

Vyhodnocování kontrolních várek v pivovarech z energetického hlediska

663.4.013.6
663.444.3

STANISLAV BAXA, Východočeské plynárny, Hradec Králové

Do redakce došlo 28. června 1976

Energetika má rok od roku větší význam ve všech odvětvích národního hospodářství. Je proto samozřejmé, že se energetickými otázkami musí v nebyvalé míře zabývat i pivovarský průmysl, který patří mezi významné spotřebitele paliv (za rok 1973 spotřeboval obor pivovarů a sladoven asi 6,3 TJ = 1,5 Tcal ve spáleném palivu). Roční spotřeby tepla dále stoupají, bohužel většinou rychleji než kapacita energetických zdrojů, čímž narůstají disproporce mezi potřebami tepla a možnostmi jejich uspokojování. Situace se navíc komplikuje tím, že pivovarský průmysl, který je většinou umístěn ve městech, je nucen stále více respektovat ekologické problémy a přecházet na ušlechtilá paliva, tj. topné plyny a topné oleje, u nichž jsou však bilance ještě podstatně napjatější. Se zvyšováním přidělu paliv z fondů státního plánu je možno počítat jen v nejnútnejší míře u nově budovaných závodů, většinou však ani v těchto případech v požadovaném množství. Jediná cesta, která zbývá, je využívání vlastních skrytých rezerv. Je to cesta nepopulární a nikoliv jednoduchá. Fázi využívání skrytých rezerv však musí předcházet fáze jejich odkrývání. Zdánlivě jednoduché řešení tohoto úkolu zvyšováním účinnosti spotřebičů tepla však představuje nastoupení složité a technicky náročné cesty, vyžadující velké množství měření, výpočtů a vyhodnocování jednotlivých agregátů i celých pivovarů s následnými návrhy na technické a organizační zásahy do výroby. Je to však za současné i perspektivní situace jediná schůdná cesta.

Podle řady měření, provedených v posledních třech letech v různých pivovarech, pohybuje se rozložení spotřeb tepla v těchto mezích:

varna	32 až 50 %
vodní hospodářství	11 až 35 %
lahvovna	8 až 24 %
sladovna	5 až 30 %
sodovkárna	14 až 20 %

Rozhodujícím a zároveň technicky nejsložitějším uživatelem tepla v pivovaru je varna, které je proto třeba věnovat maximální pozornost. Energetické problémy varny musí však být vždy řešeny ve vazbě na problémy technologické. Tyto otázky jsou velmi aktuální například při rozhodování o stupni surogace nesladovanými ječmeny, při optimalizaci výtěžnosti várek, při srovnávání přímých a nepřímých otopů, zvyšování časového využívání varních zařízení atd. Všechny tyto technologické otázky není možno řešit bez návaznosti, resp. přímé souvislosti s energetickou problematikou.

Pivovarský průmysl má dnes k dispozici velmi málo technicky zdůvodněných podkladů o spotřebách tepla ve varnách. V převážné většině pivovarů se sledují pouze celková spotřebovaná množství tepla za delší časová období (rok, nebo měsíc) ať už v množství nakupovaného uhlí, nebo odečítaného plynu, či nakupované páry. Spotřeby jednotlivých rozhodujících výro-

ních oddělení pivovaru se téměř neměří a pro účely národohospodářské evidence se spotřeby klíčí. Jediná cesta, jak objektivně zjišťovat spotřeby tepla varen, je provádění kontrolních várek, při nichž se spotřeby tepla měří a tepelně technicky vyhodnocují. Měřit je nutno jednotlivé etapy várky zvlášť, tj. ohřev vody na zapáčku, I. rmut, II. rmut a chmelovar, přičemž každou etapu je třeba zpracovat detailně (např. ohřev na cukrovarnou teplotu, prodlevu, ohřev do varu, var). Přitom se zároveň sledují teploty, objemy i odpary, a to jak u chmelovaru, tak i u rmutů, jelikož jen tak je možno vyhodnotit a vypočítat účinnost. Ve stejných časových úsecích je nutno měřit spotřeby tepla. U nepřímého topení parních varen se to většinou děje vážením kondenzátu, odebíraného za kondenzačním hrncem sledované varní pánve. U přímo topených varen plynových se zapisují detailní odečty plynoměru (pokud mají jednotlivé varní nádoby vlastní plynoměry), anebo při odstavených ostatních plynových spotřebičích. U přímo topených varen uhelných se spotřeby tepla zjišťují počítáním lopat uhlí vhažovaných v jednotlivých úsecích várky na rošt topeniště, přičemž se počítá průměrná váha z vážených 10 nebo 20 lopat uhlí. Na základě těchto měření lze sestavit detailní bilanci kontrolní várky a zjistit tepelné účinnosti jednotlivých etap, specifické spotřeby tepla a poměrné odpary. Velký význam takto zpracovaných výsledků kontrolních várek vynikne po provedení většího počtu těchto várek a zejména, jde-li o várky podobné technologií, objemy a varním zařízením. Rozdíly mezi jednotlivými srovnávanými etapami várek musí se podrobit analýze, která je již obvykle přímou cestou k odhalení skryté rezervy. Výsledkem takového odhalení již musí být návrh na technické nebo organizační opatření. V posledních třech letech provedl autor asi 30 kontrolních várek (z nichž byly vybrány tři jako příklad) na nichž lze předvést jejich postup i návrhy technicko-organizačních opatření. V prvním případě jde o velký pivovar (201), vybavený čtyřnádobovou varnou s nepřímým otopem párou, vyráběnou ve vlastní kotelně. Ve druhém případě o menší pivovar (607), vybavený dvounádobovou varnou s přímým uhelným otopem, určenou k převodu na ušlechtilé palivo, ve třetím případě o malý pivovar (308), vybavený dvounádobovou varnou s přímým otopem svítiplynem.

Kontrolní várka I. (pivovar 201)

Rmutová i mladinová pánev jsou provedeny jako duplikátory. Vyráběné pivo 12 %. V pánvích se zpracovává pouze I. a II. rmut a chmelovar. Voda na zapáčku se ohřívá v ohříváku a v rezervoáru.

Tepelná účinnost várky 61,4 % patří mezi dobré účinnosti sledovaných varen, nikoli však špičkové. Poměrně nízká byla účinnost chmelovaru, zejména etapy 4.3. V této etapě se odpařilo 20 hl, což odpovídá 7,15 %. Aby bylo možno toto množství odpařit, bylo nutno vařit

Tabulka 1. I. rmut (1. kontrolní várka)

etapa	2.1	2.2	2.3	2.4
teplota °C	52	76	82	100
objem hl	67			3 hl = 6,5 % 64
dobu minut	15	13	18	30
spotřeba páry kg/et.	310	0	256	340

Tabulka 2. II. rmut (1. kontrolní várka)

etapa	3.1	3.2	3.3	3.4
teplota °C	68	80	80	100
objem hl	82			4 hl = 4,7 % 78
dobu minut	8	15	23	27
spotřeba páry kg/et.	187	0	386	389

Tabulka 3. Chmelovar (1. kontrolní várka)

etapa	4.1	4.2	4.3
teplota °C	69	95	100
objem hl	90	280	20 hl = 7,15 % 260
dobu minut	92	20	195
spotřeba páry kg/et.	1298	295	2 950

195 minut, což je z technologického hlediska zbytečně dlouho. Pánev by měla odpařit za 120 minut 8 %, tj. celkem 22,4 hl, což odpovídá hodinovému odparu 11,2 %. Dosažený hodinový odpar však byl pouze 6,15 %. Při další analýze se ukázalo, že teplosměnná plocha pánve

Tabulka 4. Výpočet tepelné účinnosti (1 kontrolní várka)

Etapa		Spotřeba tepla				Tepelná účinnost
		teoretická		naměřená		
		[kJ]	[kcal]	[kJ]	[kcal]	
I. rmut	2.1	674 590	161 000	930 180	222 000	72,5
	2.2	188 438	40 200	0	0	>100
	2.3	505 314	120 600	766 770	183 000	65,9
	2.4	678 780	162 000	1 018 170	243 000	66,7
	Σ 2	2 027 122	483 800	2 715 120	648 000	74,7
II. rmut	3.1	412 715	98 500	561 460	134 000	73,5
	3.2	0	0	0	0	0
	3.3	687 160	164 000	1 156 470	276 000	59,4
	3.4	905 040	216 000	1 164 820	278 000	77,7
	Σ 3	2 004 915	478 500	2 882 720	688 000	69,5
Chmelovar	4.1	3 050 320	728 000	3 879 940	926 000	78,5
	4.2	586 600	140 000	884 090	211 000	66,4
	4.3	4 525 200	1 080 000	8 840 900	2 110 000	51,2
	Σ 4	8 162 120	1 948 000	13 604 930	3 247 000	59,8
Várka	Σ Σ	11 775 157	2 810 300	19 202 770	4 583 000	61,4

mladinové je nedostatečná, jelikož pánev byla původně konstruována na objem 200 až 220 hl, kdežto dnes se varí 280 hl pohromadě a při várce 10 % piva je přetěžována ještě více. Zvyšovat parní příkon již nemá smysl, protože výpočet specifického tepelného zatížení ukázal již téměř únosnou hranici, kterou by bylo možno překročit pouze za cenu prudkého snížení účinnosti. Jako jediné řešení bylo navrženo vybavit pánev jednoduchým přídavným perkolátorem, tvořeným dvěma závity měděné trubky, čímž bude možno zajistit požadovaný odpar při dvouhodinovém varu při minimálních pořizovacích nákladech. Celková tepelná účinnost stoupne, nehledě na možnost zkrácení celkové doby várky o 1¼ hodiny.

Kontrolní várka II. (pivovar 607)

Rmutomladinová pánev je uhlí s pevným rovinným roštem, na nějž se uhlí přikládá ručně. Kontrolní várka

Tabulka 5. Ohřev vody na zapárku (2. kontrolní várka)

etapa	1.1
teplota °C	21
objem hl	35
dobu minut	68
spotřeba uhlí kg/et.	273

Tabulka 6. I. rmut (2. kontrolní várka)

etapa	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
teplota °C	46	63	75	78	100
objem hl	42				38 4 hl = 9,5%
doba minut	35	9	20	15	30
spotřeba uhlí kg/et.	143	0	39	45,5	117

Tabulka 7. II. rmut (2. kontrolní várka)

etapa	3.1	3.2	3.3	3.4
teplota °C	64	70	75	100
objem hl	48			46 2 hl = 4,18%
doba minut	10	20	21	20
spotřeba uhlí kg/et.	39	19,5	130	45,5

Tabulka 8. Chmelovar (2. kontrolní várka)

etapa	4.1	4.2	4.3
teplota °C	75	93	100
objem hl	57	127	116 11 hl = 9,68%
doba minut	80	15	120
spotřeba uhlí kg/et.	298,5	32,5	318,2

měla za úkol zjistit tepelnou účinnost, odpary a možnosti rekonstrukce této pánve na plynový otop. Vyráběné pivo 10 %. Technologie várky je klasická. Spotřeba tepla se zjišťovala počítáním příkládaných lopat v jednotlivých etapách várky.

Zjištěná tepelná účinnost várky 34,3 % patří u uhelných otopů mezi velmi dobré. Rovněž dosažené odpary byly vysoké. Na základě těchto zkušeností bylo doporučeno pánev plynofikovat a detailní účinnosti jednotlivých etap posloužily jako konkrétní podklady pro konstrukci topeniště i návrh tepelného režimu varny po provedení rekonstrukce.

Tabulka 9. Výpočet tepelné účinnosti (II. kontrolní várka)

Etapa		Spotřeba tepla				Tepelná účinnost [%]
		teoretická		naměřená		
		[kJ]	[kcal]	[kJ]	[kcal]	
Ohřev vody	1.1	1 157 278	279 200	4 231 900	1 010 000	27,4
I. rmut	2.1	291 166	71 400	2 216 510	529 000	>100
	2.2	211 176	50 400	0	0	
	2.3	52 794	12 600	604 198	144 200	
	2.4	387 196	92 400	704 758	168 200	
	2.5	905 040	216 000	1 812 175	432 500	
	Σ 2	1 855 332	442 800	5 337 641	1 273 900	34,7
	II. rmut	3.1	120 672	28 800	604 198	144 200
3.2		100 560	24 000	302 099	72 100	33,3
3.3		502 800	120 000	2 019 580	482 000	24,9
3.4		452 520	108 000	704 758	168 200	64,2
Σ 3		1 176 552	280 800	3 630 635	866 500	32,4
Chmelovar		4.1	956 577	228 300	4 629 950	1 105 000
	4.2	372 910	89 000	506 990	121 000	73,5
	4.3	2 488 860	594 000	4 940 010	1 179 000	50,4
	Σ 4	3 818 347	911 300	10 076 950	2 405 000	37,9
	Várka	Σ Σ	8 007 509	1 911 100	23 279 221	5 555 900

Kontrolní várka III. (pivovar 308)

V tomto případě jde o malý pivovar, jehož varna je vybavena rmutomladinovou pávní na přímý otop. Původně byla pánev otápěna uhlím, později byla rekonstruována na plynový otop. Topným médiem je svítiplyn, spalovaný ve dvou automatických monoblokových jednochvostových hořácích. Kontrolní várka byla provedena asi 1/2 roku po rekonstrukci s cílem ověřit jednak vhodnost konstrukce topeniště a zejména tepelného režimu. Spotřeby plynu byly odečítány na vometrech

Tabulka 10. I. rmut (3. kontrolní várka)

etapa	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
teplota °C	48	59	60	72	74	100
objem hl	45					116 1,5 hl = 3,3%
doba minut	15	13	12	21	25	29
spotřeba plynu m ³ /et.	63,5	0	50,6	0	106,0	122,8

v redukční stanici. Vyráběné pivo 10 %. Voda na zapáření se neohřívá v pánvi, nýbrž v rezervoáru, a to jednak odpadním teplem spalín z pánve, jednak přímým přívodem parním hadem.

Tepelná účinnost várky 40,5 % patří mezi střední u plynových varen. Špičková účinnost plynové varny je asi 60 %. Nízké byly účinnosti rmutů a z nich zejména etapa varu. Bylo proto doporučeno vypínat hořáky několik minut před ukončením varu, přičemž var probíhá dále teplem akumulovaným ve vyzdívce bez přívodu paliva. U chmelovaru bylo navrženo stejné opatření a navíc v některých etapách bylo doporučeno pracovat se sníženým příkonem hořáků, resp. pouze s jedním hořákem. Tato doporučení, která byla výhradně organizační, tedy bez jakýchkoli investic, se odrazila ve zvýšení tepelné účinnosti várky a tím v úspoře plynu.

Tabulka 11. II. rmut (3. kontrolní várka)

etapa	3.1	3.2	3.3	3.4
teplota °C	66	72	76	100
objem hl	45			44
doba minut	8	22	20	30
spotřeba plynu m ³ /et.	35,8	0	84,7	127,0

Tabulka 12. Chmelovar (3. kontrolní várka)

etapa	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
teplota °C	71	75	76	96	96	100
objem hl	51	61	89	131	147	160
doba minut	18	91	80	50	43	120
spotřeba plynu m ³ /et.	38,6	0	163,6	0	120,8	506,9

Uvedené příklady kontrolních várek měly ukázat na možnosti využívání v praxi. Jejich hlavní smysl však tkví v porovnávání účinností jednotlivých etap várky u různých pánví. K tomu je však třeba co největšího počtu zpracovaných kontrolních várek, aby bylo možno porovnáváním příbuzných údajů odkrývat rezervy. Prozatím byly učiněny jen první kroky, a to zejména ze zájmu o věc. Touto problematikou by se však měl obor Pivovarů a sladoven začít zabývat v celé šíři, jelikož jedině touto cestou získají vedoucí pracovníci

Tabulka 13. Výpočet tepelné účinnosti (III. kontrolní várka)

Etapa		Spotřeba tepla				Tepelná účinnost [%]
		teoretická		naměřená		
		[kJ]	[kcal]	[kJ]	[kcal]	
I. rmut	2.1	207 405	49 500	877 805	209 500	23,4
	2.2	18 855	4 500	0	0	>100
	2.3	226 260	54 000	754 200	180 000	30,0
	2.4	37 710	9 000	0	0	>100
	2.5	453 777	108 300	1 466 500	350 000	31,0
	2.6	339 390	81 000	1 692 760	404 000	20,0
	Σ 2	1 283 397	306 300	4 791 265	1 143 500	26,8
II. rmut	3.1	113 130	27 000	496 515	118 500	22,9
	3.2	75 420	18 000	0	0	>100
	3.3	470 537	112 300	1 173 200	280 000	40,0
	3.4	226 260	54 000	1 713 710	409 000	13,2
	Σ 3	885 347	211 300	3 383 425	807 500	26,2
Chmelovar	4.1	102 236	24 400	520 398	124 200	19,6
	4.2	233 383	55 700	0	0	>100
	4.3	1 661 335	396 500	3 645 300	870 000	57,0
	4.4	57 822	13 800	0	0	>100
	4.5	491 906	117 400	1 671 810	399 000	29,5
	4.6	3 856 420	918 000	7 005 680	1 672 000	54,9
	Σ 4	6 393 102	1 525 800	12 843 188	3 065 200	49,8
Várka	Σ Σ	8 515 756	2 032 400	21 014 945	5 015 500	40,5

oboru i jednotlivých podniků a závodů konkrétní představy o energetickém hospodářství varen a odkryjí rezervy, jimiž jedině bude možné vyrovnat jinak neřešitelné disproporce. To si však vyžádá vybudování pracoviště nebo alespoň týmu, který by byl schopen energetickou i technologickou problematiku zvládnout. V řadě jiných sektorů národního hospodářství (např. hutě, keramika, sklárny) již dlouhá léta taková specializovaná pracoviště existují a dávno se již zaplatila.

Baxa, S.: Zhodnocování kontrolních várek v pivovarech z energetického hlediska. Kvas. prům. 23, 1977, č. 3, s. 52—56.

Kontrolní várky v pivovarech, při nichž se sleduje vazba spotřeb paliv na technologii, mohou sloužit po vyhodnocení jako konkrétní podklad pro racionalizaci tepelného hospodářství varny. V článku jsou popsány tři provedené kontrolní várky (v parní, plynové a uhelné varně) a je uvedeno jejich tepelné technické vyhodnocení. Porovnáváním výsledků kontrolních várek se nejlépe objeví skryté rezervy, jejichž zjištění je dostatečným podkladem pro technické a organizační opatření ve výrobě.

Бакса, С.: Оценка по энергетическим критериям контрольных варок на пивоваренных заводах. Квас. прум., 23, 1977, № 3, стр. 52—56

Значение так наз. контрольных варок, осуществляемых на пивоваренных заводах, заключается в том, что они дают возможность проследить зависимость между применяемой технологией и расходом тепловой энергии, т. е. топлива, что в свою очередь ориентирует мероприятия по рационализации. В статье приведено в качестве примера сравнение трех варок в трех разных варочных цехах с разными источниками тепла (пар, газ, уголь). Оценка производится при критерии расхода тепловой энергии. Анализы такого рода помогают открывать резервы и мобилизовать их соответствующими техническими и организационными мерами.

Baxa, S.: Evaluation of Energy Consumption by Controlled Pilot Brewings. Kvas. prům. 23, 1977, No. 3, pp. 52—56.

Controlled pilot brewings are one of the ways, how breweries can evaluate dependence of energy and fuel consumption on the technology and rationalize appropriately processes in brewhouses. The article deals with three brewings brewed in three brewhouses with different sources of heat (steam, gas, coal) and with the comparison of their heat consumption. Thorough analyses of energy and heat consumption can help to trace the causes of excessive levels, to disclose reserves and to mobilize them by taking necessary technical and organizational measures.

Baxa, S.: Auswertung der Kontrollsude in Brauereien vom energetischen Standpunkt. Kvas. prům. 23, 1977, No. 3, S. 52—56.

Die Kontrollsude in Brauereien, bei denen die Abhängigkeit des Brennstoffverbrauchs von der angewandten Technologie verfolgt wird, können nach ihrer Auswertung als konkrete Unterlagen für die Rationalisierung der Wärmewirtschaft des Sudhauses dienen. In dem Artikel werden drei durchgeführte Kontrollsude (Sudhaus mit Dampf-, Gas- und Kohlenbeheizung) beschrieben und ihre wärmetechnische Auswertung angeführt. Durch den Vergleich der Ergebnisse der Kontrollsude können am besten die wärmetechnischen Reserven entdeckt werden, deren Ermittlung eine ausreichende Grundlage für die Erarbeitung technischer und Organisationsmaßnahmen bietet.