

# Důsledně v racionálním využívání paliv a energií v pivovarském průmyslu

663.4.013.6  
663.4.012.2/3

ing. ANTONÍN KRATOCHVÍLE, Jihočeské pivovary, n. p., České Budějovice

## 0. Úvod

Spotřeba paliv a energií v pivovarském průmyslu sice nepředstavuje z pohledu nákladů na výrobu nejvýznamnější položku, avšak její význam je vysoce závažný. Tuto závažnost je nutno respektovat jak z hlediska vnějšího, tj. významu energetické spotřeby v rámci celého národního hospodářství, tak i z hlediska vnitřního, tj. vazby energetické spotřeby na kvalitu výrobku, na úroveň práce z hlediska mechanizace, pohotovost zásobování obyvatelstva našimi výrobky a v neposlední řadě na úroveň pracovního prostředí jednotlivých závodů. Závěry XV. sjezdu KSČ i 12. plenární zasedání ÚV KSČ ukládají velmi důrazně povinnost věnovat maximální pozornost hospodárnému využívání paliv a energií. Na základě rozpracování těchto závěrů jsou zahrnuty do plánů podniků v rámci komplexní socialistické racionalizační úkoly ve snižování spotřeby paliv a energií. Protože jde o úkol, který je třeba splnit při současném respektování optimálního uspokojení objektivních potřeb výroby, při zajištění dalšího prohloubení a rozšíření úrovně mechanizace fyzicky namáhavých prací, jako podmínky pro zajištění růstu produktivity práce a při zlepšování pracovního prostředí, je zřejmé, že úkoly ve snižování spotřeby paliv a energií jsou úkoly značně náročné a je možno je splnit pouze při trvalé maximální péči a pozornosti o racionalizaci spotřeby paliv a energií na všech stupních řízení, na všech pracovištích.

Pivovarský průmysl v rámci potravinářského průmyslu je ve spotřebě paliv a energií na 2. místě v pořadí všech oborů a jeho spotřeba představuje 15 % spotřeby celého potravinářského průmyslu. Z hlediska podílů jednotlivých druhů spotřebovává pivovarsko-sladařský průmysl 14 % ušlechtilých paliv, 15,1 % tuhých paliv a 15,5 % elektřiny z celkové spotřeby potravinářského průmyslu.

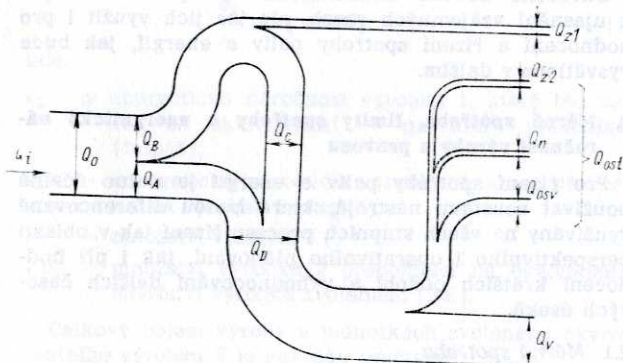
V rámci pivovarsko-sladařského průmyslu je celková jeho spotřeba kryta ze 64,8 % tuhými palivy, z 16,4 % ušlechtilými palivy a spotřeba elektřiny představuje 18,8 %.

## 1. Spotřeba paliv a energií v pivovarech

Hospodaření s palivy a energií v pivovarech je velmi různorodé, a to jak z hlediska zdrojů, tak i z hlediska jejich spotřeby. Na zdrojové straně jsou nakupovaná paliva různých druhů — pevná, kapalná i plynná — teplo (pára) z teplárenských sítí a elektřina. Na straně spotřeby je situace ještě složitější. Vedle přímé spotřeby nakupovaných paliv a energií na jednotlivé výrobky jsou paliva a energie využívány nepřímo, tj. při vlastní výrobě páry, popřípadě elektřiny a v neposlední řadě na otop a osvětlení, na nevýrobní spotřebu a spotřeba je provázána ztrátami. Proto je objektivní sledování vývoje spotřeby a exaktní vyhodnocení příznivých i negativních vlivů složité. Účelné a racionální hospodaření palivy a energií však bez pravidelného sledování spotřeby, bez pravidelného vyhodnocování rozborů spotřeby a bez vyhodnocování vývoje spotřeby paliv a energií nelze zajišťovat.

Podrobné sledování spotřeby paliv a energií v celém provozu je značně náročné na vybavení měřicí technikou, která musí být aplikována na účelně provedených inženýrských sítích. Ve většině provozů se musíme však

vypořádat s omezenějším rozsahem měření, což však nevylučuje možnost řídit spotřebu paliv a energií racionálně. Zanedbatelná není ani otázka nákladů na pořízení systému podrobného měření, neboť nebylo by efektivní vynakládat několikanásobně vyšší náklady na pořízení a provoz měření, než by byly možné dosažitelné přínosy takového opatření.



Na obr. 1 je uveden schematický příklad energetického toku — Sankeyův diagram — v pivovarském provozu.

V Sankeyově diagramu je výrobní jednotka (např. pivovar) hodnocena jako uzavřená soustava. Za vstup do této soustavy považujeme úhrn všech spotřebovaných energií  $Q_0$ .

Jako výstupy z této uzavřené soustavy můžeme definovat tyto položky:

- celkovou energetickou výrobní spotřebu na objem realizované výroby  $Q_v$ ,
- energetickou spotřebu ostatní  $Q_{ost}$ , která je dána součtem energetické spotřeby:
  - na osvětlení a otop  $Q_{osv}$ ,
  - nevýrobní  $Q_n$ ,
  - ztráty  $Q_{z1}$ ,
  - ztráty nepřímé spotřeby  $Q_{z2}$ .

Uvnitř diagramu pak lze stanovit tyto dílčí složky:

- přímou spotřebu  $Q_A$  jako součet nakupovaných paliv a energií, který se přímo spotřebovává při výrobě jednotlivých druhů výrobků, na osvětlení a otop, na nevýrobní spotřebu včetně příslušných ztrát a včetně energie na výrobu nepřímých nositelů energie — stlačený vzduch, chlad — využívaných pro výrobu,
- nepřímou spotřebu  $Q_B$ , jako součet nakupovaných paliv a energií spotřebovaných na vlastní výrobu tepla a elektřiny,
- spotřebu energií vlastní výroby  $Q_C$ ,
- celkovou energetickou spotřebu provozu  $Q_D$ . Ze Sankeyova diagramu pak lze odvodit tyto obecné matematické vztahy:

$$Q_0 = \sum_{i=1}^n k_i \cdot M_i = Q_v + Q_{ost} + Q_{z1} \quad [1]$$

kde:

$k_i$  je koeficient přepočtu  $i$ -tého paliva nebo  $i$ -té energie na jednotku srovnatelné energie,



$M_i$  — množství  $i$ -tého paliva nebo  $i$ -té energie, ostatní symboly jsou uvedeny v textu, dále

$$Q_0 = Q_A + Q_B \quad (2)$$

$$Q_B = Q_C + Q_{Zl} \quad (3)$$

$$Q_D = Q_A + Q_C = Q_v + Q_{ost} \quad (4)$$

$$Q_v = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot V_i \quad (5)$$

kde:

$Q_i$  je celková energetická spotřeba v součtu všech druhů paliv a energií na  $i$ -tý výrobek.

$V_i$  — objem (množství) výrobku  $i$ .

Odvozené obecné matematické vztahy slouží nejen k ujasnění vzájemných vazeb, ale lze jich využít i pro hodnocení a řízení spotřeby paliv a energií, jak bude vysvětleno v dalším.

## 2. Měrná spotřeba, limity spotřeby a energetická náročnost výroby a provozu

Pro řízení spotřeby paliv a energií je nutno účelně používat soustavu nástrojů, které budou diferencovaně využívány na všech stupních procesu řízení jak v oblasti perspektivního i operativního plánování, tak i při hodnocení kratších období a vyhodnocování delších časových úseků.

### 2.1 Měrná spotřeba

Je již běžně zavedenou praxí, že pro sledování spotřeby jednotlivých druhů paliv a energií na jednotlivé druhy výrobků se používají ukazatele měrné spotřeby  $MS$ , které v případě možnosti objektivního technického prověření mohou být upřesněny na technicko-hospodářské normy  $THN$ . Obecně můžeme ukazatel  $MS$  formulovat:

$$MS [THN] = \frac{Q_i}{V_i} \quad (X \cdot Y^{-1}) \quad (6)$$

kde:

$Q_i$  je celkové množství spotřebovaného paliva nebo energie  $i$  v technických jednotkách  $X$ ,

$V_i$  — celková výroba výrobku  $i$  v jednotkách  $Y$ .

Ve smyslu přílohy ke směrnici 13/2 Energ, které vydal FSÚ, jsou v pivovarsko-sladařském průmyslu používány tyto ukazatele:

Výrobek	Spotřeba energie paliva		
	elektrina	teplo	paliva
pivo slad nealko	MWh/1 000 hl MWh/t MWh/1 000 hl	tnp/1 000 hl tnp/t tnp/1 000 hl	tmp/1 000 hl tmp/t tmp/1 000 hl
pro vlastní výrobu tepla			
pára	MWh/tnp	tnp/tnp	tmp/tnp

Podle uvedeného obecného vztahu (6) lze, pokud jsou vytvořeny nezbytné technické předpoklady, stanovit další vhodné ukazatele  $MS$  na další výrobky, popřípadě i pro dílčí úseky výroby.

Charakteristickým znakem pivovarsko-sladařské výroby z hlediska spotřeby paliv a energií je skutečnost, že v kratších obdobích — měsíc, čtvrtletí — se do ukazatelů vzájemně promítají různé vlivy, jejichž působnost je různá, od krajně pozitivního až po krajně negativní ovlivnění úrovně  $MS$  [ $THN$ ]. Jde zejména o vliv sezónnosti výroby, časové náročnosti technologického proce-

su (zejména u výroby vysokoprocentních piv), vlivy povětrnostní a jiné. To vyžaduje, aby ukazatele  $MS$  byly pro kratší období — zpravidla čtvrtletí — diferencovány v závislosti na výsledném účinku všech, běžně se vyskytujících a v daném období se opakujících vlivů. To pochopitelně vyvolává nesrovnatelnost ukazatelů  $MS$  v návazné chronologické řadě a tyto čtvrtletní ukazatele nelze sečítat, ani z nich vytvářet lineární průměry. V časové řadě časových období — např. v posloupnosti jednotlivých čtvrtletí — lze a je vhodné, vývoj ukazatelů  $MS$  sledovat a vyhodnocovat. V celém ročním období se však řada uvedených vlivů v podstatném rozsahu vyrovnává, roční ukazatel  $MS$  má výrazně menší rozptýl, a proto je výhodnější pro účely plánování a sledování vývoje.

Absolutní hodnoty ukazatelů  $MS$ , jež jsou analytickými ukazateli, se pro jednotlivé výrobky a jednotlivé provozní liší nejen v závislosti na technicko-technologické úrovni a konkrétním výrobním programu, ale i ve vztahu k  $MS$  ostatních druhů paliv a energií na daný výrobek.

Uplatnění ukazatelů  $MS$  [ $THN$ ] by v zásadě mělo v plném rozsahu postihovat energetickou výrobní spotřebu  $Q_v$  a nepřímou spotřebu  $Q_B$ , které jsou rozhodující měrou závislé na objemu příslušné realizované výroby.

### 2.2. Limity spotřeby

Oblast ostatní spotřeby  $Q_{ost}$  je složkou spotřeby paliv a energií, která má převážně fixní charakter, bez přímé rozhodující závislosti na objemu realizované výroby a naopak je jistou charakteristikou daného provozu. Proto pro řízení této oblasti spotřeby je nutno používat limitů, stanovených jak na základě statisticky zjištěných hodnot, tak i příslušnými technickými propočty.

Pomocí limitů by měla být řízena a kontrolována celá oblast ostatní spotřeby  $Q_{ost}$ . Limity by měly být pro operativní řízení diferencovány pro jednotlivá čtvrtletí. Jejich roční hodnoty by však měly být v podstatě stále, ovlivňované pouze technicky zdůvodněným vývojem a změnou rozsahu daného provozu.

### 2.3 Energetická náročnost výroby a provozu

I při důsledném uplatnění ukazatelů  $MS$  a limitů spotřeby nelze, vzhledem k proměnlivosti celkového objemu výroby a k proměnlivosti podílů jednotlivých výrobků na celkovém objemu výroby, jak v časové řadě jednoho závodu nebo provozu, tak i v mezizávodovém porovnání, vždy jednoznačně a exaktně stanovit, zda vývoj energetické spotřeby je nebo není příznivý a v jakém rozsahu.

Odpověď na tuto otázku poskytne výpočet energetické náročnosti výroby a provozu, tj. energetické náročnosti nejen výrobní spotřeby, ale i ostatní spotřeby včetně vlivu vlastní výroby energií.

Jde o syntetický ukazatel, který je dán podílem celkové energetické spotřeby  $Q_0$ , vyjádřeným v přepočtu na tzv. měrné palivo a celkovým objemem ekvivalentní výroby zvoleného výrobku ve vhodných jednotkách.

Energetická náročnost  $EN$  je tedy dána vztahem:

$$EN = \frac{Q_0}{VE} \quad (tmp/X_E) \quad (7)$$

kde:

$Q_0$  je celková energetická spotřeba jako úhrn všech spotřebovaných paliv a energií v přepočtu na tzv. měrné palivo v  $tmp$ ,

$VE$  — objem celkové výroby v přepočtu na ekvivalentní výrobek  $E$  v jednotkách  $X$ .



Obdobně jako celkovou energetickou náročnost můžeme vypočítat energetickou náročnost jednotlivých výrobků:

$$e_i = \frac{Q_i}{V_i} \quad (\text{tmp}/X_i) \quad (7a)$$

kde:

$Q_i$  je energetická spotřeba na výrobu výrobku  $i$  jako úhrn všech spotřebovaných paliv a energií v přepočtu na tzv. měrné palivo v tmp,

$V_i$  — objem celkové výroby výrobku  $i$  v obvyklých jednotkách  $X$ .

Měrné palivo je uzanční palivo o jednotné standardní výhřevnosti 29,3076 GJ/t ( $7 \cdot 10^6$  kcal/t). Pro přepočet jednotlivých druhů paliv na měrné palivo platí vztah:

$$P = \frac{Q_{pj} \cdot M}{29,3076} = \frac{Q_{pk} \cdot M}{7 \cdot 10^3} \quad (\text{tmp}) \quad (8)$$

kde:

$Q_{pj}$  je výhřevnost paliva [GJ/t],

$Q_{pk}$  — výhřevnost paliva [kcal/kg],

$M$  — množství skutečného paliva [t],

$P$  — množství měrného paliva [tmp].

Výhřevnost pevných paliv, která je u jednotlivých druhů značně proměnlivá, zjistí se na základě analýzy nebo podle hodnot uvedených v dodávkových podmínkách paliv. Poměr  $Q_{pj} : 29,3076$  ( $Q_{pk} : 7000$ ) je možno při nepřeměnlivé výhřevnosti použít jako přepočítávací koeficient  $k$ . Proto u ušlechtilých paliv, plyných a tekutých, jejichž výhřevnost je poměrně stálá, je možno používat stálých přepočítacích koeficientů:

pro svítiplyn SP

$k = 0,49$  — Ø výhřevnost 14,36 GJ/1000 m<sup>3</sup>  
[= 3430 kcal/m<sup>3</sup>],

pro zemní plyn ZP

$k = 1,14$  — Ø výhřevnost 33,41 GJ/1000 m<sup>3</sup>  
[= 7980 kcal/m<sup>3</sup>],

pro lehký topný olej LTO

$k = 1,41$  — Ø výhřevnost 41,32 GJ/t  
[= 9780 kcal/kg],

pro těžký topný olej TTO

$k = 1,40$  — Ø výhřevnost 41,03 GJ/t  
[= 9800 kcal/kg].

Je samozřejmé, že změní-li se trvale průměrná výhřevnost, je nutno provést přepočet nového koeficientu  $k$ .

Elektrickou energii a nakupovanou páru je třeba, při výpočtu energetické náročnosti, shodně přepočítat na měrné palivo v aditivních jednotkách tmp.

Pouhým přepočtem na základě fyzikálních převodů (1 kWh = 861 kcal = 3606 J a 1 kg normální páry = 640 kcal = 2679 J) by tyto druhy energie byly, z hlediska posledního spotřebitele velmi zvýhodněny tím, že přepočet by nezahrnoval účinnosti při jejich výrobě a ztráty při jejich rozvodu ke spotřebiteli. Proto byly FMTIR a MPE stanoveny přepočítávací koeficienty, které uvedené vlivy vyrovnávají.

Pro elektřinu platí koeficient  $k = 0,44$  (1 MWh = 0,44 tmp) a pro nakupovanou páru  $k = 0,19$  pro případ použití jednotky Gcal (1 Gcal = 0,19 tmp) nebo  $k = 0,1216$  pro jednotku tnp (1 tnp = 0,1216 tmp). Protože normální pára je, obdobně jako měrné palivo, uzanční srovnatelná pára, s entalpií  $i = 640 \text{ kcal/kg} = 2679,55 \text{ J/kg}$  (což je pára o přetlaku asi 0,1 MPa a teplotě 119 °C), platí pro racionalizační výpočet a výpočet energetické náročnosti vztah:

$$1 \text{ tnp} = 0,64 \text{ Gcal} = 0,19 \cdot 0,64 = 0,1216 + \text{mp}.$$

Uvedené převody jsou energetikům dobře známy, ale

má-li se racionální hospodaření palivy a energií stát věcí všech pracujících, je vhodné, aby se s těmito vztahy seznámila i širší pivovarská veřejnost. Pro tepelné technické výpočty je však samozřejmě nutno používat běžných fyzikálních převodů jednotek.

Výpočet objemu celkové výroby  $VE$  v ekvivalentním množství výrobku  $E$  je založen na součtu ekvivalentních množství jednotlivých výrobků na základě jejich energetické náročnosti  $e$ , ve vztahu ke zvolenému ekvivalentnímu výrobku  $E$ . U jednotlivých výrobků vypočteme podle vztahu (7a) jejich energetickou náročnost a podíl této náročnosti a energetické náročnosti zvoleného ekvivalentního výrobku, násobený množstvím převáděného výrobku odpovídá ekvivalentnímu množství výrobku, který jsme si zvolili jako ekvivalentní. Výpočet se provede podle vztahu:

$$\frac{e_2}{e_1} \cdot V_2 = VE_2 \quad (9)$$

kde:

$e_1$  je energetická náročnost výrobku 1, který byl zvolen za ekvivalentní — na který převádíme, (tmp/ $X$ ),

$e_2$  — energetická náročnost výrobku 2, který převádíme na výrobek 1 (tmp/ $Y$ ),

$V_2$  — množství výrobku 2 [ $Y$ ],

$VE_2$  — množství výrobku 2 přepočtené na ekvivalentní množství výrobku zvoleného [ $XE$ ].

Celkový objem výroby v jednotkách zvoleného ekvivalentního výrobku  $E$  je pak dán součtem:

$$VE = \sum_{i=1}^n VE_i \quad \text{např. } (1000 \text{ hl } E) \quad (10)$$

Postup výpočtu a použití je zřejmé z příkladu:

Pivovar 101 vyrobil za sledované období 175 000 hl piva, 2 000 t sladu a 85 000 hl nealkoholických nápojů. Za stejné období spotřeboval celkem 1 870 MWh a 6 810 t hnědého uhlí o Ø výhřevnosti 3 200 kcal/kg (13 398 kJ/kg). Na výrobu piva bylo spotřebováno 1 195 MWh elektřiny a 12 950 tnp (není rozhodující, zda páry vlastní výroby nebo páry nakupované).

Výroba sladu si vyžádala 60 MWh a 880 t uhlí; a na výrobu nealkoholických nápojů bylo vynaloženo 247 MWh elektřiny a 2 210 tnp páry. Celková energetická spotřeba  $Q_0$ :

$$\begin{aligned} \text{elektřina } 1\,870 \text{ MWh} \cdot 0,44 &= 822,8 \text{ tmp} \\ \text{paliva } 6\,810 \cdot (3\,200 : 7\,000) &= 3\,113,1 \text{ tmp} \end{aligned}$$

$$\text{Celkem} \quad 3\,935,9 \text{ tmp} = Q_0$$

za ekvivalentní výrobek zvoleno pivo — jednotka 1 000 hl. Celková spotřeba paliv a energií na výrobu piva  $Q_1$ :

$$\begin{aligned} \text{elektřina } 1\,195 \text{ MWh} \cdot 0,44 &= 525,8 \text{ tmp} \\ \text{pára } 12\,950 \text{ tnp} \cdot 0,1216 &= 1\,574,7 \text{ tmp} \end{aligned}$$

$$\text{Celkem} \quad 2\,100,5 \text{ tmp}$$

Energetická náročnost výroby piva podle rovnice (7a) je:

$$e_1 = \frac{2\,100,5}{175} = 12,002 \text{ tmp/1 000 hl piva}$$

Obdobně lze vypočítat:

energetická náročnost výroby sladu

$$e_2 = 0,2143 \text{ tmp/t},$$

energetická náročnost výroby nealko

$$e_3 = 4,440 \text{ tmp/1 000 hl nealka}.$$

Podle uvedeného vztahu (9) převedeme slad a nealko na ekvivalentní množství piva:



$$\text{slad } VE_2 = \frac{2,2143}{12,002} \cdot 2\,000 = 35,71 \quad 1\,000 \text{ E hl}$$

$$\text{nealko } VE_3 = \frac{4,440}{12,002} \cdot 85 = 31,44 \quad 1\,000 \text{ E hl}$$

(Přepočet vyjadřuje, že výroba 2 000 t sladu je stejně energeticky náročná jako výroba 35 710 hl piva a 85 000 hl nealka odpovídá výrobě 31 440 hl piva).

Celkový objem výroby v ekvivalentních jednotkách podle rovnice [10]:

$$VE = VE_1 + VE_2 + VE_3 = 175 + 35,71 + 31,44 = 242,15 \quad 1\,000 \text{ E hl.}$$

Celková energetická náročnost výroby a provozu pivovaru 101 podle vztahu [7] je:

$$EN = \frac{Q_0}{VE} = \frac{3\,935,9}{242,15} = 16,254 \text{ tmp/1 000 E hl.}$$

Tímto způsobem je možno vzájemně porovnat energetickou náročnost jednotlivých závodů a provozů s různým objemem a sortimentem výroby. Že takové srovnání je prospěšné, je možno ukázat na výpočtu  $EN$  11 různých pivovarů podle skutečnosti za rok 1978, při kterém byly zjištěny hodnoty od minima v závodě AB = 10,60 tmp/1000 E hl do maxima v závodě CD 17,51 tmp/1000 E hl. Zjištění, že závod CD má proti závodu AB na jednotku výroby o 65 % vyšší energetickou náročnost, je více než závažné.

Celková výrobní spotřeba  $Q_v$  vztažená na jednotku ekvivalentního výrobku se označuje jako výrobní náročnost  $e_v$ , a obdobně ostatní spotřeba  $Q_{ost}$  poskytuje ukazatel provozní náročnosti  $e_p$ . Samozřejmě platí vztah:  $EN = e_v + e_p$  [tmp/1 000 E hl].

Z použitého příkladu pivovaru 101 vyplývá:

$$e_v = \frac{2\,906,6}{242,15} = 12,003 \text{ tmp/1 000 E hl,} \\ \text{tj. 73,85 \% } EN,$$

$$e_p = \frac{1\,029,3}{242,15} = 4,251 \text{ tmp/1 000 E hl,} \\ \text{tj. 26,15 \% } EN.$$

### 3. Určení vývojových tendencí a výpočet srovnatelné základny

I když jednorázové zjištění energetické náročnosti na výrobu a provoz a porovnání závodů mezi sebou přinese, jak bylo uvedeno, zajímavá a prospěšná zjištění, důležitější je sledovat vývojové tendence jednotlivých závodů. V časové řadě, kdy dochází ke změně objemu výroby, změně sortimentu, zavádění nových výrobků, změnám výrobně technické základny, nemohly dílčí ukazatele  $MS$  jednotlivých energií a paliv na jednotlivé výroby odpovědět přehledně na vývojové tendence v tom kterém závodě. Současně, pokud máme objektivně odpovědět na úroveň úspor dosažených vlivem různých racionalizačních a jiných opatření, je nutno znát srovnatelnou základnu, z níž budou vypočítávány úspory.

Použijeme-li uvedený příklad závodu 101, pak podle vpředu uvedených vztahů vyjádřených v jednotkách tmp je:

$$\text{celková energetická spotřeba } Q_0 = 3\,935,9 \text{ tmp}$$

$$\text{celková výrobní spotřeba}$$

$$Q_v = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2\,100,5 + 428,7 + 377,4 = 2\,906,6 \text{ tmp}$$

$$\text{ostatní spotřeba } Q_{ost} = Q_0 - Q_v = 1\,029,3 \text{ tmp}$$

Zatímco výrobní spotřeba je přímo závislá na objemu výroby jednotlivých výrobků, je ostatní spotřeba prak-

ticky stálá, bez přímé závislosti na objemu výroby. V daném případě činí  $1\,029,3 : 100 : 3\,935,9 = 26,15 \%$ .

V řadě konkrétních případů, různých závodů s různým způsobem zajištění energií (vlastní výroba páry, nákup páry, otop pevnými, kapalnými nebo plynými palivy) se procento ostatní spotřeby  $Q_{ost}$  pohybovalo asi od 20 do 36 % celkové energetické spotřeby.

Srovnatelnou základnu, např. hodnocení dvou po sobě následujících roků, získáme tak, že k výrobní spotřebě na bázi energetické náročnosti srovnávacího období a objemu výroby sledovaného období připočteme absolutní hodnotu ostatní spotřeby srovnávacího období.

Označme údaje srovnávacího období indexem (') a sledovaného období indexem (''), pak srovnatelná základna jako celková energetická spotřeba roku sledovaného v podmínkách roku srovnávacího  $Q_{os}$  je dána vztahem:

$$Q_{os} = \sum_{i=1}^n e_i' \cdot V_i'' + Q_{ost}' \pm Zú \quad (11)$$

Význam všech symbolů je shodný s textem uvedeným vpředu, kromě  $Zú$ . Tento činitel — zdůvodněné úpravy — umožňuje v objektivně technicky zdůvodněných a plánovaných změnách podmínek, respektovat jejich vliv. Jestliže např. v závodě byla zřízena závodní kuchyně, je nutno tento vliv respektovat a její energetickou náročnost připočítat.

Rovnice [11] slouží k výpočtu absolutní hodnoty srovnávací základny, tj. srovnatelné celkové spotřeby paliv a energií v tmp. Pro výpočet změny energetické náročnosti výroby a provozu je pak možno použít tohoto vztahu:

$$EN_s = \frac{e_v \cdot IxVE + e_p \cdot 100}{IxVE} + \frac{Zú}{VE} \quad (12)$$

kde:

$EN_s$  je srovnatelná energetická náročnost výroby a provozu [tmp/1 000 E hl],

$e_v$  — energetická náročnost výroby [tmp/1 000 E hl],

$e_p$  — energetická náročnost provozu [tmp/1 000 E hl],

$IxVE$  — index vývoje výroby (%),

$\frac{Zú}{VE}$  = energetická náročnost zdůvodněných úprav [tmp/1 000 E hl].

Pomocí vztahu [12] je možno vypočítat důsledky změny objemu výroby na energetickou náročnost. V uvedeném příkladu — pivovaru 101 — byla  $EN$  16,254 tmp/1 000 E hl, z toho  $e_v = 12,003$  tmp/1 000 E hl,  $e_p = 4,251$  tmp/1 000 E hl; jak se změní energetická náročnost:

a) zvýší-li se výroba v tomto závodě na 104 %,

b) dojde-li ke snížení výroby na 97 %?

$$\text{a: } EN_s = \frac{12,003 \cdot 104 + 4,251 \cdot 100}{104} = 16,09 \text{ tmp/1 000 E hl,}$$

$$\text{b: } EN_s = \frac{12,003 \cdot 97 + 4,251 \cdot 100}{97} = 16,38 \text{ tmp/1 000 E hl;}$$

z toho vyplývá závěr:

zvýšením výroby v závodě 101 o 4 % se relativně sníží energetická náročnost o  $(16,254 - 16,090) : 16,254 = 1,01 \%$ , a naopak při snížení výroby v konkrétním závodě o 3 % se energetická náročnost relativně zvýší o  $(16,380 - 16,254) : 16,254 = 0,77 \%$ .

Prostým porovnáním  $Q_{os}$  se skutečnou energetickou



spotřebou sledovaného roku  $Q_0''$  lze objektivně vyčíslit relativní vývoj ve spotřebě paliv a energií.

Tak je možno ověřit účinnost akcí komplexní socialistické racionalizace z hlediska vývoje celkové spotřeby, vlivy změn výroby a analýza tohoto ukazatele vede až k úrovni organizace a řízení výroby.

Je zřejmé, že:

$$Q_0' - Q_0'' = \pm \text{absolutní změny spotřeby,}$$

$$Q_{os} - Q_0'' = \pm \text{relativní změny spotřeby.}$$

Názorně lze použití tohoto postupu ukázat na příkladu hodnocení 4 závodů [hodnocený rok (''), srovnávací rok (')].

Závod	104	105	106	108
index výroby $VE''/VE\%$	102	97	106	98
celková spotřeba $Q_0'$ tnp	3 500	4 200	3 700	3 900
$Q_0''$ tnp	3 482	4 179	3 730	3 908
$Q_{os}$ tnp	3 552	4 115	3 840	3 840
absolutní změny $Q_0' - Q_0''$ tnp	-18	-21	+30	+8
$\frac{Q_0' - Q_0''}{Q_0''} \%$	-0,5	-0,5	+0,8	+0,2
relativní změny $Q_{os} - Q_0''$ tnp	-70	+64	-110	+68
$\frac{Q_{os} - Q_0''}{Q_0''} \%$	-2,0	+1,6	-3,0	+1,8

Z přehledu lze vyvodit tyto závěry:

Nejméně příznivý vývoj je z v závodě 108, který při poklesu výroby vykázal jak absolutní, tak i relativní překročení, nepříznivý je i závod 105, který při poklesu výroby má sice absolutní úsporu, ale relativní překročení. Příznivě je třeba hodnotit závod 104, který při mírném překročení výroby má jak absolutní, tak i relativní úsporu paliv a nejpříznivější je vývoj spotřeby paliv a energií v závodě 106, který sice má malé absolutní zvýšení spotřeby, avšak vzhledem k překročení výroby o 6 % je toto zvýšení velmi příznivé, jak správně kvantifikuje relativní úspora paliv a energií o 3 %.

K navržené metodě je možno namítat, že ostatní spotřeba  $Q_{ost}$  je u závodů, které mají vlastní výrobu páry, proti závodům, které páru nakupují, nesprávně zatěžována rozdílem mezi palivem spotřebovaným na výrobu páry a vyrobenou párou.

Tento názor není opodstatněný. Palivo na výrobu páry přepočítáváme na tnp podle skutečné výhřevnosti, ale jak bylo v 2.3 uvedeno, páru vlastní výroby, stejně jako páru nakupovanou, přepočítáváme na tnp použitím koeficientu  $1 \text{ Gcal} = 0,19 \text{ tnp}$  ( $1 \text{ tnp} = 0,1216 \text{ tnp}$ ). Tento koeficient předpokládá a zahrnuje asi 75,8 % účinnost kotelní, jako společensky nutnou úroveň výroby páry. Je-li tato účinnost dodržena, pak není ovlivněna ostatní spotřeba  $Q_{ost}$ , jak je zřejmé z výpočtu:

z 1 tnp při účinnosti 0,758 vyrobíme

$$7\,000 \times 0,758 : 640 = 8,29 \text{ tnp,}$$

když toto množství páry převádíme při racionalizačních výpočtech zpět na tnp, dostaneme

$$8,29 \text{ tnp} \cdot 0,1216 = 1 \text{ tnp.}$$

To znamená, že ostatní spotřeba  $Q_{ost}$  se zvyšuje při výrobě vlastní páry pouze o rozdíl mezi dosahovanou účinností a účinností předpokládanou a naopak při dosažení vyšší účinnosti se stejným dílem  $Q_{ost}$  snižuje. Tento postup je správný, neboť máme-li vyjádřit skutečnou energetickou náročnost výroby konkrétních výrobků, pak nelze tuto náročnost ovlivňovat tím, zda kotelná pracuje dobře nebo špatně, a naopak rozdíly v účinnosti kotelní jsou charakteristickým znakem toho kterého provozu a odchylky od společensky žádoucí úrovně je nutno zahrnout do spotřeby ostatní.

#### 4. Závěr

Pokud má být spotřeba paliv a energií řízena účelně a racionálně, je nutno věnovat soustavnou pozornost zjišťování a sledování účelně volených analytických a syntetických ukazatelů. Zvláštní postavení má syntetický ukazatel energetické náročnosti výroby a provozu, který souhrnně zachycuje celkovou spotřebu všech druhů paliv a energií na srovnatelný objem výroby. Ukazatel EN umožňuje nejen objektivně sledovat vývoj spotřeby, ale umožňuje i výpočet relativní srovnatelné základy pro výpočet úspory nebo překročení spotřeby.

Energetickou náročnost lze mimo uvedeného vyjádření na jednotku ekvivalentního výrobku, což je nejnázornější, vyjádřit i ve vztahu k jiným ukazatelům. Nyní v období uplatnění experimentu řízení efektivnosti v rámci VHJ Pivovary a sladovny, bude zajímavým ukazatelem potřeba energií a paliv na „vlastní výkony“, kde bude odstraněn dosavadní vliv např. dražších materiálových položek, které se promítaly do „výkonů celkem“ a tak ukazatel energetické náročnosti na jednotku výkonu celkem značně zkracovaly.

Energetická náročnost výroby a provozu ve spojení s kapacitními parametry výrobních článků umožňuje prohloubit optimalizaci výrobních programů i se zřetelem na racionální využití paliv a energií, což se do současné doby v procesu řízení neuplatňovalo. (Poznámka: Příslušné výpočty energetické náročnosti a srovnatelné základy je možno přehledně provádět na výpočtových formulářích, jejichž vzor zašle zájemcům autor).

**Kratochvíle A.: Důsledně v racionálním využívání paliv a energií v pivovarském průmyslu.** Kvas. prům., 25, 1979, č. 7, s. 149—154.

V článku je provedena analýza toku paliv a energií v pivovarském provozu. Je zhodnocena využitelnost analytických ukazatelů měrné spotřeby a je navržen nový syntetický ukazatel energetické náročnosti výroby a provozu. Dále článek uvádí příslušné matematické vztahy a využití navržených ukazatelů při hodnocení vývoje, při hodnocení racionalizačních opatření a při zhodnocení změn objemu výroby.

**Кратохвиль, А.: Последовательно добиваться рационального использования топлива и энергии в пивоваренной промышленности.** Квас. прум. 25, 1979, № 7, стр. 149—154.

Автор анализирует поток энергии и топлива в цехах типичного пивоваренного завода, рассматривает применимость аналитических показателей удельного расхода и предлагает введение нового, синтетического показателя энергоёмкости оборудования и производственных процессов. Приведены математические формулы, показывающие использование показателей на практике для оценки результатов опытно-исследовательских работ, мероприятий по рационализации производства, а также влияния изменений объёма производства.

**Kratochvíle A.: Economic Consumption of Fuel and Energy in Brewing Industry Must be Consistently Pursued.** Kvas. prům. 25, 1979, No. 7, pp. 149—154.

The author analyzes the flow of fuels and energy in typical breweries, shows under what conditions analytic indices of specific consumption can be applied and presents new synthetic index characterizing requirements to energy of individual plants and processes. A number of mathematic formulae demonstrates, how new indices should be used to assess the results of various development works or rationalization measures and consequences of changes of production capacity.



**Kratochvíle A.: Folgerichtig in der rationellen Brennstoff- und Energieausnützung in der Brauindustrie.** Kvas. prům., 25, 1979, No. 7, S. 149—154.

In dem Artikel wird der Fluß der Brennstoffe und Energien in dem Brauereibetrieb analysiert. Es wird die Anwendungsmöglichkeit der analytischen Kennziffern des spezifischen Verbrauchs behandelt und eine neue

synthetische Kennziffer der energetischen Ansprüchigkeit der Produktion und des Betriebes vorgeschlagen. Weiter werden in dem Artikel die betreffende mathematische Beziehungen und die Anwendungsmöglichkeit der vorgeschlagenen Kennziffern bei der Bewertung der Entwicklung, der Rationalisierungsmaßnahmen und der Änderungen des Produktionsvolumens angeführt.