

MOŽNOSTI ENERGETICKÝCH AUDITŮ V ČESKÉ REPUBLICE

Ing. MILOŠ HRABÁK, VÚPS PVS Braník, Praha

Klíčová slova: audit, elektrická energie, teplo, teplotní sonda, program PHARE, program THERMIE

1. ÚVOD

Se stále se zvyšující cenou energií stoupá i snaha o dosažení úspor v této oblasti, a s tím související zájem o sledování spotřeb jednotlivých energií. Dalším aspektem snižování energetické náročnosti je i otázka ekologická, která stále více vystupuje do popředí.

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Českým svazem pivovarů a sladoven a nadací PHARE reagoval na tento rostoucí zájem formou nákupu přístrojového vybavení pro měření energetických médií a shromážděním informací o řešení této problematiky v zahraničí.

2. VZNIK PROJEKTU „ENERGETICKÉ AUDITY“

Na přelomu roku 1994 a 1995 byly na podnět a z prostředků nadace PHARE zahraniční renomovanou firmou WS Atkins ve spolupráci s pracovníky VÚPS provedeny energetické audity ve třech pivovarech v České republice. Pivovary byly vybrány tak, aby byla pokryta co nejširší škála z hlediska velikosti i technologie (malý, střední a velký pivovar, moderní i klasická techno-

logie). Výsledky tohoto auditu jsou spolu s výsledky v dalších zemích uvedeny v tabulce 1 [1,2].

Hodnoty uvedené u České republiky je ale nutno brát pouze jako orientační, neboť audit byl proveden jen v malém vzorku pivovarů, zatímco hodnoty ze západoevropských zemí zahrnují podstatně větší škálu výrobců piva.

I přesto je možno konstatovat, že spotřeba tepelné energie je přibližně dvojnásobná. Je to způsobeno například používáním energeticky náročnější technologie, typem použitého zařízení, a to jak z hlediska efektivnosti využití energie, tak i jeho technickým sta-

vem. Dalším důležitým faktorem bylo také to, že v době provádění auditu (prosinec až únor) nebylo stoprocentní využití kapacit, což nepříznivě ovlivňuje spotřebu energie na jednotku výroby (hektolitr vystaveného piva). Posledním, ale velmi důležitým vlivem byly vysoké energetické ztráty zjištěné v jednotlivých pivovarech.

Ikdyž spotřeba elektrické energie dosahuje stejných hodnot jako u ostatních sledovaných zemí, jsou i zde značné rezervy, neboť úroveň mechanizace a automatizace je ve většině českých pivovarů na nižší úrovni než u srovnatelných západoevropských pivovarů.

Velmi zajímavým aspektem tohoto auditu bylo, že tzv. „drobnými úpravami“ stávajícího stavu lze dosáhnout energetických úspor ve výši 15–20 % z celkové spotřeby energie [1].

Na základě výsledků tohoto auditu byl vytvořen projekt „Sledování účinnosti využití energií v pivovarství“. Zmiňovaný projekt byl realizován z prostředků PHARE, ale patří do podskupiny projektů, které úzce souvisejí s energetickým programem THERMIE.

Program THERMIE byl vytvořen Evropskou unií jako nástroj pro změnu přístupu

Tab. 1 Spotřeba tepelné a elektrické energie v pivovarech (1994)

Země	Tepelná energie [MJ/hl]	Elektrická energie [kWh/hl]
Německo	164	12,2
Velká Británie	152	9,4
Nizozemí	122	10,8
Dánsko	142	12,1
Česká republika	280	10

k používání energie. V zemích Západní Evropy je realizován již 20 let. Od roku 1992 byl rozšířen ještě o země střední a východní Evropy. Jeho hlavním cílem je podporovat racionální využívání energií. Vlastní projekt je realizován tak, že v jednotlivých zemích byla vybudována „energetická střediska“, která mají za úkol prosazovat nové, energeticky méně náročné technologie, větší využívání obnovitelných energetických zdrojů, zpřístupnit odbornou expertizu v oblasti energií a další.

Pro zajištění projektu „Sledování účnosti využití energií v pivovarství“ byly nakoupeny některé přístroje pro měření energetických médií a též proběhly přednášky o provádění energetických auditů v zahraničí [3].

3. PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ

Jednou z oblastí energetických auditů je měření elektrické energie. K tomuto účelu byl pořízen monitor distribuční sítě MDS 3 firmy Energy Utility Consulting. Je možno měřit el. proud, napětí, účiník, činný, jalový kapacitanční a jalový induktivní výkon, a další veličiny vypovídající o spotřebě elektrické energie v závislosti na čase. Z těchto hodnot je pak softwarově přímo počítána spotřebovaná energie. S tímto přístrojem je možno provádět až několikatýdení sledování spotřeby el. energie a její vyhodnocení na jednotku výroby (hektolitr piva, tunu sladu). Je možno též sledovat okamžité spotřeby od jednotlivých strojů přes dílčí technologické celky až k celému pivovaru.

Pro měření veličin souvisejících s bilancí tepelné energie je nejdůležitějším přístrojem MPM 4 100 firmy Solomat a Neotronics Company. Tento přístroj slouží pro měření teplot, vlhkostí, průtoku plynů a koncentrací některých látek jako je oxid uhelnatý, oxid uhličitý, kyslík a další. Je schopen zaznamenat více než 50 000 naměřených hodnot. Spolu s multiplikátorem je možno zapojit až 32 sond. Měření je možno provádět v intervalu od 0,4 s do 24 hodin. V současné době má Pokusné a vývojové středisko Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského (PVS VÚPS) k dispozici dvě přesné platinové teplotní sondy s teplotním rozmezím od -190°C do 600°C pro měření teplot plynů, kapalin i povrchů pevných látek, dvě kombinované teplotní a vlhkostní sondy s teplotním rozmezím 0°C až 100°C a vlhkostí od 5 % do 100 % relativní vlhkosti plynů. Dále je k dispozici jedna anemometrická sonda pro měření průtoku plynu s průtokem od $0,75 \text{ m.s}^{-1}$ do 40 m.s^{-1} . Hodnotu měření je možno odečíst okamžitě na displeji monitoru, nebo po přehrání dat do počítače dále zpracovat ve formě grafů závislosti jednotlivých měřených veličin.

Tento přístroj je dále doplněn sadou dvou dálkových teploměrů od firmy Comometer, každý se dvěma sondami pro měření teploty v rozmezí od -50°C do 250°C . Je možno měřit teploty plynů nebo povrchů pevných látek. Pro měření teploty kapalin je přístroj dále vybaven dvěma páry ponor-

ných sond o délce 120 resp. 420 mm. Teplotní rozmezí je stejně jako u sond předchozích. Kapacita paměti přístroje je 4000 datových jednotek. Interval měření je od 10 s do 1 h. Naměřené hodnoty je možno odebírat přímo nebo přenést do počítače a jím dále zpracovávat.

Dále je vybaveno kombinovaným dálkovým vlhkocoměrem a teploměrem od stejné firmy. Zde se jedná se o kombinovanou teplotně vlhkostní sondu s rozsahem teploty 0°C až 80°C a relativní vlhkosti 5 % až 95 %. Velikost paměti přístroje a zpracování dat jsou totožné s předchozím přístrojem.

Pro kontrolu a optimalizaci funkcí kotlů byl zakoupen analyzátor kouřových plynů Testo 346-2 od firmy Globel. Přístroj je možno použít přímo pro kotelny, které spalují topný olej, zemní plyn, propan-butan, svítiplyn a koksárenský plyn. U ostatních paliv je nutno účinnost kotle přepočítat numericky ze zjištěných výsledků. Přístroj deteguje teplotu spalin, teplotu okolí, obsah oxidu uhličitého, obsah oxidu uhelnatého, obsah kyslíku (vše v %) a z těchto parametrů vyhodnocuje účinnost kotle. Přístroj je možno dále využít pro měření koncentrací výše uvedených plynů i pro jiné účely.

V současné době ještě není k dispozici, ale ze sedmi nabídek byl již jako nejvhodnější vybrán, přístroj FLUXUS ADM 65 15. Jedná se o ultrazvukový průtokoměr pro měření průtoku kapalin v potrubí bez nutnosti přerušení tohoto potrubí, který umožňuje zároveň s průtokem kapaliny měřit i tok tepla. Jeho nastavení je možno provádět buď přímo, nebo pomocí počítače. Sběr dat a jejich vyhodnocení provádí počítač. Je schopen měřit rychlosť proudění v rozsahu od 0,1 do 20 m/s a průměru potrubí od 25 mm do 1 metru.

Dále by mělo dojít k dovybavení dalšími sondami pro měření přístrojem SOLOMAT.

S výše jmenovanými přístroji je Pokusné a vývojové středisko schopno provádět komplexní energetické audity ve sladovnách i v pivovarech, popřípadě i v dalších závodech.

Tab. 2 Pracovní formulář pro měření elektrické energie

ŠROTOVÁNÍ				
množství sladu	kg			
objem vyrážené mladin	hl			
technologický postup šrotování				
technologická operace	1	2	3	4
	kW _{el}	min	kW _{el}	kWh _{el}
korečkový dopravník				
pásový dopravník				
magnet				
odlučovač kamenů				
pulírka a čistička sladu				
kondicionér				
šrotovník				
síta				
šrotování celkem				

1 – příkon ve vstupním vedení

2 – čas trvání operace

3 – skutečný změřený výkon

4 – skutečná spotřeba el. energie

4. CÍLE A REALIZACE ENERGETICKÝCH AUDITŮ

Tuto problematiku je nutno rozdělit na tři základní části.

- Zjištění spotřeb jednotlivých energeticky náročných operací.
- Porovnání naměřených hodnot s teoretickými spotřebami a průměrnými údaji z jiných pivovarů
- Vyhodnocení jednotlivých sledovaných středisek, identifikace míst s velkými ztrátami a realizace opatření vedoucích ke snížení energetických nároků.

Dělení podle středisek ve sladovnách i pivovarech odpovídá technologickému členění. Každé z těchto středisek může být dále ještě členěno podle konkrétních podmínek v místě provádění auditu.

Pro sledování spotřeby el. energie, tepla a studené i teplé vody jsou vytvořeny pracovní formuláře, jejichž vyhodnocením lze energetické spotřeby zjistit. Tyto formuláře byly vytvořeny Pokusným a vývojovým střediskem podle zahraničních vzorů [4] jak celkové, tak i podrobné pro jednotlivá střediska.

V tab. 2 je ukázka jednoho typu takového formuláře pro záznam spotřeby elektrické energie při šrotování. Každá taková tabulka je upravována podle konkrétních technických podmínek v pivovaru, a též se liší podle typu použité technologie.

Pro každou operaci je uveden v prvním sloupci instalovaný příkon vedení. To je nutné zaznamenávat proto, aby při případných navržených úpravách nedošlo k přetížení sítě. Ve druhém sloupci je uveden čas, po který operace trvala, ve třetím sloupci je pak měřený příkon konkrétního spotřebiče nebo spotřebičů, a ve čtvrtém sloupci je vypočítána hodnota skutečně spotřebovaných kilowathodin elektrické energie. Při našem přístrojovém vybavení je možno tento formulář zjednodušit, neboť přístroj MDS 3 dovoluje měřit přímo spotřebovanou energii, a je možno tedy vynechat sloupec 2 a 3, ale pro případné další úpravy režimu provozu zařízení je vhodné tato data při vstupním auditu zjistit.

V tab. 3 je ukázka celkového vyhodnocení energetických nároků varny. V prvním sloupci je uvedena změřená spotřeba tepelné energie, to znamená spotřebované tuny páry nebo spotřeba paliva přepočítaná na kilowathodiny na hl. Všechny hodnoty v této tabulce mohou být přepočítány buď na hl. vyrážené mladině, nebo hl. vyrobeného piva. Každá z těchto variant má své výhody i nevýhody. Při přepočítávání na hl. vyrážené mladině nejsou v těchto ukazatelích zahrnutы ztráty mezi vyrobenou mladinou a pivem, při přepočtu na hl. vystaveného piva jsou obdobně zpracovatelné časové

Tab. 3 Pracovní formulář pro celkovou spotřebu energií ve varně

objem vyrážené mladin	hl		
technologický postup			
technologická operace	tepelná energie kWh/hl vyrážené mladiny	elektrická energie	
	praktická spotřeba	teoretická spotřeba	kWh/hl
příjem sladu			
šrotování			
rmutování			
scezování			
chmelovar			
chlazení			
celkem			

posuny mezi vyrobennou mladinou a vystaveným pivem. Ve druhém sloupci je teoretická spotřeba tepelné energie. Z těchto dvou údajů je možno vypočítat účinnosti, které jsou rozděleny do několika kategorií a jejich reálné hodnoty jsou též tabulovány a je možno je porovnávat. Třetí sloupec pak představuje množství odebrané elektrické energie, kterou je možno zjistit měřením například podle dříve uvedené tabulky.

Příklad výpočtu teoretické spotřeby je uveden na obr. 1. Zde se jedná o výpočet teoretické spotřeby tepla při vystírání a rmutování. Pro názornost bylo počítáno s objemem várky 100 hl. Poměr vystírky je 1 : 4. Jedná se o technologii dekokního dvourmutového postupu s odpovídajícím objemem rmutů a s 1 % odparem při varu rmutů. Ztráty v pivovaru mezi vyrobennou mladinou a hotovým pivem jsou 10 %.

Fyzikálně chemické údaje, jako je například tepelná kapacita a hustota u vody, vystírky, sladiny atd., byly převzaty z německé literatury [4] a z chemických tabulek [5] a dá se předpokládat, že při srovnatelných podmínkách výroby piva v České republice budou tyto hodnoty obdobné.

V tab. 4 jsou uvedeny průměrné spotřeby tepla v pivovarech a sladovnách. Jednotlivé

závody jsou rozděleny podle velikosti od 2 000 hl ročně do pivovarů s ročním výstavem větším než milion hektolitrů. Sladovny jsou uvedeny podle ekvivalentu, který odpovídá výstavu pivovaru ve stejném řádku. Protože u nás proběhlo pouze jednorázové šetření v roce 1995 [6] a průměrná data ze všech pivovarů nejsou (alespoň prozatím) každoročně k dispozici, jsou hodnoty uvedené v tabulce převzaty z Německého sborníku [7].

Takovéto tabulky jsou pro všechny velikosti pivovarů a sladoven podrobně zpracovány. Jsou vytvořeny pro jednotlivá střediska, pro teplo, elektrickou energii, vodu.

Porovnáním skutečných naměřených hodnot s teoretickými spotřebami a průměrnými hodnotami z těchto tabulek je možno vyhodnotit efektivnost vynaložené energie.

Při snížení energetické náročnosti je pak počítána návratnost vložených prostředků. Snižení energetických nároků je možno provádět od jednoduchých opatření jako je izolace nádob, optimalizace chlazení mladin atd. Do finančně náročnějších opatření patří například výměna parního kotle, rekuperátory brýdových par, výměna čerpadel za modernější a účinnější, změna systému chladového hospodářství, větší automatizace jednotlivých výrobních celků a další. Na energetické nároky je nutno brát zřetel i při nákupu nových výrobních celků, jako jsou především varny.

5. UKÁZKY PRAKTIKÉHO MĚŘENÍ

5.1. Měření elektrické energie

Přístroj MDS 3 určený pro měření elektrického proudu má vlastní software, který v námi zakoupené verzi není kompatibilní s produkty Microsoft.

Tab. 4 Rozdělení spotřeby tepla podle kapacity pivovaru a sladovny

velikost* [hl/rok]	teplo – pivovar		teplo – sladovna	
	[MJ/hl]	[MJ/100 kg]	střed	optimum
2 000	285,0	216,0	380,0	300,0
4 000	239,0	198,0	365,0	285,0
10 000	227,0	150,0	350,0	270,0
20 000	225,0	130,0	335,0	260,0
50 000	198,0	125,0	320,0	245,0
100 000	182,0	117,0	300,0	215,0
250 000	173,0	113,0	285,0	192,0
1 000 000	155,0	109,0	265,0	185,0
<1 000 000	145,0	106,0	240,0	180,0

* velikost sladovny ekvivalentní k výstavu pivovaru

Elektrický proud je možno měřit ve třech fázích. V základním provedení je tedy možno získat pro každý naměřený soubor více než 50 základních grafů (el. proud, el. napětí, účiník, činný jalový kapacitanční, jalový induktivní příkon a výkon, denní diagramy, hodinové rozložení atd.), které je možno dále kombinovat. Na obr. 2 až 5 jsou prezentovány některé konkrétní výstupy, které byly naměřeny.

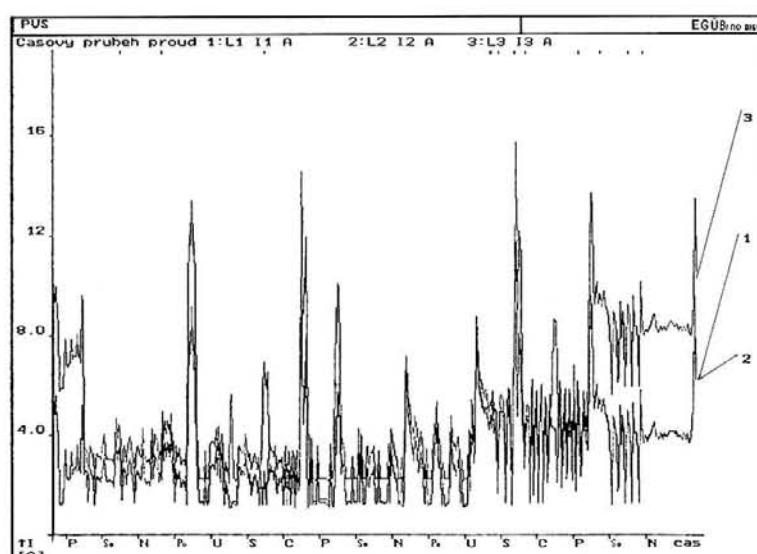
Na obr. 2 vidíme celkovou spotřebu elektrického proudu při poloprovozních zkouškách výroby piva v CKT. Obrázek zahrnuje celých sedmnáct dnů, po které technologie probíhala. Je zde zahrnuta spotřeba elektrického proudu při chlazení, pro kompresory na tlakový vzduch (ovládání klapek je pneumatické) a další elektrické stroje související s provozem CKT. Jednotlivé křivky charakterizují procházející proud v jednotlivých fázích.

Z grafu je možno vyhodnotit, že všechny přístroje s příkonem 220 V jsou zapojeny na fázi s označením tří. V tomto malém měřítku není nutno provádět nějakou optimalizaci změnou zapojení těchto strojů, ale při velkém zatížení je nutno rozložení spotřeby proudu na jednotlivé fáze sledovat.

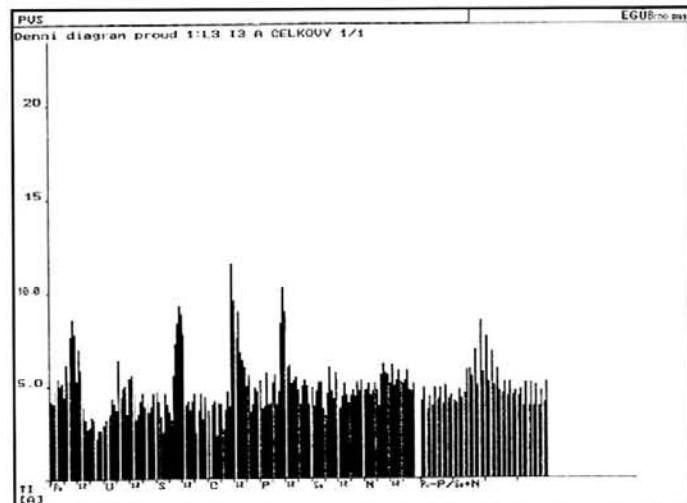
Na obr. 3 je diagram měření proudu v tý-

vystírání
$Q_{te} = V \cdot p \cdot c \cdot x \cdot (T_{voda} - T_{vystírky})$
$Q_{te} = 7,5 \times 1081 \times 4,185 \times (37 - 10)$
$Q_{te} = 844\,919 \text{ kJ}$
zapárování
$Q_{te} = V \cdot p \cdot c \cdot x \cdot (T_{zapařka} - T_{vystírky})$
$Q_{te} = 7,5 \times 1081 \times 3,668 \times (52 - 37)$
$Q_{te} = 446\,075 \text{ kJ}$
první rmut ohřev
$Q_{te} = V \cdot p \cdot c \cdot x \cdot (T_{var} - T_{zapařka})$
$Q_{te} = 2,5 \times 1085 \times 3,701 \times (100 - 52)$
$Q_{te} = 481\,872 \text{ kJ}$
druhý rmut ohřev
$Q_{te} = V \cdot p \cdot c \cdot x \cdot (T_{var} - T_{po 1. rmutu})$
$Q_{te} = 3,5 \times 1092 \times 3,718 \times (100 - 63)$
$Q_{te} = 525\,777 \text{ kJ}$
Celkové nároky na energii
$Q_{te} = \sum Q_{te}$
$Q_{te} = 844\,919 + 446\,075 + 481\,872 + 55\,475 + 525\,777 + 77\,665$
$Q_{te} = 2\,431\,783 \text{ kJ}$
$Q_{te} = 2\,431\,783/100$
$Q_{te} = 24\,318 \text{ kJ} \Rightarrow 6,75 \text{ kWh}/\text{hl mladin}$
$Q_{te} = 24\,318/0,9$
$Q_{te} = 27\,020 \text{ kWh}/\text{hl} \Rightarrow 7,51 \text{ kWh}/\text{hl vystaveného piva}$

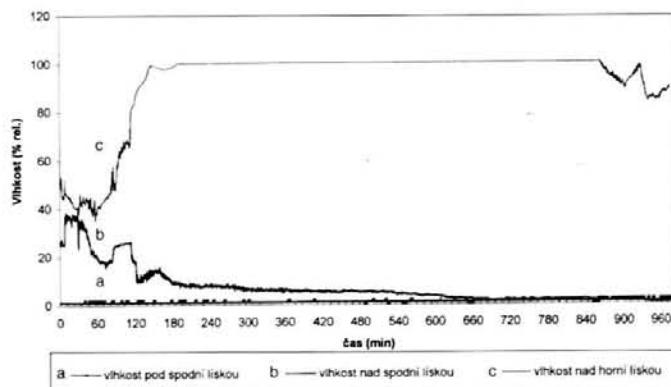
Obr. 1 Příklad teoretického výpočtu spotřeby tepla pro rmutovací proces



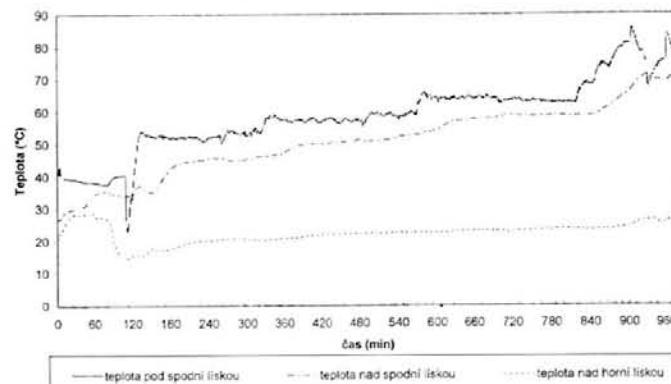
Obr. 2 Spotřeba elektrického proudu při poloprovozní výrobě piva v CKT



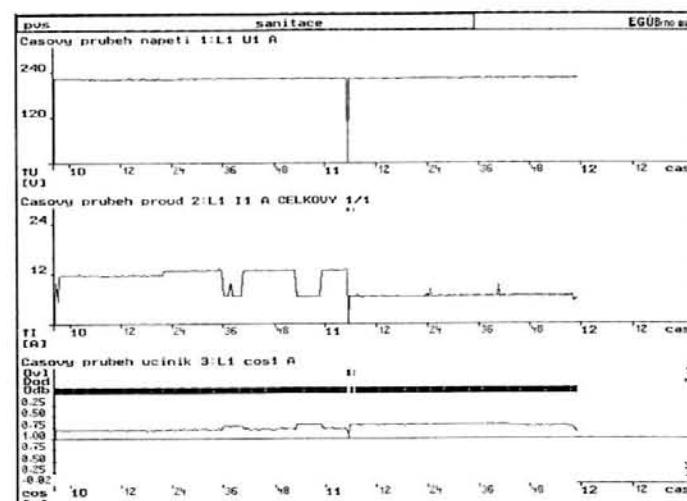
Obr. 3 Týdenní diagram spotřeby elektrického proudu



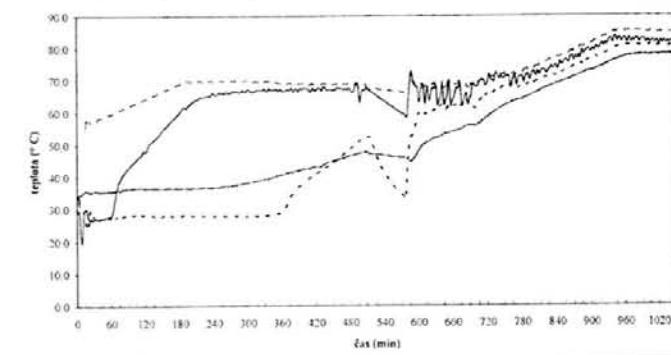
Obr. 6 Vlhkost procházejícího vzduchu



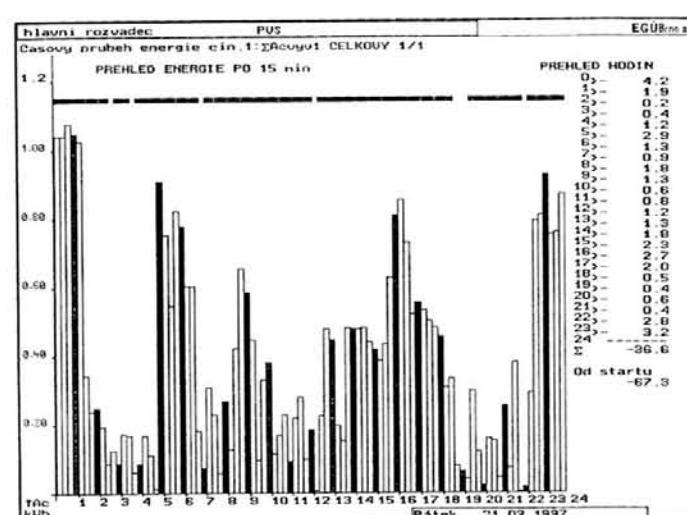
Obr. 7 Teplota procházejícího vzduchu



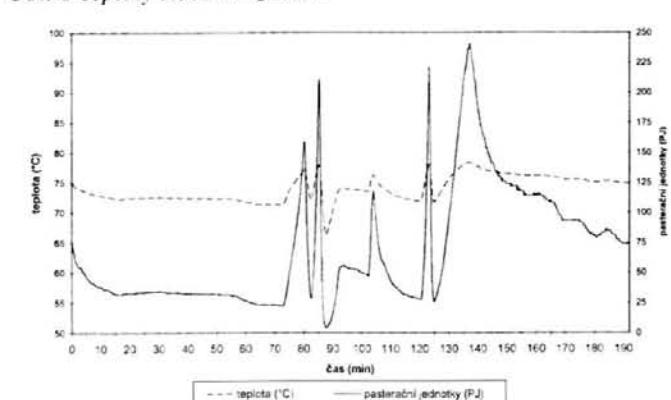
Obr. 4 Průběh napětí proudu a účiníku při sanitaci



Obr. 8 Teploty sladu a vzduchu



Obr. 5 Přehled spotřebované energie



Obr. 9 Průběh průtokové pasterace

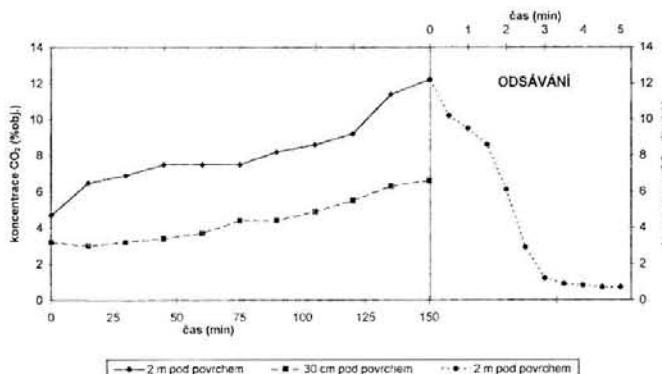
denním intervalu. V levé části obrázku je průběh v jednotlivých dnech, v pravé části je porovnán průměr spotřeby proudu v pracovní dny a o víkendu. Všechny hodnoty jsou průměrovány, neboť toto měření neprobíhalo sedm dní, ale jako u obrázku předchozího celý kvasný cyklus. Tento výstup

slouží pro stanovení průměrných zátěží v jednotlivých dnech a hodinách a případnou optimalizaci celkové spotřeby proudu z hlediska vyrovnanosti odběru.

Na obr. 4 jsou průběhy napětí, proudu a účiníku pro jednu fázi při měření spotřeby elektrické energie při sanitaci. Při dvouho-

dinovém měření, jako bylo toto, lze zvolit kratší interval zápisu hodnot, což je patrné i z charakteru grafu. Z takovýchto grafů je pak možno zjistit nároky na elektrickou energii při sanitačním cyklu.

Pomocí programu MDS 3 je možno přímo zjistit spotřebovanou energii. Na obr.



Obr. 10 Průběh koncentrace oxidu uhličitého při máčení

5 je spotřeba energie celého Pokusného a vývojového střediska v průběhu jednoho dne. Při tomto typu grafů jsou jednotlivé hodnoty rozdeleny po 15 minutách, a vedle jsou ještě v tabulce uvedeny hodinové průměry. Zároveň je měřena celková spotřebovaná energie od počátku měření. Zde je patrný vliv elektrického topení pomocí akumulačních kamen, které je automaticky zapínáno ve večerních hodinách.

5.2. Měření tepla

Na obr. 6 a 7 jsou ukázky použití přístroje SOLOMAT v kombinaci s přístrojem COM-METER. Obrázky představují průběhy teplot (obr. 7) a vlhkostí vzduchu (obr. 6) při hvozdění sladu na dvoulískovém hvozd. Je zaznamenávána teplota a vlhkost vzduchu pod spodní lískou, mezi oběma lískami a nad horní lískou. Z energetického hlediska lze podle těchto grafů usuzovat na dobrý průběh hvozdění. Vlhkost odcházejícího vzduchu je po většinu času 100 %, a je tudíž dobře využita sušicí kapacita vzduchu. Anomální průběh mezi 90. a 120. minutou je způsoben snížením teploty sušicího vzduchu. Dále je z obr. 7 patrné, že navýšení teplot sušicího vzduchu není rovnoměrné, ale probíhá ve třech fázích, a poté následuje dotahování sladu. To se odrazilo i na dalších teplotních průbězích. Zároveň byla zjištěna anomálie (pokles teploty) při dotahování sladu.

Na obr. 8 jsou zaznamenány teploty vzduchu a sladu u jednolískového hvozdu. Teplotní sondy do sladu byly umístěny asi 5 cm nad lískou a 5 cm pod povrchem. Výška vrstvy hvozděného sladu byla asi 60 cm.

Proces hvozdění je rozdělen do dvou základních kroků. Prvních 10 hodin probíhalo sušení sladu při konstantní teplotě vstupujícího vzduchu, a po této době nastalo postupné rovnoměrné navýšování teploty až k dotahovací teplotě.

Zde přibližně od té do šesté minuty hvozdění vidíme velký teplotní rozdíl mezi horní a dolní vrstvou sladu, který činí až 40 °C.

Uprostřed grafu asi od pěti do šestisté minuty došlo k výpadku kompresoru a hvozdící proces byl na tu dobu zastaven.

Dalším využitím teplotních sond je například podchycení průběhu pasteračního účinku u průtokové pasterace. Na obr. 9 je zachycen průběh teploty při pasteraci. Zároveň jsou vypočítány a graficky zobrazeny pasterační jednotky. Z grafu je patrné, že pomalá a málo přesná regulace teploty způsobuje velmi velké výkyvy v celkové sumě pasteračních jednotek. V tomto konkrétním případě se pasterační jednotky pohybovaly v intervalu od 4 do 240 PJ. Je nutno poznamenat, že průtok pasterovaného piva byl konstantní.

Od 70. minuty došlo k výkyvu teploty a až do konce sledování této pasterace nedošlo k jejímu vyrovnaní. Vlivu může být několik, od nedostatečně seřízeného regulátoru až k nestandardnímu vstupu topného média do průtokového pasteru.

Extrémním příkladem může být to, že při nízké pasterační teplotě, jak je zde například v cca 90. minutě, může dojít k průchodu kontaminace a biologickému znečištění cesty za průtokovým pasterem, kde je z technologického hlediska nutná technická sterilita. Od této kontaminace pak může být znehodnoceno i další dobře pasterované pivo.

Druhým extrémním případem je pasterace přesahující v několika případech 100 pasteračních jednotek. Zde může dojít k výraznému snížení senzorické kvality hotového výrobku.

Při měření průtokové pasterace bylo zatím využíváno pouze průtokoměru provozního, nebo byl počítán průměrný průtok. V budoucnu by mělo dojít ke zpřesnění měření instalací přesného ultrazvukového průtokoměru.

5.3 Další využití těchto měřicích přístrojů

Sonda pro měření koncentrace oxidu uhličitého byla například využita pro monitorizaci koncentrace tohoto plynu při máčení v náduvnících. Naměřený průběh pomáhá stanovit technologický režim odsávání, a zároveň je ověřena vhodnost konstrukce náduvníku porovnáním koncentrací CO₂ v různých místech. Zároveň s měřením koncentrace oxidu uhličitého je měřena i koncentrace kyslíku a teplota.

V konkrétním případě, který je zobrazen na obr. 10, bylo měření prováděno u povrchu (cca 30 cm pod ním) a přibližně ve dvou metrech pomocí nástavné sondy. Oba prů-

běhy jsou znázorněny v levé části obrázku. V pravé části obrázku je zaznamenán průběh koncentrace oxidu uhličitého při odsávání. Podle těchto výsledků je možno technologicky regulovat proces máčení.

Toto byly některé ukázky z praktického použití měření energií v sladařském a pivovarském průmyslu. Doufám, že v brzké době dojde k dovybavení o některé další sondy a již výše zmínovaný ultrazvukový průtokoměr a v kombinaci s teplotními sondami bude možno provádět též optimalizaci teplovodního a chladového hospodářství pro získání komplexní energetické bilance jednotlivých výrobních celků a středisek.

6. ZÁVĚR

Sledování energetických veličin v celém sladařském a pivovarském průmyslu stále více získává na důležitosti vzhledem k rostoucím nákladům na energii. Obecně je možno konstatovat, že v našich podmírkách lze v energetice dosáhnout výrazných úspor, a to především v oblasti spotřeby tepla, ale je možno dosáhnout i úspor týkajících se spotřeby elektrické energie. Projekt sledování energetických veličin v sladařském a pivovarském průmyslu by měl sloužit ke zjištění ztrát, a z toho vyplývajících opatření vedoucích ke snížení energetických nároků. Na základě zahraničních zkušeností jsou vypracovány postupy pro jednotlivá střediska zahrnující celou škálu sladařského a pivovarského průmyslu od příjmu ječmene až do stáčení piva.

V zemích Západní Evropy jsou energetická data měřena komplexně a průměrné výsledky ze všech výrobních závodů jsou publikovány. Každý z pivovarů má možnost porovnat svoje naměřené výsledky s těmito průměrnými hodnotami, což výrazně napomáhá k identifikaci míst s velkými ztrátami v oblasti energie. Doufám, že v budoucnu budou známy tyto střední hodnoty i z výrobních závodů v České republice.

LITERATURA

- [1] CUŘÍN, J., KOCAR, B.: Kvasny Prum. **41**, 1995, s. 379
- [2] Firemní literatura firmy Tensor Technologies, Dublin I, 1995
- [3] CUŘÍN, J., HRABÁK, M.: Kvasny Prum. **42**, 1996, s. 399
- [4] Energie Beratungs Handbuch, Technischen berwachungs Verein Rheinland
- [5] VOHLÍDAL, J.: Chemické tabulky, SNTL, Praha, 1982
- [6] KRATOCHVÍLE, A.: Kvasny Prum. **42**, 1996, Svařový zpravodaj, s. 24
- [7] MAYER, A., F.: Richtzahlen fr Brauerei und Malzerei, 1994

Lektoroval Ing. Antonín Kratochvíle
Do redakce došlo 5. 2. 1998