

Směrná čísla potřeby a odpadu vody pro pivovary a sladovny

VSĚVOLOD POSPÍŠIL, Pokusné a vývojové středisko pivovarské, Praha-Braník

628.1 : 663

Údaje o potřebě vody v pivovarském a sladařském průmyslu a tedy i o množství odpadních vod, kolísají v širokých mezích, neboť má na ně vliv zařízení závodů, využití kapacity, zdroje vody, které jsou k dispozici a způsob manipulace s vodou.

Potřeba vody na 1 hl vyrobeného piva je proto závislá na místních podmínkách a v našich poměrech se pohybuje od 10 do 24 hl.

Celková potřeba vody má vliv na množství odpadních vod. Platí přitom pravidlo, že čím vyšší je potřeba vody, tím zředěnější jsou odpadní vody. Jakost odpadních vod proto závisí na specifickém odpadu vody*) a pokud tento vztah mezi znečištěním a specifickým odpadem není v literárních údajích uveden, nelze těchto údajů použít pro posuzování jednotlivých případů v praxi. Údaje o jakosti odpadních vod pivovarů a sladoven, jak se běžně v literatuře uvádějí, nejsou obecným kritériem aplikovatelným i v jiných případech, nýbrž jen konstatováním určitého stavu, který obvykle není konkrétně vyjádřen.

Všeobecný nedostatek vody pro průmyslové účely vyžaduje zvýšenou hospodárnost v odběru vody; tím se ovšem zvyšuje koncentrace odpadních vod. Jsou státy, kde nedostatek vody nutí i pivovary využívat méně znečištěných odpadních vod po přečištění k novému použití.

S ohledem na současný stav zásobování vodou a nutnost správného hospodaření je zapotřebí udržovat rozvodné zařízení v naprostém pořádku a zabránit ztrátám netěsností a přílišným plýtváním, neboť tyto ztráty se na celkovém množství odpadních vod podílejí 9 až 22 % podle zavedeného typu vodního hospodářství a návyků při manipulacích s vodou.

Podle zjištění, stanovených v několika našich závodech lze odpadní vody zhruba rozdělit na tři skupiny:

*) Specifickou spotřebou, specifickým odpadem a specifickým znečištěním vody se rozumí množství vody nebo nečistot připadajících na jednotku výroby (sladu, piva), popř. na jednotku zpracovaných surovin, tj. ve sladovně na 100 kg ječmene k máčení a v pivovaru na 1 t sypaní nebo 1 hl piva.

Druh odpadní vody	Množství odpadní vody	Podíl na celkovém znečištění
	%	%
Silně znečištěné a koncentráty	15	90
Mírně znečištěné	35	10
Čisté, jen oteplené	50	0

Z uvedeného přehledu je vidět nejen možnost využívat vody v recirkulačních okruzích, ale i účelnost budování dělené kanalizace v pivovarech, neboť z pivovarů odtéká asi 15 % celkového množství silně znečištěných odpadních vod a je v nich obsaženo 85 až 90 % celkového znečištění působeného závodem. Toto bude mít vliv na snížení nákladů na budování a provoz čistíren odpadních vod.

V přehledu jsou uvedena směrná čísla potřeby a odpadu vody v pivovarech a sladovnách, která jsou výsledkem výzkumu a měření v několika našich typických závodech.

Sladovny

Při 4 až 7 výměnách vody

Potřeba vody

7,40—12,63 hl na 100 kg ječmene k máčení

9,53—15,90 hl na 100 kg vyrobeného sladu

Odpadní vody

6,90—12,13 hl na 100 kg ječmene k máčení

8,89—15,27 hl na 100 kg vyrobeného sladu

Spotřeba vody

7—4 % celkové potřeby vody.

Specifické znečištění odpadních vod (podle BSK₅) produkované sladovnou:

0,50—0,56 kg O₂ na 100 kg ječmene k máčení

5,0 —5,6 kg O₂ na 1 t ječmene k máčení

Vztah mezi potřebou vody a množstvím odpadních vod:

$$P_v - \frac{V}{2} = O_v,$$

kde P_v je potřeba vody pro sladovnu v m³,

V — váha zpracovaného ječmene k máčení v t (spotřeba vody),

O_v — množství odpadních vod v m³.

Správným použitím těchto čísel lze pro sladovny zjistit vzájemně odpovídající hodnoty, celkové znečištění produkované sladovnou v libovolných časových úsecích a průměrné znečištění odpadních vod.

Příklad výpočtů při známé kapacitě sladovny a známé roční potřebě vody:

Sladovna zpracovává ročně 1000 t ječmene, roční potřeba vody je 12 500 m³ při sedmi výměnách.

Výpočty:

Specifická potřeba vody:

$$\frac{12\,500}{1\,000} = 12,5 \text{ m}^3/1 \text{ t ječmene}$$

Množství odpadní vody:

$$12\,500 - \frac{1000}{2} = 12\,000 \text{ m}^3/\text{rok}$$

Specifický odpad vody na 100 kg ječmene:

$$\frac{12\,000}{1\,000} = 12 \text{ m}^3/1 \text{ t} = 12 \text{ hl}/100 \text{ kg}$$

Spotřeba vody:

$$\frac{(12,5 - 12) 100}{12,5} = 4 \%$$

Celkové znečištění podle spotřeby kyslíku (podle BSK₅), produkované sladovnou:

nejméně: 5,0 × 1000 = 5 000 kg O₂/rok

nejvíce: 5,6 × 1000 = 5 600 kg O₂/rok

Průměrné znečištění odpadní vody podle BSK₅:

nejméně: $\frac{5\,000}{12\,000} = 0,416 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 = 416 \text{ mg O}_2/\text{litr}$

nejvíce: $\frac{5\,600}{12\,000} = 0,467 \text{ kg O}_2/\text{m}^3 = 467 \text{ mg O}_2/\text{litr}$

specifické znečištění
nebo: $\frac{\text{specifický odpad}}{\text{specifický odpad}}$ a vyjádřit v mg O₂/l

Pivovary

Specifická potřeba a odpad vody na 1 hl vystaveného piva:

	Specifická potřeba vody na 1 hl piva (hl)	Specifický odpad vody na 1 hl piva (hl)
Varny	1,889—2,032	0,356—0,688
Chlazení mladiny	0,423—0,721	0,397—0,721
předchlazovací voda	2,324—2,472	2,324—2,472
Spilky	0,186—0,543	0,184—0,540
Ležácké sklepy	0,205—0,550	0,197—0,550
Lahvovna	1,745—2,325	1,766—2,325
Umývárna doprav. sudů	0,083—0,148	0,098—0,148
Praní filtrační hmoty	0,512—0,526	0,512—0,526
Mytí aut	0,100—0,120	0,100—0,120
Ztráty netěsností	(1,130—1,140)	1,130—1,140
Kotelna (přídavná voda)	0,313—0,626	0,000—0,078
Strojovna	0,196—1,171	0,196—1,022
chlazení kondenzátorů	4,121—4,201	3,902—4,201

Gelkem pro pivovar:

a) bez cirkulace	14,223—14,596	12,875—12,936
b) při využití předchlazovací vody ze sprchových aparátů a chladicí vody ze strojovny	10,580—12,076	9,381—10,416
c) totéž jako b) při recirkulaci chladicích vod z kondenzátorů	10,580—12,076	5,180—6,514

Specifická potřeba vody na našich závodech se pohybuje od 10 do 24 hl/1 hl vystaveného piva. Překračuje-li specifická potřeba vody hodnotu 15 hl/hl vystaveného piva, svědčí to o nevhodném používání vody, špatném stavu armatury na rozvodné síti a neúčelném řešení celkové koncepce vodního hospodářství.

Při účelném využívání vod v recirkulačních okruzích se pohybuje specifická potřeba vody v mezích 11 až 12 hl/hl vystaveného piva.

Pivovarský a sladařský průmysl je značným konzumentem vody. Vzhledem k celostátní situaci zásobování podzemní a povrchovou vodou a vzhledem k tomu, že voda je jednou ze základních surovin pivovarského průmyslu, je nutno s ní řádně a účelně hospodařit a rozvodná zařízení soustavně udržovat v pořádku.

Z celkového množství odpadních vod odtékajících z pivovaru připadají na jednotlivá oddělení tyto podíly (vyjádřeno v % celkového množství odpadních vod):

Výrobní oddělení	Množství odpadních vod v % celk. odpadu:		
	a) bez recirkulace	b) při využití předchlazovací vody ze sprch. aparátů a chladicí vody ze strojovny	c) stejné jako b) a při recirkulaci chladicí vody ze sprch. kondenzátorů
Varny	2,6 — 5,3	3,6 — 6,6	6,5 — 10,5
Chlazení mladiny	22,3 — 23,5	4,2 — 6,9	7,7 — 11,1
Spilky	1,4 — 4,2	2,0 — 5,2	3,5 — 8,3
Ležácké sklepy	1,5 — 4,3	2,1 — 5,3	3,8 — 8,5
Lahvovna	13,7 — 18,0	18,8 — 22,3	34,0 — 35,8
Umývárna			
doprav. sudů	5,1 — 5,7	6,8 — 7,0	11,2 — 12,6
Stáčírna			
doprav. sudů	0,8 — 1,2	1,0 — 1,4	1,9 — 2,3
Praní filtr. hmoty	4,0 — 4,1	5,0 — 5,5	8,1 — 9,8
Mytí aut	0,8 — 0,9	1,0 — 1,2	1,8 — 1,9
Ztráty netěsností	9,0 — 12,0	11,0 — 12,0	17,5 — 21,8
Strojovna a kotelna	1,5 — 8,5	2,1 — 2,6	3,8 — 4,2
Chlazení kondenz.	30,3 — 32,5	40,5 — 41,5	0,0

Specifické znečištění odpadních vod (podle BSK₅), produkované pivovarem:

	Specifické znečištění v kg na 1 t zpracovaných surovin (sypání)
Nerozpuštěné hmoty	13,887—21,686
Rozpuštěné hmoty	45,171—51,050
Spotřeba O ₂ podle Mn-čísla*)	
(4hod. zkoušky)	9,897—11,518
Spotřeba O ₂ podle BSK ₅	27,295—32,094

	Specifické znečištění v kg na 1 hl vystaveného piva
Nerozpuštěné hmoty	0,191—0,298
Rozpuštěné hmoty	0,620—0,700
Spotřeba O ₂ podle Mn-čísla	
(4hod. zkoušky)	0,136—0,158
Spotřeba O ₂ podle BSK ₅	0,375—0,440

Překračuje-li průměrná stupňovitost vyráběného piva 10,5 % váh., je správnější použít specifických hodnot na 1 t sypání. Specifické znečištění závisí na druhu použitých surovin, průměrné stupňovitosti vyráběného piva, manipulačních ztrátách (výtrata) apod.

Vztah mezi potřebou vody a množstvím odpadních vod:

$$Pv - Sv - x = Ov,$$

*) tj. manganistanové číslo

kde P_v je potřeba vody v m^3 ,
 S_v — spotřeba vody v m^3 ,
 O_v — odpadní voda v m^3 ,
 x — recirkulační voda v m^3 .

Spotřebu vody lze zjistit z tohoto vztahu:

$$S_v = V_p + O + V + N + O_d,$$

kde V_p je vystavené pivo v m^3 ,
 O — odpar ve varně v m^3 ,
 V — výpar na stokách v m^3 ,
 N — napájecí voda pro kotelnu v m^3 ,
 O_d — voda v zachycených odpadech v m^3 .

Odpar ve varně a výpar na stokách se s dostatečnou přesností zjistí z varních listů:

$$O + V = p + p_v - v_{ch} - m,$$

kde p je pohromadě v m^3 ,
 p_v — přídavná voda v m^3 ,
 v_{ch} — voda zachycená v chmelovém mlátu v m^3 ,
 m — mladina přijatá ve spilce v m^3 .

Spotřeba vody se pohybuje od 10 do 16 % celkové potřeby vody podle stupně využití vody v recirkulačních okruzích. Vrací-li se pouze kondenzáty pro kotelnu, spotřeba vody odpovídá asi 11 % celkové potřeby. Při využití předchlazovací vody ze sprchových aparátů na přípravu horké vody, pohybuje se spotřeba vody od 11 do 16 % celkové potřeby vody.

Ze směrných čísel uváděných pro pivovary lze zjistit vzájemně si odpovídající hodnoty potřeby a odpadu vody, celkového znečištění, průměrné jakosti odpadních vod apod.

Příklady výpočtu pro pivovary:

Pivovar vystavuje 250 000 hl piva ročně, recirkulací využívá chladicích vod a má proto specifickou potřebu vody 11,5 hl na 1 hl vystaveného piva. Spotřeba vody zjištěná dříve uváděným postupem je 12 % celkové potřeby vody.

Výpočet:

Celková potřeba vody:

$$250\,000 \times 11,5 = 2\,875\,000 \text{ hl} = 287\,000 \text{ m}^3$$

Množství odpadních vod:

$$287\,500 - \frac{287\,500 \times 12}{100} = 253\,000 \text{ m}^3$$

Specifický odpad vody:

$$\frac{2\,530\,000}{250\,000} = 10,12 \text{ hl/hl vystaveného piva}$$

nebo:

$$11,5 - \frac{11,5 \times 12}{100} = 10,12 \text{ hl/hl vystaveného piva}$$

Maximální znečištění podle spotřeby O_2 produkované pivovarem za rok:

$$0,440 \times 250\,000 = 110\,000 \text{ kg } O_2/\text{rok}$$

Průměrné znečištění odpadní vody při uvažovaných podmínkách:

$$\frac{110\,000}{253\,000} = 0,435 \text{ kg } O_2/\text{m}^3 = 435 \text{ mg } O_2/\text{litr}$$

nebo:

$$\frac{\text{specifické znečištění}}{\text{specifický odpad}} \text{ a vyjádřit v mg } O_2/\text{litr}$$

Pro pivovary s přidruženou sladovnou je výpočet obdobný. Samostatný výpočet se provede pro pivovar a samostatný pro sladovnu. Ze součtů získaných hodnot se pak vypočte specifická potřeba, odpad a znečištění pro celý závod.

Směrná čísla, tak jak jsou uvedena, jsou snadno použitelná v praxi pro účely plánování odběru a odpadu vody a lze jich použít k sestavení přehledu o znečištění působeném jednotlivými našimi závody.

Hodnocením znečištění podle specifických hodnot lze také předejít nepřesnostem, které snadno vzniknou použitím obecně uváděných údajů z literatury při řešení zdravotně technických problémů v našem průmyslu projekčními složkami a vodo hospodáři.

Došlo do redakce 21. 1. 1961.

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ О РАСХОДЕ ВОДЫ И КОЛИЧЕСТВЕ СТОЧНОЙ ВОДЫ НА ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДАХ И СОЛОДОВНЯХ

RICHTWERTE DER WASSERBEDARF- ESTIMATION OF WATER CONSUMPTION UND ABWASSERMENGEN FÜR ION AND WASTE WATER AMOUNT BRAUEREIEN UND MÄLZEREIEN IN BREWERIES AND MALT PLANTS

В статье приводятся данные об удельном расходе воды, количестве сточной воды и степени ее загрязнения. Все рассматриваемые величины показываються в форме предельных значений вытекающих из анализа результатов измерений проведенных на пивоваренных заводах и в солодовнях. Данные могут быть использованы в качестве ориентировочных показателей при разработке планов расхода воды и строительства водоочистительных установок. Метод определения степени загрязнения воды при помощи удельных значений устраняет неточности обнаруживающиеся часто при применении данных из литературных источников. Это может существенно облегчить работу проектных институтов и органов здравоохранения ответственных за чистоту водных ресурсов.

Der Artikel enthält Angaben über den spezifischen Wasserbedarf, die Abwasser-Menge und -Verunreinigung, and malt plants, amount of waste water and degree of its pollution. The figures indicated in the article are limit values based upon measurements in many breweries and malt plants. They may be very useful for planning water supply systems and sewage works. The method suggested in the article, i. e. specific values, eliminates many discrepancies resulting from application of unreliable figures taken from literature. Authorities responsible for preventing water pollution will also appreciate new method of determining the pollution intensity as more reliable.