

2. část

ONDŘEJ POPEL, Západočeské pivovary, Plzeň, n. p. - STANISLAV BAXA, Východočeské plynárny, n. p., Hradec Králové

Energetika varen

Varna je ve všech pivovarech rozhodujícím spotřebitelem tepla. V *tabulce 1* jsou uvedeny údaje o rozložení spotřeb tepla některých pivovarů, a to jak údaje zjištěné vlastním měřením, tak údaje literární. Z literárních pramenů byly vzaty příklady německých pivovarů s odstupem 50 let. Jednak je zde údaj Oelschlägera z dvacátých let i údaj Pensela, uvádějící průměrné hodnoty pivovarů v NSR ze sedmdesátých let. Z porovnání těchto dvou literárních údajů je vidět, že energetice varen je věnována v zahraničí velká péče, přičemž Pensel ve svém článku, z něhož jsou citované údaje, hledá cesty ke snížení spotřeb tepla a uváděné hodnoty považuje za výchozí. *Tabulka 1* byla sestavena většinou z čistých spotřeb tepla pivovarů v podobě páry, nepromítají se do ní tedy spotřeby tepla přímo v kotelnách ani jejich účinnosti. Hodnoty v tabulce uvedené není možno mechanicky porovnávat, jelikož jde o pivovary různé velikosti i technologie. Jejím účelem je ukázat, že podíl spotřeb tepla varen je v pivovarech skutečně rozhodující.

V souvislosti se světovou energetickou krizí se stává kategorickým imperativem současné etapy vědeckotechnické revoluce snaha snižovat spotřebu všech druhů energií. V pivovarství musí tedy v první řadě jít o snižování spotřeb tepla ve varnách. U varen dnes chybějí téměř ve všech pivovarech údaje o skutečných spotřebách tepla a jeho rozložení, které by bylo možno vzájemně porovnávat a výsledky analyzovat. Z těchto výsledků by bylo možno navrhovat technická a organi-

zační opatření, která by vedla ke snižování spotřeb tepla. Z iniciativy obou autorů tohoto článku bylo v letech 1974 a 1975 provedeno několik desítek kontrolních várek v různých pivovarech, při nichž byly zjišťovány spotřeby tepla v jednotlivých etapách várky v závislosti na používané technologii. Tak byly proměřeny varny s parním, plynovým i uhelným otopem. Zjištěné skutečnosti byly v mnohém překvapivé, avšak vždy reprezen-

Tabulka 1. Rozložení spotřeb tepla v některých pivovarech

Údaj - pramen	Pivovar	Typ pivovaru	Rozložení spotřeb tepla pivovaru [%]						
			varna	sladovna	ohřev vody	lahvovna	ostatní technolog. spotřeby	sodovkárna	vytápění celkem
Měření	201	V	37,9	4,5	11,2	21,5	2,3	—	22,6
	508	S	40,2	—	35,0	8,6	1,6	—	14,6
	602	S	50,6	15,6	—	11,7	12,5	7,8	1,8
	614	M	40,5	27,0	—	10,0	—	14,0	8,5
Literatura Německo 1925 NSR — 1973	S	—	56,5	—	18,5	14,9	—	—	10,1
	Ø	—	31,5	—	20,0	20,0	28,5	—	100

Vysvětlivky

Typ pivovaru: V — velký
S — střední
M — malý
Ø — průměr více pivovarů

tuji velké množství cenných informací. Hlavní údaje jsou uvedeny v tabulkách 2 až 5.

Tabulka 2 ukazuje rozložení spotřeb tepla na jednotlivé etapy várky. Všechny údaje jsou vztaheny na jednu (sledovanou) várku, která byla vždy zvolena k provedení kontrolního proměření jako převážně se vyskytující v uvažovaném pivovaru, resp. varně. Jde o čisté spotřeby tepla, tj. přímo ve varně, u parních otopů, tedy spotřebu páry přímo v pánvi a nikoli spotřebu paliva, jehož spálením v kotli byla pára vyrobena, u plynových a uhelných otopů jde o spotřeby plynů a uhlí spáleného přímo pod pánví. Ve spotřebách tepla nejsou zahrnuty žádné způsoby rekuperace.

Tabulka 2. Rozložení spotřeb tepla na jednotlivé etapy várky v různých pivovarech

Pivovar	Varna	Typ varny	Palivo	Objem sladin pohromadě [hl]	Spotřeba tepla na celou várku		Rozdělení na [%]				
					[MJ]	[Mcal]	ohřev vody	I. rmut	II. rmut	chmelovar	celou várku
601		S	SP	450	45 000	10 750	8,0	17,5	16,8	57,7	100
212		RM	SP	195	24 150	5 773	1,0	26,4	15,8	56,8	100
902		R+M	ZP	332	55 700	13 361	10,3	16,9	14,1	58,7	100
603		RM	ZP	186	16 770	4 010	18,3	17,1	11,1	53,5	100
703		R+M	ZP	155	17 460	4 175	13,0	17,8	13,9	55,3	100
308		RM	SP	176	18 530	4 432	—	19,2	16,5	64,3	100
401	1	RM	SP	220	44 500	10 623	5,6	16,1	18,6	59,7	100
401	2	RM	SP	220	42 700	10 202	5,0	15,9	17,8	61,3	100
104		RM	SP	69	11 620	2 775	38,1	13,9	9,5	38,5	100
310		RM	U	96	27 900	6 660	15,0	19,9	18,1	47,0	100
308		RM	U	177	34 400	8 219	28,0	15,8	12,0	44,2	100
806		RM	U	143	33 800	8 084	28,9	18,7	13,6	38,8	100
403		R+M	U	240	25 400	6 066	7,5	18,3	14,8	59,4	100
607		RM	U	127	23 220	5 556	18,2	22,9	15,6	43,3	100
604		RM	P	155	15 410	3 680	5,5	17,1	21,7	55,7	100
202		R+M	P	216	18 450	4 405	17,6	14,6	14,8	53,0	100
306		R+M	P	294	20 200	4 826	12,1	13,8	13,3	60,8	100
201	3	R+M	P	280	19 160	4 583	—	14,1	15,0	70,9	100
201	2	R+M	P	306	16 400	3 920	12,1	16,6	15,5	55,8	100
101	1	R+M	P/SP	390	34 050	8 133	14,7	7,6	5,9	71,8	100
401	0	RM	U	208	29 900	7 150	3,8	21,4	20,8	54,0	100
Ø							13,0	17,0	15,0	55,0	100

Vysvětlivky

Typ varny: S — spádová, RM — rmutomladinová pánev, R+M — rmutová a mladinová pánev
Palivo: SP — svitplyn, ZP — zemní plyn, U — uhlí, P — pára

Tabulka 3 uvádí přehled tepelných účinností v průběhu várky. Účinnosti byly vypočteny samostatně pro ohřev vody na zapárku, pro I. rmut, II. rmut, chmelovar a konečně pro celou várku. Z hlediska energetického je tato tabulka nejcennější, jelikož podává přehled o hospodaření teplem ve varně. Tabulka byla sestavena na základě stejných předpokladů jako tabulka 2.

Tabulka 4 uvádí specifické spotřeby tepla v průběhu várky, vztahené na 1 litr rmutu, resp. sladinu pohromadě. Velké rozdíly specifických spotřeb tepla u podobných pánví by měly být alarmujícím signálem.

V tabulce 5 jsou sestavena nejvyšší v provozu dosahovaná tepelná zatížení teplosměnných ploch pánví. Tyto údaje jsou velmi cenné jak pro energetika, tak i pro konstruktéra pánví, jelikož dělením tepelného zatížení střední teplotou se získává součinitel přestupu tepla „k“, podle něhož se počítají a navrhují všechny pánve. Mezi hodnotami v tabulce 5 jsou rozdíly až několik set procent, a to i u podobných pánví. Příliš nízká zatížení ukazují na rezervy. Naproti tomu však příliš vysoká zatížení ukazují, že jde většinou o pánve, stavěné na podstatně nižší výkony, než na jaké se dnes provozují. Pokud se ovšem nezměnily podmínky přestupu tepla (tj. teploty a proudění), není účinné zvyšovat výkony pánví, jelikož maximální specifické tepelné zatížení teplosměnné plochy je téměř nepřekročitelné a další přívod tepla jde již pouze na vrub snižování tepelné účinnosti.

Tabulka 3. Přehled tepelných účinností v průběhu várky u různých varen

Pivovar	Varna	Typ varny	Palivo	Objem sladin pohromadě [hl]	Způsob otopu	Tepelné účinnosti [%]				
						ohřev vody na zapárku	I. rmut	II. rmut	chmelovar	celá várka
601		S	SP	450	RB	35,8	46,8	53,5	55,1	51,8
212		RM	SP	195	RB	32,8	30,8	44,6	44,3	40,6
902		R+M	ZP	332	RB	33,4	35,1	36,3	26,5	30,0
603		RM	ZP	186	JH	57,4	53,6	57,8	60,3	58,2
703		R+M	ZP	155	JH	27,9	50,8	70,3	45,7	47,7
308		RM	SP	177	JH	—	26,8	24,9	49,8	40,5
401	1	RM	SP	220	JH	62,8	47,2	50,0	39,7	44,3
401	2	RM	SP	220	JH	26,1	56,8	54,0	29,9	38,5
104		RM	SP	69	JH	53,7	63,7	53,4	54,8	55,5
310		RM	U	96	PR	15,9	17,5	18,7	22,6	19,8
308		RM	U	177	PR	41,8	22,6	25,9	25,0	29,5
806		RM	U	143	PR	20,8	23,6	18,1	14,6	18,7
403		R+M	U	240	PR	15,8	40,1	46,7	25,7	30,7
607		RM	U	127	PR	27,4	34,7	32,4	37,9	34,3
604		RM	P	155	D	80,8	68,9	39,3	55,2	55,7
202		R+M	P	216	D	44,7	91,0	85,8	74,4	72,6
306		R+M	P	294	H/D	87,5	75,4	78,3	71,7	75,0
201	3	R+M	P	280	D	—	74,7	69,5	59,8	61,4
201	2	R+M	P	306	H	86,8	84,3	78,2	87,2	85,2
101	1	R+M	P/SP	390	D/JH	82,3	89,8	86,8	51,3	60,9
401	0	RM	U	208	MR	51,8	37,6	57,0	33,1	39,8
Ø						46,6	51,0	51,6	45,9	47,2

Typ varny: S — spádová, RM — rmutomladinová pánev, R+M — rmutová a mladinová pánev

Palivo: SP — svitplyn, ZP — zemní plyn, U — uhlí, P — pára

Způsob otopu: RB — radiální bloky, JH — automatické jednochvostové hořáky, PR — pevný rošt, MR — mechanický rošt, D — duplikátor, H — topný had

Tabulka 4. Přehled specifických spotřeb tepla v průběhu várky různých varen

Pivovar	Varna	Typ varny	Objem sladin pohromadě [hl]	Palivo	Způsob otopu	Specifické spotřeby tepla na 1 litr				
						rmuty		chmelovar		celá várka pohromadě
						[kJ]	[kcal]	[kJ]	[kcal]	
601		S	450	SP	RB	694	166	577	138	990
212		RM	195	SP	RB	773	185	703	168	1 237
902		R+M	332	ZP	RB	1 282	307	986	236	1 680
603		RM	186	ZP	JH	531	127	481	115	903
703		R+M	155	ZP	JH	664	159	622	149	1 123
308		RM	177	SP	JH	906	217	723	173	1 315
401	1	RM	220	SP	JH	567	136	1 208	289	2 020
401	2	RM	220	SP	JH	531	127	1 190	285	1 935
104		RM	69	SP	JH	531	127	648	155	1 680
310		RM	96	U	PR	1 680	402	1 362	326	2 900
308		RM	177	U	PR	2 360	565	844	202	1 510
806		RM	143	U	PR	2 090	500	916	219	2 360
403		R+M	240	U	PR	810	194	627	150	1 057
607		RM	127	U	PR	1 040	249	794	190	1 828
604		RM	155	P	D	693	166	551	132	990
202		R+M	216	P	D	376	90	452	108	833
306		R+M	294	P	H/D	359	86	418	100	686
201	3	R+M	280	P	D	376	90	485	116	735
201	2	R+M	306	P	H	271	65	297	71	564
101	1	R+M	390	P/SP	D/JH	301	72	610	146	870
401	0	RM	208	U	MR	622	149	773	185	1 483
Ø							199		174	326

Vysvětlivky

Typ varny: S — spádová, RM — rmutomladinová pánev, R+M — rmutová a mladinová pánev

Palivo: SP — svitplyn, ZP — zemní plyn, U — uhlí, P — pára

Způsob otopu: RB — radiální bloky, JH — automatické jednochvostové hořáky, PR — pevný rošt, MR — mechanický rošt, D — duplikátor, H — topný had

Pro hloubkovou analýzu však není možno posuzovat údaje jednotlivých tabulek odděleně, nýbrž právě naopak je nutno hledat vazby mezi nimi. Například u pivovaru označeného 902 je varna vybavena rmutovou a mladinovou pánví s plynovým otopem, používajícím radiálních bloků. Specifická spotřeba tepla za celou várku je podle tabulky 4 1680 kJ/l [402 kcal/l]. Tepelné účinnosti jsou podle tabulky 3 nejnižší ze všech ostatních

plynových pánví — účinnost celé várky je 30 % a účinnost chmelovaru dokonce jen 26,5 %. Přitom se jedná o velkou pánev, která má spotřebu tepla na várku podle tabulky 2 55 700 MJ (13 361 Mcal), z čehož podle téže tabulky chmelovar spotřebuje 58,7 %. Vzhledem k tomu, že specifické zatížení teplosměnné plochy neleží na horní hranici porovnávané skupiny, je možno usuzovat na nevhodnou konstrukci otopu a mělo by se uvažovat o lepším koncepčním řešení. Údajů z tabulek 3, resp. 4 je možno s dostatečnou přesností použít k výpočtům spotřeb tepla při navrhování nových varen anebo nové technologie v dosavadních varnách.

Druhotné energetické zdroje

Současná i perspektivní energetická situace nutí hledat a odkrývat veškeré rezervy a zejména zdroje energie ve vlastním provozu. Čelné místo mezi nimi zaujímají druhotné energetické zdroje. Mezi ně lze počítat:

1. odpadní teplo ve spalínách za přímo topenými varními pánvemi,
2. teplo v brýdových parách,
3. teplo v kondenzátu u pánví s parním otopem,
4. teplo v chlazené mladině.

Tabulka 5. Přehled maximálně dosahovaných tepelných zatížení teplosměnných ploch varních pánví podle provozních měření v různých pivovarech

Pivovar	Varna	Typ varny	Palivo	Způsob otopu	Tepelné zatížení teplosměnné plochy						
					rmuty			chmelovar			
					rmut	obsah [hl]	[kJ/m² · h]	[kJ/m² · h]	obsah [hl]	[kJ/m² · h]	[kJ/m² · h]
601		S	SP	RB	II	130	154 000	37 800	450	129 400	30 900
212		RM	SP	RB	II	68	271 800	64 800	195	312 500	74 800
902		R + M	ZP	RB	II	70	146 000	34 900	232	112 500	26 900
603		RM	ZP	JH	I	46	82 300	19 700	186	111 000	26 500
703		R + M	ZP	JH	II	40	236 000	56 400	155	77 700	18 600
308		RM	SP	JH	II	45	180 000	43 100	177	138 200	33 000
401	1 2	RM	SP	JH	II	116	207 000	49 500	220	160 000	38 200
401		RM	SP	JH	I	77	293 000	70 000	220	150 000	35 800
104		RM	SP	JH	I	27	214 500	51 300	69	94 900	22 700
310		RM	U	PR	II	38	313 000	74 900	96	169 500	40 500
308		RM	U	PR	II	41	314 000	75 000	160	79 000	18 900
806		RM	U	PR	I	39	171 600	41 000	103	64 300	15 400
403		R + M	U	PR	II	58	139 300	33 300	240	31 800	7 600
607		RM	U	PR	I	42	166 200	39 700	127	107 800	25 800
604		RM	P	D	I	44	241 000	57 600	155	265 000	63 600
202		R + M	P	D	II	76	296 000	70 700	216	107 200	25 700
306		R + M	P	H/D	II	76	326 000	77 800	294	343 000	82 000
201	3	R + M	P	D	II	82	314 500	74 800	280	111 200	27 600
201		R + M	P	H	II	104	536 500	128 500	306	235 500	56 300
101	1 0	R + M	P/SP	D/JH	I	92	324 000	77 500	390	90 200	21 600
401		RM	U	MR	II	96	169 600	40 500	208	112 300	27 700
1102		R + M	P	D	II	68	249 000	59 500	305	197 000	47 100

Vysvětlivky

Typ varny: S — spádová, RM — rmutomladinová pánev, R+M — rmutová a mladinová pánev
Palivo: SP — svítiplyn, ZP — zemní plyn, U — uhlí, P — pára
Způsob otopu: RB — radiální bloky, JH — automatické jednochvostové hořáky, PR — pevný rošt, MR — mechanický rošt, D — duplikátor, H — topný had

Odpadní teplo ve spalínách odcházejících z přímo topených varních pánví má v tepelné bilanci varny významnou úlohu. Například při kontrolní varce ve varně č. 2 v pivovaru 401 (tabulka 3) byla naměřena celková spotřeba tepla na várku 42 700 MJ (10 202 Mcal), přičemž teoretická spotřeba tepla na várku je 16 400 MJ (3 931 Mcal). Tepelná účinnost várky bez uvažování rekuperace je 38,5 %. Za dobu jedné várky se však v protiproudém ohříváku odpadním teplem ohřálo 430 hl vody z 6 na 80 °C, což reprezentuje teoretickou potřebu tepla

13 320 MJ (3 180 Mcal). Uvažuje-li se toto teplo, vychází tepelná účinnost várky včetně rekuperace tepla pro ohřev varní vody hodnotou 69,8 %. Tento příklad dokazuje velký význam využívání odpadního tepla. Ne vždy je však úspora tak vysoká jako v uvedeném příkladu, kdy byl použit protiproudý ohřívák vody, zřejmě po tepelně technické stránce dobře vyřešený. U starších uhelných pánví jsou vždy spaliny od pánve vedeny pod dno vodního rezervoáru, v němž odevzdávají část svého tepla vodě. Účinnost tohoto způsobu rekuperace je pochopitelně podstatně nižší než účinnost protiproudého ohříváku. Na druhé straně se však nesmí zapomínat, že protiproudý ohřívák má značnou tahovou ztrátu, takže je nutno do odtahu zabudovat exhaustor, který opět spotřebuje elektrickou energii (v uvedeném příkladu je výkon exhaustoru 4 kW). V zásadě je však možno říci, že rekuperace tepla se u přímých pánví vyplácí vždy a měla by se proto vždy využívat. Zařízení na rekuperaci tepla však musí být dobře vyřešena jak tepelně technicky, tak konstrukčně. Teplo unášené brýdovými parami se u většiny starších pánví téměř vždy využívalo. Dnes se však s tímto způsobem rekuperace tepla setkáváme stále méně. Důvod je zřejmě v tom, že po první poruše se obvykle zařízení odstaví, neopraví se ani při generální opravě a provoz si mezitím zvykne na provoz bez rekuperace a po čase se zařízení demontuje, aby odpadly starosti. Princip spočívá v zabudování kondenzátoru do párníku, v němž se zachycuje teplo unášené v brýdových parách, které odcházejí párníkem při odpařování ve fázi chmelovaru. Podle německé praxe se počítá s tím, že kondenzaci par z pánví je možno získat 33 400 kJ (8 000 kcal) na 1 hl vystaveného piva. Brýdové kondenzátory se stavějí jako povrchové, a to buď deskové, nebo trubkové. Deskové mají nižší tahovou ztrátu, takže je možno je zavěsit do párníku. Využití tepla v nich však bývá nižší. Chceme-li získat více tepla, používají se trubkové kondenzátory, které se stavějí vedle párníku a odtah brýd potom musí zabezpečovat exhaustor. Toto řešení je sice nákladnější, lépe se však přizpůsobuje provozu a exhaustor je v provozu jen v těch etapách várky, kdy nastává intenzivní odpařování, kdežto v ostatních etapách, kdy je odpar malý, jdou páry přímo párníkem při odstaveném exhaustoru. Méně často se používají i přímé kondenzátory, v nichž se pára sráží vstříkovanou chladnou vodou. Vždy je však třeba si uvědomit, že kondenzátor může pracovat prakticky jen v době vlastního chmelovaru, tj. při intenzivním odpařování, které trvá asi jen dvě hodiny. Vyplatí se tedy zejména u čtyřnádobových varen, kde se vaří větší počet várek za den a časové využití kondenzátoru je potom vyšší.

Tepla kondenzátu odcházejícího z varních pánví by se mohlo v některých případech využívat k ohřevu vody. Za normálních poměrů by měla být teplota kondenzátu za kondenzačním hrncem málo pod 100 °C. Ve skutečnosti však obsahuje kondenzát často ještě značné množství páry, někdy téměř 30 %. To se objevuje u starších pánví, které jsou přetěžovány. Tam, kde je cesta kondenzátu od kondenzačního hrnce zpět do kotelný velmi krátká, nevznikají téměř žádné velké tepelné ztráty, jelikož se kotel napájí napájecí vodou vysoké teploty. Jiná situace však nastane tam, kde se kondenzát svádí do kotelný dlouhým zpětným potrubím, v němž se citelně ochladí. V takovém případě se vyplatí tepla kondenzátu využít přímo ve varně. Samozřejmě však nelze vypracovat obecně platnou šablonu, nýbrž je nutno každý případ posuzovat individuálně.

Využívání tepla v chlazené mladině nepatří již přímo do energetiky varny. Je však vhodné se zde o něm zmínit zejména proto, že se začínají ve větším rozsahu zavádět vířivé kádě. Teplota mladiny při výtoku z vířivé kádě se pohybuje okolo 90 °C, takže se za ní zařazu-

je výměník tepla. Tímto způsobem je možno ohřát prakticky veškerou potřebnou vodu pro varnu, takže odpadá parní ohřívák vody, který se stále ještě používá v řadě pivovarů s parním otopem varních pánví. Jak vyplývá z *tabulky 1*, bylo při tepelné bilanci pivovaru 201 zjištěno, že ohřev vody představuje 11,2 % z celkové spotřeby páry pivovaru a toto teplo by bylo možno ušetřit výstavbou vířivé kádě.

Kombinované otopy varen

Současná i výhledová tepelná energetika pivovarů stále více závisí na snaze zlepšovat životní prostředí i na možnosti zajistit spotřebu tepla vhodnými palivy. První problém je akutní v pivovarech, které jsou ve městech nebo rekreačních oblastech, což se týká většiny pivovarů. Černý kouř, stoupající z komínů kotelen nebo varen, v nichž se spaluje uhlí, je pro tyto pivovary charakteristický a je terčem stále ostřejších kritik hygieniků, urbanistů a dalších složek, odpovědných za životní prostředí. Po technické stránce je zde poměrně jednoduchá odpomoc v převedení takového pivovaru z otopu uhelného na otop ušlechtilým palivem. Tím se podařilo vyřešit ekologický problém všech pivovarů v SSR, které leží většinou v blízkosti dálkovodů zemního plynu. V ČR je situace složitější jednak co do počtu pivovarů (v ČR je 91 pivovarů proti 16 v SSR), avšak zejména proto, že většina z nich leží v místech, kde dálkovody zemního plynu zatím nejsou, anebo jsou v blízkosti dálkovodů na svítiplyn, kde jsou podstatně napjatější bilance a často i horší přenosové možnosti. Přesto je však už dnes buď úplně, nebo částečně plynofikováno v ČR 13 pivovarů a připravuje se plynofikace dalších 11 pivovarů. Navíc jsou v několika pivovarech otopny kotelní mazutem a některé pivovary používají cizí páry z městských tepláren nebo z kotlen sousedních průmyslových závodů. Ideálním řešením z ekologického hlediska by tedy bylo plynofikovat nebo olejofikovat všechny zbývající pivovary (tj. pivovary, které dosud používají k otopu uhlí a není možno je napojit na nákupovanou páru z teplárny). Zde se však naráží na druhý problém a tím jsou zdroje paliv a jejich možnosti, a to jak okamžité, tak zejména perspektivní. Topných olejů bude trvalý nedostatek, takže s jejich zaváděním v masovém měřítku nelze počítat. Situace v zásobování národního hospodářství plynem selepší výrazněji až po dobudování dálkovodu Orenburg na zemní plyn ze SSSR. Po dostavění tohoto gigantického plynovodu bude sice podle dnešních měřítek plynu dostatek, zejména v jarních, letních a podzimních měsících, disproporce mezi možnostmi a požadavky však budou i nadále vznikat v zimních měsících, kdy stoupá výrazně odběr plynu pro potřeby obyvatelstva, a to zejména při silných déle trvajících mrazích. V řadě případů bude tedy vhodné anebo nutné používat dvoupalivových systémů. V zásadě jsou možné tři kombinace:

1. dálkový plyn — topný olej,
2. dálkový plyn — kapalný plyn propan-butan,
3. dálkový plyn — uhlí.

První způsob je nejjednodušší a v zahraničí nejpoužívanější. Záleží v tom, že spotřebiče (buď kotle, nebo pánve) jsou vybaveny kombinovanými olejoplynovými hořáky, které v jarních, letních a podzimních měsících spalují plyn a v zimním období topný olej. Tento způsob však dnes a zřejmě i v budoucnu bude narážet na nedostatek topných olejů, které budou jistě obhospodarovány. Vyžaduje se však vždy vybudování olejového hospodářství s poměrně velkou skladovací kapacitou.

Druhý způsob předpokládá v jarních, letních a podzimních měsících spalování dálkového plynu (zemního nebo svítiplynu) a v zimním období kapalného plynu

propan-butanu. Propan-butan se skládá pod tlakem v nadzemních zásobnících, které mají předepsány určité bezpečnostní vzdálenosti od provozních a obytných budov. Propan-butan se dováží z výrobních závodů petrochemie železničními cisternami nebo autocisternami. Toto řešení tedy bude narážet na možnosti umístění zásobníkových nádrží a na dopravu. Navíc je propan-butan palivo poměrně drahé, takže se v pivovarském průmyslu bude zřejmě používat jen výjimečně.

Nejzajímavější je *třetí způsob* — kombinace otopu plynového s uhelným. Jako v obou předchozích případech je možno použít plynouhelného otopu nepřímým i přímo. U nepřímého otopu, tj. v pivovarech, které mají varní pánve na parní otop, jsou v tomto případě v kotelně dva kotle: plynový a uhelný. Plynový kotel je v provozu v jarních, letních a podzimních měsících, tedy po převážnou část roku a uhelný kotel je provozován pouze v zimním období, kdy jsou v souvislosti s nedostatkem plynu vyhlášována regulační odběrová opatření. Pivovar, vybavený takovou kotelnou, má zaručen celoroční provoz bez jakýchkoliv omezení. Navíc je zde možnost v letním období revidovat a opravovat uhelný kotel a v zimě kotel plynový bez nutného přerušení provozu. Takový pivovar bude plnit asi po 3/4 roku při plynovém provozu všechny ekologické požadavky při současném zvýšení kultury práce, jelikož obsluha plynového kotle je pohodlná a přesná. Samozřejmým požadavkem by však mělo být, aby se podobným zásadám co nejvíce přiblížil i provoz v zimním období. To by bylo obtížné, pokud by byl ponechán v provozu starý uhelný kotel s ručním přikládáním, u něhož není možno zajistit provoz bez exhalací. Navíc by zde měly závažný vliv psychologicko-sociální otázky, jelikož obsluha, která si zvykne na čistou a pohodlnou obsluhu plynového kotle v létě, nebude chtít v zimě házet do kotle uhlí lopatou. To může být řešením pouze přechodným, např. při etapovém řešení rekonstrukce kotelní. Pro normální provoz je však nutno postavit vedle moderního plynového kotle i moderní kotel uhelný s mechanickým zauhlováním, který odstraní těžkou práci a zároveň sníží proti starým uhelným kotlům i spotřebu paliva. Oba kotle mohou mít společné vodní hospodářství a pro uhelný kotel se může stavět menší skládka uhlí než při celoročním uhelném provozu.

Dále je uveden příklad řešení návrhu plynouhelné kotelní pro pivovar 508. Tento pivovar má čtyřnádobovou varnu s parním topením, která je ve velmi dobrém stavu. Veškerá pára se však vyrábí v zastaralém kotli, který dosahuje tepelné účinnosti pouze 54 %. Nejdříve byla provedena kontrolní várka, při níž byly zjištěny skutečné spotřeby páry ve varně. Dále byly změřeny a vypočteny spotřeby páry ostatních spotřebičů. Na základě všech zjištěných údajů byla sestavena bilance spotřeb páry pivovaru, která je uvedena v *tabulce 6*.

Tabulka 6. Přehled spotřeb páry pivovaru podle spotřebičů

Provoz - spotřebič	Hodinové spotřeby		Denní spotřeby			
	max. [kg/h]	min. [kg/h]	zimní provoz		letní provoz	
			[kg/24h]	[%]	[kg/24h]	[%]
1. Varna			14 772	40,2	14 772	44,7
— rmutová pánev	1 162	870				
— mlaďinová pánev	1 116	902				
— vystřávací pánev	438	20				
2. Ohřev vody	651	651	12 870	35,0	12 870	38,9
3. Lahvovna	400	400	3 200	8,6	4 800	14,5
4. Sudovna	135	135	625	1,6	625	1,9
5. Vytápění	219	219	5 250	14,6	0	0
Pivovar celkem	4 121	3 197	36 717	100,0	33 067	100,0

Z přehledu vyplývá hodinová spotřeba páry max. 4121 kg/h a min. 3197 kg/h. V praxi však bude nutno počítat s průměrnými hodinovými spotřebami, k nimž bude třeba přičíst ztráty v parních rozvodech.

1. Varna — rmutová pánev	1000 kg/h
— mladinnová pánev	950 kg/h
— vystírací pánev	250 kg/h
2. Ohřev vody	651 kg/h
3. Lahvovna	400 kg/h
4. Sudovna	135 kg/h
Technologie celkem	3386 kg/h
5. Vytápění	219 kg/h
Celkem	3605 kg/h
6. Ztráty — asi 6 %	216 kg/h
Potřebný výkon kotelný	3921 kg/h

a) Plynový otop

1 automatický balený kotel BK 4 — výrobce ČKD Dukla, závod Tatra Kolín
Jmenovitý parní výkon 4,0 t/h
Jmenovitý tlak syté páry 1,33 MPa (13,5 kp/cm²)
Účinnost 87,5 %

b) Uhlenný otop

1 samostatný klecový kotel s pohazovačem a protisměrným roštem R 4 — výrobce ČKD Dukla — závod Tatra Kolín
Jmenovitý parní výkon 4,0 t/h
Jmenovitý tlak páry 1,33 MPa (13,5 kp/cm²)
Účinnost 80,0 %
Palivo — mostecký hnědouhlenný hruboprach

Druhá možnost řešení dvojpalivového systému plyn—uhlí je při přímém otopu varny. V tom případě je možno řešit pánev jako plynouhelnou a pro ostatní spotřeby se vyřeší plynouhelná kotelná podle předchozího odstavce. Jelikož spotřeba varny představuje zhruba polovinu spotřeb tepla celého pivovaru, bude možno v tomto případě v kotelně použít menších plynových i uhlenných kotlů.

Na obrázku 12 je schematicky nakreslen prototyp plynouhelné rmutomladinnové pánve, která má být realizována v nejbližší době v ČSSR v pivovaru 806.

Toto řešení vychází z rekonstrukce dosavadní uhlenné pánve s pevným roštem (pivovar 806 v tab. 2 až 5), přičemž bylo nutno respektovat místní poměry. Pánev bude po vybourání dosavadního uhlenného topeniště znovu podezděna a vybavena předpecím, které tvoří plynové topeniště, v němž budou vestavěny dva automatické monoblokové plynové hořáky (podobně jako u plynofikované pánve podle obr. 2). Souběžně s plynovým topeništěm bude situováno uhlenné topeniště, tvořené kanálem, v němž bude vestavěn pásový rošt. Spaliny z uhlenného topeniště budou proudit do plynového topeniště spojovacím kanálem. Zauhlování bude mechanizováno pásovým dopravníkem do uhlenné násypky na začátku roštu. Škvára bude padat do vozíku podstaveného pod koncem roštu. Uhlenné topení bude mechanizováno a dnešní těžká práce s ručním přikládáním na rošt se tak odstraní. Spalování uhlí na pásovém roštu s nuceným přiváděním spalovacího vzduchu do regulovatelných spalovacích zón je dokonalejší a tepelná účinnost stoupne proti dnešnímu nedokonalému ručnímu přikládání a exhalace se rovněž podstatně sníží.

Ke kombinovaným otopům je možno zařadit i používání perkolátorů u přímých plynových nebo olejových pánví. Tento způsob se ojediněle používá v západní Evropě u velkých pánví s přímým otopem (600 až 800 hl), kde hlavní část tepla je pánví dodávána spalovací perkolátorem a zbývající množství párou, čímž se zároveň zintenzivňuje var.

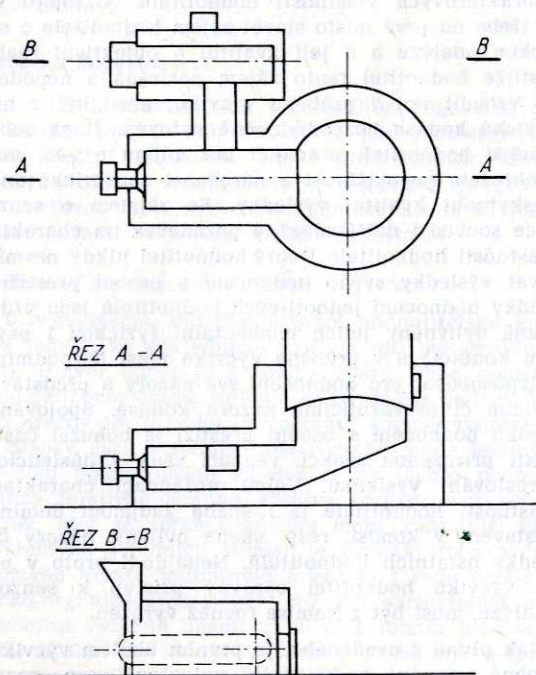
Závěrem této kapitoly se zmíníme o kombinaci parního a elektrického otopu. O elektrickém otopu varních pánví bylo již mnohokrát uvažováno. Prozatím se však neujal ani v zemích s velmi levnou elektrickou energií. Jednou z možností použití elektrické energie pro varní účely by mohlo být využívání nočního proudu, jehož jsou přebytky. Toto řešení by mohlo přicházet v úvahu pouze v pivovarech s nepřetržitým provozem. Varní pánev by musely být vybaveny perkolátory s dvěma samostatnými topnými systémy stejného výkonu. Jednalo by se o parní topný systém a dále o elektrický topný systém, tvořený ponornými topnými články. Tento způsob otopu by mohl být zajímavý u pivovarů s mazutovou kotelnou, která by mohla být na noc odstavena a nahrazena přímým elektrickým otopem na noční proud, čímž by se uspořil deficitní topný olej.

Popel, O. - Baxa, S.: Pivovarské varny z hlediska energeticko-technologického. Kvas. prům. 22, 1976, č. 9, s. 193 až 198.

Účelem tohoto pojednání bylo blíže určit technologické požadavky na varní otop a uvést přehled klasických i soudobých konstrukcí varních nádob opatřených otopem. Kontrolní tepelná měření s rozborom příčin diferencí v účinnosti topení jsou podkladem pro pivovary k dosažení úspor v tepelné energii.

Попел, О. — Бакса, С.: Технология, применяемая в варочных цехах и расход тепловой энергии. Квас. прум., 22, 1976, № 9, стр. 193—198.

В статье рассматриваются требования, предъявляемые по технологическим соображениям к системе отопления варочных агрегатов в варочных цехах пивоваренных заводов. Сравниваются варочные агрегаты разных классических конструкций с современными. Контрольные измерения обнаружили значительные, разности в расходе тепловой энергии в варочных цехах разных пивоваренных заводов. Авторы анализируют причины неудовлетворительных энергетических показателей и намечают меры, устраняющие недостатки.



Obr. 12. Plynouhelná rmutomladinnová pánev

Popel, O. - Baxa, S.: Brewhouses — Technology and Energy Consumption. Kvas. prům. 22, 1976, No. 9, pp 193—198.

The article deals with the requirements put to systems heating kieves in brewhouses. Various designs of kieves and their heating systems are described in detail. Measurements of energy consumption in a number of breweries show substantial differences in heating efficiency. The author analyses the causes of excessive energy consumption and suggests ways to more economical operation.

Popel, O. - Baxa, S.: Das Brauerei-Sudhaus aus energetisch-technologischer Hinsicht. Kvas. prům. 22, 1976, No. 9, S. 193—198.

In dem Artikel werden die technologischen Anforderungen an die Sudhausbeheizung näher bestimmt und eine Übersicht der klassischen sowie auch zeitgenössischen Konstruktionen beheizter Sudhausgefäße gegeben. Kontroll-Wärmemessungen mit einer Analyse der Ursachen der Differenzen im Heizeffekt können in Brauereien als Grundlagen zur Erzielung wärmeenergetischer Einsparungen ausgenützt werden.