

Voda v pivovarsko-sladařském průmyslu

JIRÍ CURÍN, Pokusné a vývojové středisko ORPS, Praha

663.4 : 628.1

Účelné hospodaření s vodou je jednou z otázek, kterými se stále intenzivněji zabývá celý svět. A nikoli náhodně. Z kapaliny kdysi vedlejšího významu, kterou stačilo pouze načerpat ze studně nebo toku, stala se surovina mající velký vliv na celou činnost moderní společnosti. Postupné vyčerpávání vodních zdrojů a znečišťování toků odpady vedlo všechny vyspělé státy k uzákonění řady opatření na tomto úseku. Finanční náklady věnované na získání dostatečného množství vhodné vody a likvidaci odpadů vzrostly v takové míře, že dnes spolurozhodují o rentabilitě výroby.

Nároky na spotřebu vody neustále rychle stoupají. Před 70 lety bylo v evropských velkoměstech třeba 20 až 30 l vody denně na 1 obyvatele, dnes je to u nás 300 až 400 l a v některých západních velkoměstech až 800 i 1000 l. Tím přirozeně rychle stoupá i celkové množství spotřebovávané vody. Např. v roce 1850 pouze obyvatelstvo na území NSR spotřebovalo 780 miliónů m³ vody, v roce 1900 již 1 miliardu m³, v roce 1950 3,33 miliardy m³ a odhad v roce 2000 hovoří o 4,63 miliardách m³ [1].

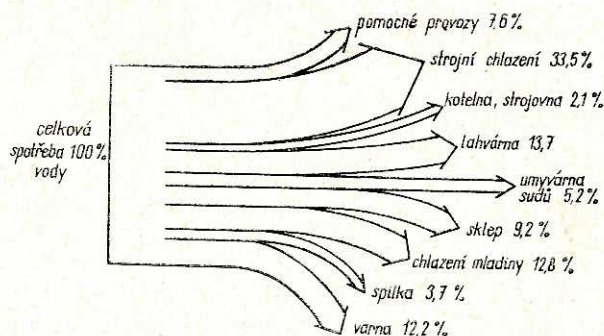
Stejně rychlý je růst spotřeby vody i v naší republice. Celková spotřeba vody v roce 1959 byla 3,0 až 3,5 miliardy m³, v roce 1970 bude asi 6 až 7 miliard a v roce 1975 dosáhne úrovně 9 miliard m³. Přitom celkový průtok našich řek je asi 28,4 miliardy m³ [2]. Převážnou částí se na tomto vzrůstu podílejí požadavky průmyslu. Na výrobu např. 1 t ocele je zapotřebí 15 až 20 m³ vody a na výrobu 1 t umělého hedvábí dokonce 750 m³ vody. V průmyslu vzniká největší část odpadních vod. Z těchto důvodů snahy o získání sladké vody odsolováním vody mořské nabývají stále více na reálnosti i v zemích, které zdaleka nemají pouštní ani stepní charakter.

To, co platí v širokém měřítku o celkové spotřebě vody, platí i o spotřebě vody v potravinářství a zvláště v pivovarsko-sladařském průmyslu. V něm

voda již odedávna měla charakter suroviny a nikoli jen pomocné látky. Velký význam varní vody pro kvalitu piva je mimo diskusí a není třeba se zde o něm podrobněji zmiňovat. Kromě varní vody je však v pivovarském provozu zapotřebí i dalšího značného množství vody jako vody provozní, např. chladicí, mycí apod. Toto množství není nijak malé. Vyplývá to ze skutečnosti, že současná průměrná spotřeba vody na 1 hl vystaveného piva je asi 17 hl. Jestliže podniky Oborového ředitelství Praha vyrobí podle plánu v roce 1968 15,72 mil. hl piva, pak spotřeba vody na tuto výrobu bude 267,24 mil. hl. Potřebu vody podle jednotlivých středisek udává diagram na obr. 1.

Obnosy vynakládané na získání vody jsou čím dále, tím větší a stojí za úvahu. Zvláště nový způsob řízení výroby, vyvolávající maximální snahu po snížení nákladů na všech úsecích, bude jistě iniciátorem lepšího hospodaření vodou.

Jak z diagramu na obr. 1 vyplývá, největším konzumentem vody je chlazení, které v letních špičkách spotřebovává až 50 % celkového množství. A právě zde je také nutno hledat hlavní zdroj úspor.



Obr. 1. Diagram spotřeby vody podle jednotlivých středisek

V ostatním provozu není možno počítat s nějakými enormními úsporami. Jediným možným opatřením je zde zlepšování stavu a koncepce vodovodní sítě a upevňování pracovní kázně. Ztráty zaviněné těmito příčinami činí totiž asi 15 % dodané vody.

Stejným a snad ještě větším problémem než získání vody je likvidace té její části, která v podobě odpadních vod se znovu navrácí do veřejné vodní sítě, především do vodních toků. Škody vznikající každoročně nezodpovědným vypouštěním odpadních vod jsou dobře známé. Z celkového množství 912,6 miliónů m³ průmyslových odpadních vod, vznikajících ročně v ČSSR, připadá na potravinářství 60,8 mil. m³ a na pivovarsko-sladařský obor 5,8 mil. m³ [3]. Přitom závažnost pivovarských odpadních vod je ovšem značná. Údaje o množství odpadních vod vznikajících na jednotku výroby se v literatuře pohybují v dosti velkém rozpětí. Souvisí to s podmínkami jednotlivých výrobních oblastí, na něž jsou údaje vztaženy. Tak např. *Pospíšil* [4] udává pro naše podmínky vznik odpadních vod od 5,180 do 12,936 hl/hl piva. *O'Rourke* [13] udává pro poměry v USA v průměru 10,96 hl/hl (maximum 16,12 hl/hl, minimum 5,80 hl/hl), *Eckefelder* a *Buelman* [5] hovoří o 15 hl/hl piva, *Muehpforte* [6] v německých podmínkách o 15 až 25 hl/hl piva a *Uhl* a spol. [7] naměřili spotřebu 17,5 hl/hl piva.

Množství vznikajících odpadních vod podle jednotlivých středisek výroby jak uvádí *Pospíšil* [4] je toto:

Odpad vody v hl/hl piva

Varna	0,338—0,688
Chlazení mladiny	0,397—0,721
Předchlazovací voda	2,324—2,472
Spilka	0,184—0,540
Ležácký sklep	0,197—0,550
Lahvárna	1,766—2,352
Umyvárna dopravních soudků	0,657—0,731
Praní filtrační hmoty	0,512—0,526
Mytí aut	0,110
Ztráty netěsnostmi	1,130—1,140
Kotelna	0,000—0,078
Strojovna	0,196—1,022
Chlazení kondenzátorů	3,906—4,201

Ve velkém průměru lze říci, že asi 85 % spotřebované vody přechází do odpadních vod. Složkou, která velmi podstatně ovlivňuje množství odpadních vod, jsou vody chladicí. Záleží na tom, zda se používá nebo nepoužívá recirkulace a na způsobu chlazení vůbec. *Uhl* a spol. [7] uvádí podle svých měření množství vznikajících odpadních vod bez vod chladicích pouze 6,7 až 7,5 hl/hl piva a u pivovaru společně se sladovnou 11 hl/hl piva. Je tedy chlazení nejenom klíčovou otázkou pro množství spotřebované vody, ale samozřejmě i pro množství odpadních vod.

Spotřeba vody ve sladovnách se udává [4] od 7,40 do 16,63 hl na 100 kg namočeného ječmene nebo 9,53 až 15,90 hl/100 kg vyrobeného sladu. Přitom vzniká 6,90 až 12,13 hl odpadní vody na 100 kg namočeného ječmene nebo 8,89 až 15,27 hl

na 100 kg vyrobeného sladu [4]. *Lhotský* a *Hlaváček* [8] udávají spotřeby vody ve sladovnách 8 až 12 hl/100 kg sladu. *Bitter* [14] uvádí celoroční průměr spotřeby vody ve 42' německých sladovnách; v 33 % závodů 5,7 až 10 hl/100 kg namočeného ječmene, u 47,6 % závodů 10,1 až 14,0 hl/100 kg namočeného ječmene a jako vysokou spotřebu uvádí hodnoty 14,1 až 18,0 hl na 100 kg namočeného ječmene.

Jak již bylo řečeno, škodlivost pivovarských odpadních vod je značná. Velmi významně to dokumentuje sledování průběhu biochemické spotřeby kyslíku v závislosti na čase. Různé organické látky průmyslových odpadních vod reagují odlišným způsobem a nároky na spotřebu kyslíku během více denního působení jsou různé. *Theriault* [9] konstatoval, že během prvních 20 dní se na spotřebě kyslíku podílejí hlavně uhlíkové vazby. U pivovarské odpadní vody se první den snižuje BSK₅ až o 90 %, druhý den o 5 %, třetí o 3 %, čtvrtý o 1 % a pátý den o další 1 %. Z praxe biochemické kontroly vod je známo, že směrodatná pro zatížení řeky je pouze spotřeba kyslíku za prvních 24 hodin. Na odpadní vody pivovarského průmyslu je tedy nutno pohlížet jako na vody pro veřejné toky značně nebezpečné, poněvadž lze tvrdit, že aerobní samočistící proces nebude přerušen jen tehdy, vydrží-li obsah kyslíku v řece toto prvé zatížení [10]. Pro názornost můžeme ještě uvést, že závažnost celkového znečištění, vznikajícího při výrobě 1 hl piva, posuzováno podle spotřeby kyslíku, se rovná znečištění splašky od 30 až 200 lidí [6, 16].

Složení pivovarské odpadní vody (ze středně velkého závodu, a odpadní vody ze sladovny (větší závod) je podle *Sannwalda* [1] toto:

Odpadní voda z pivovaru:	Odpadní voda ze sladovny:	
pH	7,3	7,7
Látky schopné usazení	4,56 cm ³ /l	—
Výparek celkem	913,70 mg/l	1 894,0 mg/l
Z toho ztráta žiháním	591,80 mg/l	899,0 mg/l
Nerozpuštěné látky celkem	303,60 mg/l	220,0 mg/l
z toho ztráta žiháním	253,80 mg/l	184,0 mg/l
Spotřeba KMnO ₄	340,00 mg/l	1 156,0 mg/l
BSK ₅	—	1 621,0 mgO ₂ /l

Škodlivost jednotlivých druhů odpadních vod z různých oddělení pivovaru není samozřejmě stejná. *Pospíšil* [12] uvádí tyto hodnoty BSK₅ v mg O₂/l (průměr z hodnot tří pivovarů).

Deka	47 160
Mytí kalosisu a kalového tanku	5 731
Mytí chladicích stoků	2 515
Oplachování kvasných kádí od kvasnic	2 465
Mytí ležáckých sudů	10 316
Mytí dopravních sudů	117
Mytí rmutovací pánve	286
Mytí mladinové pánve	307

Mytí scezovací kádě	2 236
Mytí chmelového cízu	388
Mytí stáčecího stroje	1 946
Praní filtrační hmoty	60
Uhlí [7] vyčísľuje znečištění odpadních vod v BSK ₅ mg O ₂ /l takto:	
Praní filtrační hmoty	35
Spilka	3 450
Mytí křemelinového filtru	
a stáčírna sudů	470
Chladicí stoky, chlazení mladiny	
a mytí kalolisu	1 366
Pračka filtračních plachetek	330
Ležácký sklep	12 200
Lahvový sklep	220
Požahovna	285
Varna	3 035

Silně znečištěných odpadních vod je asi 15 %, mírně znečištěných 35 % a pouze oteplených vod 50 %. Je proto nanejvýš účelné nemíchat navzájem všechny odpadní vody, neboť vhodným roztríděním lze podstatně snížit náklady nutné pro čištění i celkovou spotřebu vody. Vody málo znečištěné nebo jen oteplené mohou ihned nebo po přechištění recirkulovat.

Nejzávažnější jsou vody vznikající při splachování dek a mytí ležáckých tanků. Velmi závažné jsou rovněž odpadní vody vznikající při mytí kalového tanku a kalolisu. Na nerozpuštěných látkách v odpadních vodách se hořké kaly podílejí asi 20 až 25 %. Likvidace hořkých kalů přimísením do odpadních vod znamená však nejen jejich podstatné znečištění, ale i národohospodářskou škodu. Jde totiž o látky s vysokým obsahem bílkovin (40 až 60 %), které jsou z 90 % stravitelné. Jak ukázaly zkušenosti, dají se hořké kaly dobře zkrmovat ve vhodné krmné směsi. Tatáž situace je samozřejmě u kvasnic, kde každé zanedbání sběru znamená současně jak ztrátu krmiva, tak i závažné znečištění odpadních vod.

Intenzita znečištění odpadních vod kolísá i v časové závislosti podle harmonogramu prací závodu. Nejznečištěnější vody jsou v době maximálního chodu, zatímco v době zahájení výroby na začátku týdne je znečištění menší. V době ukončování výroby koncem týdne znečištění odpadních vod poklesne vlivem intenzivních čisticích prací jen málo. Tuto známou skutečnost potvrzuje svými měřeními O'Rourke [13] (viz tabulku 1).

Tabulka 1

	Uvařeno hl piva	Především den uvařeno hl piva	Průměrné BSK ₅	Celkový populační ekvivalent	Populační ekvivalent na 1 hl piva
Záčátek týdne	2 728	—	4 983	29 200	10,90
Polovina týdne	3 819	3 819	12 355	72 650	19,09
Konec týdne	2 728	3 819	8 217	48 200	17,55

Závažným problémem vodního hospodářství pivovarsko-sladařského oboru je čištění vznikajících odpadních vod. Není to nijak snadný úkol. Z úzce lokálního hlediska závodu či podniku jde o investice nerentabilní a o výdaje zvyšující náklady. Výsledek se může projevit teprve v měřítku celé společnosti. Z tohoto důvodu péče o čištění odpadních vod zaostávala a do značné míry zaostává dosud. Bude ještě zapotřebí mnoho úsilí, aby se situace stala uspokojivou.

Pivovarsko-sladařské odpadní vody obsahují jednak minerální a jednak organické látky ve formě rozpustné i nerozpustné. K jejich vyčištění se proto používá různých zařízení [1, 15]. O výběru zařízení rozhoduje povaha odstraňovaných látek. Pro odstranění plovoucích a sedimentujících materiálů se používá mechanického čištění. Plovoucí částice (dřevo, sláma, korek apod.) jsou zachycovány hlavně síty, popř. i jinými zařízeními. Sedimentující součásti jsou zachycovány v usazovacích jímkách. Látky rozpuštěné nebo suspendované odstraňuje chemické čištění. Vhodnými činidly se některé látky vysráží a sražené potom zachycují. Tím se dosahuje nejen odstranění nečistot, ale často i většího nebo menšího odstranění mikroorganismů.

Vody s vysokým obsahem organických látek účinně zlepšuje biologické čištění. Probíhá buď v přirozeném (jezera, rybníky, tůň apod.), nebo v umělém prostředí. Umělá čisticí zařízení zabírají podstatně méně místa, vyžadují však více péče a investic než přirozená, kde čištění probíhá obvykle samovolně bez většího řízení a dozoru. Podle okolností procházejí pivovarské a sladařské odpadní vody buď všemi jmenovanými druhy čištění, nebo jen některými. Jak již bylo řečeno, není totiž účelné všechny vody odvádět jednou stokou. Neúměrně se tak zvětšuje celkový objem odpadních vod, a tím také rozměry nutných čisticích zařízení. Pro čištění pivovarských odpadních vod nelze označit ten který způsob za nejvýhodnější [11]. Účelnost je nutno posuzovat především podle místních poměrů. Musí se proto na závodech věnovat problému odpadních vod dostatečná pozornost, aby čištění bylo účelné, efektivní a pokud možno i levné.

Čištění odpadních vod se u nás stejně jako čištění ovzduší věnuje v posledních letech značná pozornost. Zákon o vodním hospodářství ze dne 23. 3. 1955 čís. 11. Sb., ve znění zákona ze dne 20. 2. 1959 čís. 12. Sb. a vyhlášky čís. 13. Sb. z roku 1959 velmi podrobně upravuje nejen hospodaření vodou, ale věnuje pozornost i vypouštění odpadních vod. Za vypouštění znečištěných nebo nedostatečně čištěných vod do vodních toků budou vymáhány náhrady podle vl. vyhl. č. 16 z 12. 3. 1966. Náhrada bude odstupňována podle závadnosti odpadních vod charakterizované obsahem nerozpuštěných látek nebo hodnotou biochemické spotřeby kyslíku BSK₅.

Jak vyplývá ze všech údajů, problematika hospodaření s vodou se stává stále složitější a bude vyžadovat stále více úsilí. Jistě však právem. Některé řeky v západoevropských zemích slouží dnes již prakticky pouze plavbě a odvodu splašků. Za příklad může posloužit třeba Rýn. A tato skuteč-

nost nám musí být varovnou připomínkou, aby také naše řeky nepostihl tentýž osud.

Literatura

- [1] Sannwald, K.: „Brauwelt“, 103, 1963: 458—462.
- [2] Jonáš, V.: Vynálezy a patenty vodohospodářské, STI, Praha, 1958.
- [3] Bulíček, J.: Odpadní vody našeho průmyslu, Praha, 1951.
- [4] Pospíšil, V.: „Kvasný průmysl“, 7, 1961: 75—77.
- [5] Eckenfelder, W. — Bueltman, C.: „Wastes Engineering“, 1960: 16—20.
- [6] Muehpforte, H.: „Die Lebensmittel-Industrie“, 6, 1959: 85—90.
- [7] UHL a spol.: „Brauwelt“, 104, 1964: 1269—1277.

- [8] Lhotský, A. — Hlaváček, F.: Číslo a vzorce ve sladařském a pivovarském průmyslu. Příloha „Kvasného průmyslu“ č. 1, 1961.
- [9] Theriault: US Publ. Health Service Bull. 173, 1927.
- [10] Scholz, H. G.: „Industrie Abwässer Prakt. Chem.“ 13, 1962: 226—227.
- [11] Lippmann, P.: „Brauwelt“, 105, 1965: 1719—1721.
- [12] Pospíšil, V.: Závěrečná zpráva VÚPS 1957, č. 05. 04
- [13] O'Rourke, J. T.: „American Brewer“, 96, 1963: 27—36.
- [14] Bitter, H.: „Brauwelt“, 105, 1965: 1833.
- [15] Nowak, G.: „Brauer und Mälzer“, 18, 1965: 6—12.
- [16] Thiel, P. G. — Toit, P. J.: „Journal of the Institute of Brewing“, 71, 1965: 509—514.

Došlo do redakce 26. 3. 1966.

ВОДА В ПИВОВАРЕННО-СОЛОДИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Автор занимается проблемами водоснабжения на заводах пивоваренно-солодильной промышленности и приводит взгляды некоторых чехословацких и зарубежных специалистов на разные вопросы, касающиеся воды, т. е. расчет расхода, состав сточной воды, причины образования сточной воды и методы ее очистки.

DAS WASSER IN DER BRAU- UND MALZINDUSTRIE

Der Autor befasst sich mit der Problematik der Wasserwirtschaft in der Malz- und Brauindustrie. Die hiesigen und ausländischen Erfahrungen und Erkenntnisse über den Wasserverbrauch, die Abwasser-Bildung, -Zusammensetzung und -Reinigung werden in übersichtlicher Form zusammengefasst.

WATER IN BREWING AND MALTING INDUSTRIES

The article deals with the problems of water supply in brewing and malting industries and outlines briefly — by quoting the views of some prominent Czechoslovak and foreign authors — the present state of knowledge of water consumption and its calculation, composition of waste water, purification methods and their efficiency.