využíváním tepla brýdových par. Vypouštění teplé vody do kanalizace nelze v našich podmínkách vůbec považovat za výjimečné. Zásadně platí, že všechna instalovaná zařízení pro zpětné získávání tepla musí být v provozu a získané teplo, zpravidla ve formě oteplené vody, musí být využito. Použití páry z kotleny pro ohřev vody musí být omezeno na zcela nezbytné minimum. V některých konkrétních případech využití produkované teplé vody není jistě jednoduchou záležitostí, vždy však je třeba hledat nějaké funkční řešení. Není-li např. varna příliš vzdálena od kotleny, lze přebytkovým teplem vody předebrhřívát napájecí vodu. Hovoříme-li o varně, nesmíme opomenout ani problematiku vedení chmelovaru. Nízké odpary dosahované při chmelovaru jsou samozřejmě technologicky nežádoucí. Velmi vysoké hodnoty odparu však nejsou zpravidla technologicky nezbytné a v některých případech i nežádoucí a zcela nevhodný je vysoký odpar, redukovaný v závěru chmelovaru přidáním vody.

#### 4.2 Chlazení

Z energetického hlediska značně nevýhodně pracuje v řadě pivovarů chlazení. Režim chlazení pochopitelně musí plně akceptovat požadavky technologického procesu, tyto požadavky však musejí být plněny bez zbytečně vysoké spotřeby elektrické energie. Nejčastějším důvodem neúměrně vysoké spotřeby energie při chlazení jsou příliš nízké druhotné teploty chlazení, neboli zbytečně vysoký teplotní rozdíl mezi teplotou chladiwa (zpravidla amoniaku) a teplotou média (nejčastěji solanky). Teploty chladiwa a teplotou média by zásadně neměly být nižší, než je nezbytně zapotřebí. Důvodem velkých teplotních rozdílů může být např. špatný přestup tepla způsobený zanesením teplosměnných ploch, zcela vyloučit však nelze ani nedostatek znalostí příslušných pracovníků. Spotřebu energie při kondenzaci chladiwa zvyšuje i špatný rozvod vody v chladičích věžích, resp. jejich nedostatečné zvlhčení, nesprávně seřízená regulace výkonu chladičích

kompresorů nebo užití kompresorů s nevyhovujícími parametry a nadbytečná cirkulace v sekundárních okruzích chlazení. Čerpáním teplotněho média je do něj předávána tepelná energie, kterou z něj zase energeticky náročně musíme odstranit. Pozornost je třeba věnovat i správné dynamice celého chladičského systému a zapomínat nelze ani na poznatek známý již našim předkům, že nej-lacinějším chladem je chlad přirozený.

#### 4.3 Hvozdy

Velkým spotřebičem tepelné energie v řadě pivovarů či samostatných sladoven jsou hvozdy, které dle našich zkušeností v mnoha případech pracují rovněž nedostatečně efektivně. Spotřeba energie je nejčastěji zvyšována nízkým využíváním sušící kapacity teplého vzduchu, který pak z hvozdu odchází nedostatečně nasycen vodními parami. Důvodů tohoto stavu může být pochopitelně mnoho, od nesouladu kapacity hvozdu s kapacitou ostatních výrobních článků sladovny, až opět po určité mezery ve znalostech obsluhujícího personálu. Zjednáni nápravy proto nebývá nijak složité. V konkrétním případě, který jsme svého času řešili, pouhou úpravou režimu hvozdního bylo dosaženo téměř 35 % úspory tepelné energie. I když v jiných případech nelze pravděpodobně počítat s tak velkými úsporami, jistě se vyplatí znovu se zamyslet nad energetickou funkcí každého hvozdu.

#### 4.4 Další oblasti možných úspor

Vlastním zdrojem tepelné energie většiny pivovarů jsou kotleny, které jsou v rámci možností daných konstrukcí kotlů provozovány zpravidla na dobré úrovni. Častým zdrojem energetických ztrát na tomto úseku jsou však přímé úniky topné páry odplyňovači. Byla zdokumentována situace, kdy se ztráta tímto způsobem pohybovala řádově v desítkách procent vyrobené páry. Nemalé ztráty jsou způsobovány i nesoustavným a neodpovídajícím ručním odkalováním kotlů.

Hovoříme-li o kotelnách, pak je třeba se zmínit i o další reálné možnosti úspor, byť nikoli energetických, nýbrž pouze ekonomických. Jedná se o úspory dosahované dnes v zahraničí dvoupalivovými systémy otopu kotlen. Dvoupalivový systém (např. s možností vytápět zemním plynem či topným olejem) ruší absolutní závislost na jednom typu paliva s možností výběru momentálně lacinějšího paliva a současně staví pivovar do výrazně výhodnější pozice při jednání s dodavateli. Plné uplatnění zmíněných předností při současném stavu odběratelsko-dodavatelských vztahů není u nás zatím možné. S postupným přibližováním k západoevropské realitě bude však stále aktuálnější a při perspektivním plánování musí být proto přednosti dvoupalivového systému otopu kotlen brány velmi vážně v úvahu.



Nezanedbatelnou možností energetických úspor skýtá i oblast ztrát ve výrobě a v rozvodech energií. Výrobní ztráty resp. výraty dosahují stále ještě v řadě pivovarů značných hodnot. Jejich snížením pak dojde nejenom k ekonomickým, ale i energetickým úsporám. Totéž platí i o vedeních tlakového vzduchu, páry a kondenzátu, kde mechanické úniky i ztráty sáláním z neizolovaných parovodů představují nemalý podíl vyrobeného energetického média.

K omezení spotřeby energie v pivovarech by konečně mohla přispět i náhrada stále ještě běžného parního vytápění místností i dalších prostor vytápěním horkovodním. Parní topení je totiž těžko regulovatelné, takže jeho energetický výkon je po nemalou část doby provozu vyšší, než je ve skutečnosti zapotřebí.

## 5. ZÁVĚR

Z rozboru současné situace českého pivovarství vyplývá, že období nejbouřlivějších změn pomalu končí a na pořad dne se dostává soustavná práce s cílem zvyšovat efektivitu a tím i konkurenční schopnost jednotlivých výrobních jednotek. Velmi významnou cestou ke zvyšování efektivity pivovarské výroby je snižování měrné spotřeby energie, které je velmi žádoucí i z ekologických resp. společenských hledisek. Snižování spotřeby energie v pivovarské výrobě však není v žádném případě jednorázovou krátkodobou akcí, nýbrž se jedná o trvalý proces, do kterého musejí být zapojeni všichni zaměstnanci. Technicky brilantní, avšak ekonomicky velmi náročné je řešení situace výměnou zařízení pracujícího méně efektivně zařízením novým, efektivnějším. Značných výsledků lze však dosáhnout investičně daleko méně náročnými úpravami stávajícího stavu. Tomuto dosud značně opomíjenému způsobu řešení je třeba i v našich podmínkách věnovat výrazně vyšší pozornost, než tomu bylo doposud.

## LITERATURA

- [1] Firemní literatura firmy Tensor Technologies, Dublin I, 1995
- [2] Firemní literatura firmy Huppmann, Kitzingen, 1995
- [3] Beartsch, J. H.: Matematické vzorce, SNTL, Praha 1987
- [4] Firemní literatura firmy Friedmann Johnson Consultants, Berlin, 1995
- [5] Firemní literatura firmy IGS Energie- und Umwelttechnik Hallbergmoos, 1995

*Lektoroval ing. A. Kratochvíle  
Do redakce došlo 15. září 1995*

**Cuřín, J.—Kocar, B.: Aktuální problémy energetické náročnosti českých pivovarů.** Kvas. prům., 41, 1995, č. 12, s. 379—383.

Článek shrnuje poznatky získané z energetických auditů v českých pivovarech provedených v rámci akce „Energetická účinnost v pivovarech“, financované z prostředků PHARE. Průzkum ukázal, že značných úspor energie je možno dosáhnout dílčí-

mi úpravami stávajícího stavu bez velkých investičních nároků. Řešení situace výměnou neefektivních zařízení za efektivnější je sice technicky dokonalé, ale ekonomicky velmi náročné.

**Cuřín, J.—Kocar, B.: Current Problems of High-energy Consumption in Czech Breweries and Malt Houses.** Kvas. prům., 41, 1995, No. 12, p. 379—383.

Summary of experience obtained during energetics audits in Czech breweries performed within the framework of action “Energetics Efficacy in Breweries” financed through PHARE means. From the investigation followed that considerable energy savings can be reached by partial improvements of the present state without great investment costs. It is true that solving the situation by replacing inefficient equipment for more effective ones seems to be perfect from the engineering point of view, but it is economically very demanding.

**Cuřín, J.—Kocar, B.: Aktuelle Probleme der energetischen Aufwendigkeit der tschechischen Brauereien und Mälzereien.** Kvas. prům. 41, 1995, Nr. 12, S. 379—383.

In dem Artikel werden die Erkenntnisse zusammengefasst, die aus den energetischen Auditen in tschechischen Brauereien gewonnen wurden. Diese Audite verliefen im Rahmen der von „Phare“ finanzierten Aktion „Energetische Wirksamkeit in Brauereien“. Aufgrund dieser Arbeiten konnte konstatiert werden, dass in der geprüften Branche beträchtliche Energieersparnisse durch partielle Massnahmen ohne grosse Investitionsmittel erzielt werden können. Die Lösung der Probleme durch grundsätzliche Modernisierung, d. i. durch Ersatz der ineffektiven Anlagen durch effektivere ist zwar vom technischen Standpunkt perfekt, wirtschaftlich jedoch sehr anspruchsvoll.

**Цуржин, Я.—Коцар, Б.: Актуальные проблемы энергетической требовательности чешских пивоваренных заводов.** Квас. прум., 41, 1995, № 12, стр. 379—383.

Статья подытоживает сведения, полученные из энергетических аудитов в чешских пивоваренных заводах, проведенных в рамках деятельности «Энергетическая эффективность пивоваренных заводов», финансируемой средствами ПХАРЕ.

Исследование показало, что значительной экономии энергии можно достигнуть частными изменениями существующего состояния без больших требований к капитальным вложениям. Решение состояния обменом неэффективного оборудования на более эффективное, хотя оно технически совершенное, однако с точки зрения экономики оно представляется весьма требовательным.