

# Čištění průmyslových odpadních vod v závodě na výrobu lihovin a droždí Polmos v Józefowě, PLR

663.5  
663.4

Ing. BARBARA WOYNAROWSKA, Polmos, Józefow

**Klíčová slova:** *lihovina, droždí, výroba, odpadní vody, čistící stanice, čistící efekt*

Čistírna v Józefowě existuje od roku 1962. Výstavba čistírny byla nutná vzhledem k charakteru a velikosti znečištění odpadních vod, vznikajících při výrobě droždí. O velikosti znečištění si lze učinit představu srovnáním s tzv. populačním ekvivalentem [2]. Jeden populační ekvivalent = 60 g O<sub>2</sub> za den. Při výrobě 1 t droždí vzniká znečištění rovné 5 až 7 000 populačních ekvivalentů. Lze snadno spočítat, že při výrobě 20 t droždí za den vzniká znečištění jako z města se 100 tisíci obyvatel. Čistírna v Józefowě zpracovává kromě průmyslové odpadní vody i splaškové vody z okolních obcí.

Vzorem pro čistírnu v Józefowě byla dánská čistírna ve Slagelsee [4], kde bylo poprvé zavedeno oddělení koncentrovaných odpadních vod od zředěných. Koncentrova-

né odpadní vody jsou podrobeny nejprve anaerobnímu kvašení a teprve potom dalšímu čištění v biologických filtrech. Po uvedení do provozu čistírna obsahovala čtyři komory methanového kvašení, rozdělené na dva stupně, dvoustupňové vysoce zatížené biologické filtry, zapojené se souborem usazováků a dosazováků, jakož i biologické rybníky. Další výstavba a modernizace drožďárny v roce 1968 si vyžádala rozšíření čistírny tak, aby mohla zpracovat znečištění vznikající při výrobě 8 až 9 tisíc tun droždí ročně. Při přizpůsobení čistírny bylo zvýšeno zatížení, zvětšen počet komor methanového kvašení (na 6) s rozdělením na 4 komory I. stupně a 2 dosavadní II. stupně. Navíc byly dány do chodu dvě aktivační nádrže zapojené paralelně s jedním společným dosazovákem. Dodatečně byl zvětšen po-



Tabulka 1. Číselné údaje charakterizující práci čistírny odpadních vod v Józefowě za období 1981–1985

Druh znečištění	1981	1982	1983	1984	1985
Znečištění $L_s$ přiváděné s koncentrovanými odpadními vodami (kg BSK za den)	5 149,1	4 669,8	4 842,7	4 511,9	4 209,5
Znečištění $L_o$ přiváděné s celkovými (splaškové + III. separace) odpadními vodami (kg BSK za den)	1 186,8	962,5	982,2	1 431,5	1 129,9
Znečištění celkové $L_c$ přiváděné do čistírny (kg BSK za den)	6 335,9	5 631,3	5 824,9	5 943,4	5 339,4
Znečištění $L_k$ odváděné z rybníka 3 do řeky (kg BSK za den)	159,1	157,2	146,1	137,9	95,6
Snížení znečištění (kg BSK za den)	6 176,8	5 474,1	5 678,8	5 805,5	5 243,8
(%)	97,5	97,2	97,5	97,7	98,2

vrch rybníků z 8 na 10 ha. Místem vzniku vysoce znečištěných odpadních vod je I. a II. fáze separace vykvašené zá-pary. Průměrně se denně získává 360 m<sup>3</sup> odpadních vod se znečištěním 4 209 až 5 149 kg BSK. Číselné údaje charakterizující velikost přiváděného znečištění a stupeň jeho redukce za posledních 5 let jsou v tabulce 1. Mezi jednotlivými léty existují značné rozdíly ve velikosti přiváděného znečištění. Tyto rozdíly jsou způsobeny velikostí výroby v daném roce a jakostí surovin použitých při výrobě, převážně melasy. Jednotlivá zařízení a etapy čištění budou probrány na základě výsledků získaných v roce 1985 (tabulka 2).

### Komory methanového kvašení

Podle projektových předpokladů by měly komory methanového kvašení snížit znečištění nejméně o 80 %, zatímco skutečnost je pouze 37 %. Zatížení komor I. stupně bylo v roce 1985 1,35 kg BSK na m<sup>3</sup> za den. Podle údajů literatury [3] při podobném zatížení komor methanového kvašení v souboru 2;3 i více stupňovém v Dánsku, NSR i v USA se dostavuje snížení od 65 do 80 %. Po změně technologie v droždárně a přivádění odpadních vod více za ízených (3krát) vznikly potíže v řádné funkci komor, i když se jejich hydraulické zatížení zmenšilo. Příčiny nevhodně probíhajících procesů v komorách methanového kvašení jsou: nízké pH, řádově 5,8 až 6,2 (mělo by být 7,0 až 7,5) a vysoký obsah těkavých kyselin, dosahující dokonce 5 000 mg . l<sup>-1</sup> v komorách II. stupně. Velký význam pro zlepšení práce komor má odpovídající provozování, jakož i zachovávání optimálních parametrů průběhu methanového kvašení. Současný stav neumožňuje řádné míchání obsahu komor, dále příliš nízká teplota topného média, jakož i teplota okolí (zejména v zimním období) způsobují pokles teploty v komorách pod optimální teplotu (32 °C). Pro zlepšení práce komor methanového kvašení byla vypracována a využita s dobrým výsledkem metoda předčištění koncentrovaných odpadních vod v biologickém příkopu.

Tato metoda byla přihlášena u Patentového úřadu PLR a získala patent na „Způsob čištění odpadních vod“ dne 14. 1. 1983, číslo patentu 127 209. Při předčištění koncentrovaných odpadních vod v biologickém příkopu se snížilo znečištění na 60 % a účinnost zařízení  $\eta = 2,03$  kg BSK . m<sup>-3</sup> za den. Účinnost v roce 1985 byla 0,33 kg BSK . m<sup>-3</sup> za den. Navíc následoval rychlý vzrůst pH z 5,0 až 5,5 na pH = 8,0. Přiváděním do komor takto předčištěné odpadní vody se dosáhlo řádného methanového kvašení, čímž poklesl celkový obsah těkavých kyselin a vzrostlo pH v komorách.

### Biologické rychlofiltry

Biologické filtry patří do skupiny zařízení, ve kterých čištění odpadních vod probíhá v aerobních podmínkách. Ve filtru je uložen filtrační materiál odpovídajícího zrnění ve vrstvách. Objem filtru a výška náplně se vypočítají na základě množství a znečištění odpadních vod přiváděných na filtr. V závislosti na hydraulickém zatížení dělíme filtry na pomalé a rychlofiltry, v závislosti na velikosti přiváděného znečištění se filtry dělí na filtry s nízkým, středním, vysokým a velmi vysokým zatížením. Například filtry níže zatížené přijímají znečištění asi 200 g BSK . m<sup>-3</sup> za den a velmi zatížené filtry 3 až 8 tisíc g BSK . m<sup>-3</sup> za den. Biologické filtry v Józefowě přijímají 5 000 g BSK na 1 m<sup>3</sup> náplně za den. Filtry pro vysoké zatížení se stavějí vyšší a více se hydraulicky zatěžují. Často se pro zvětšení hydraulického zatížení zavádí podobně jako v Józefowě recirkulace odpadních vod.

Na filtr se přivádějí odpadní vody mechanicky vyčištěné a rozvádějí se rovnoměrně po povrchu filtru. Po projití vrstvou náplně se odpadní vody odebírají ze dna filtru k dalšímu čištění. Správná funkce filtru je podmíněna dostatečným přívodem kyslíku, dobou zdržení a přítomností biologické blány na zrnech náplně. V biologické bláně jsou obsaženy početné mikroorganismy (bakterie, houby, plísňe) a také makroorganismy (larvy much, červi aj.), které v aerobních podmínkách způsobují adsorpci

Tabulka 2. Číselné údaje charakterizující práci čistírny odpadních vod v Józefowě v roce 1985

Místo znečištění	Množství znečištěných odpadních vod (m <sup>3</sup> za den)		BSK <sub>5</sub> střední (g . m <sup>-3</sup> )		Znečištění odpad. vod $L$ (kg BSK za den)		Snížení znečištění		
	přítok	odtok	přítok	odtok	přítok	odtok	(kg BSK za den)	na daném zařízení (%)	ve vztahu $L_c$ (%)
Komory methanového kvašení	360	360	11 693,0	7 362,1	4 209,5	2 650,4	1 559,1	37,0	29,2
Biologické rychlofiltry	360 $V_o + V_r$	360 $V_o + V_r$	841,3	501,1	7 328,5	4 365,1	2 963,4	40,4	55,5
Aktivační příkopy	1 631	1 631	501,1	294,9	817,0	480,3	336,7	41,2	6,3
Biologické rybníky	1 631	1 095	294,5	87,3	480,3	95,6	384,7	80,1	7,2
Celkem							5 243,9		98,2

Vysvětlivky:  $V_r$  = 7080 m<sup>3</sup> za den — objem recirkulátu

$L_r$  = 3547,8 kg BSK za den — znečištění recirkulátu

$V_o$  = 1271 m<sup>3</sup> za den — objem odpadních vod „celkových“

$L_o$  = 1129,9 kg BSK za den — znečištění odpadních vod „celkových“

$L_c$  =  $L_s$  +  $L_o$  = 5339,4 kg BSK za den — celkové znečištění přicházející s odpadními vodami do čistírny



znečištění organického původu a jeho následující biologickou oxidací. Závady v práci filtrů jsou způsobovány velkým množstvím sedimentů a suspendovaných látek v odpadních vodách, čímž se ucpávají kanálky a tak se zmenšuje nebo znemožňuje průchod vzduchu. Výsledkem nadměrného zatížení těmito látkami je tzv. ucpání filtru a dalším důsledkem zahnívání jako následek nedostatku přístupu vzduchu. Čistírna v Józefowě má 4 filtry pracující v párech, zapojené jako dvoustupňové filtry. Odpadní vody se přivádějí pod nevelkým tlakem otvory v samočinně se otáčejících ramenech skrápěče. Každý z filtrů je 3,1 m vysoký, povrch je 227 m<sup>2</sup> a objem náplně 705 m<sup>3</sup>.

Na I. stupeň filtrace se přes vstupní usazovák přivádějí ze směšovací komory odpadní vody tzv. celkové (splaškové a z III. stupně separace), odpadní vody z II. stupně komor methanového kvašení a recirkulační voda z dosazováků za filtry. Hydraulické zatížení I. stupně filtrace je 19 m<sup>3</sup> . m<sup>-2</sup> za den, tedy jako u filtrů velmi zatížených. Zatížení organickým znečištěním je, jak již bylo dříve uvedeno, 5 000 g BSK . m<sup>-3</sup> za den. Odpadní vody vystupující z II. stupně filtrace přicházejí do dosazováku, kde se oddělují části biologické blány a jiné znečištění odstraněné během průtoku filtry. Podle údajů z tabulky 2 odstraňují biologické filtry v Józefowě 55,5 % celkového znečištění, což je 3 000 kg BSK za den. 1 m<sup>3</sup> náplně filtrů, počítáno za oba stupně, odstraňuje v průměru 1,05 kg BSK za den. Odpadní vody vystupující z dosazováku a vyznačující se velkou číro-  
stí jsou zaváděny do aktivačního příkopu.

#### Aktivační příkopy

Aktivační příkopy jsou poměrně novým zařízením pro čištění odpadních vod za podmínek silné oxidace. Zařízení pro přívod kyslíku má navíc úkol udržovat stálý pohyb kapaliny, což znemožňuje, aby aktivovaný kal sedimentoval na dně příkopu. Základní formou tohoto zařízení je příkop o lichoběžníkovém průřezu, skládající se ze dvou rovnoběžných přímých úseků, spojených půlkruhově na obou koncích. Příkopy rozdělujeme na okysličující a biologické [1]. Příkopy biologické se dělí na vysoko- a nízkozatížené. Limitní zatížení pro nízkozatížený příkop je 300 g BSK . m<sup>-3</sup> za den, při koeficientu oxidace  $k \geq 2$ . Příkopy vysoko zatížené BSK se vyznačují vytvářením většího množství aktivovaného kalu, a proto převážně pracují s dosazovákem. Vzhledem ke způsobu přivádění odpadních vod dělíme příkopy na a) příkopy průtočné s trvalým přítokem a odtokem odpadních vod, b) příkopy pracující cyklicky, c) příkopy kombinované (kombinace a i b). Příkopy v čistírně odpadních vod v Józefowě jsou průtočné s trvalým průtokem. Oba příkopy mají jeden společný dosazovák a přítok recirkulátu z dosazováku s rozdělením na oba příkopy. Rozměry aktivačního příkopu: délka  $L = 85$  m, celková výška  $H = 1,6$  m, výška plnění  $H_1 = 1,3$  m, užitečný objem  $V = 740$  m<sup>3</sup>, úhel sklonu  $\alpha = 45^\circ$ . Nezbytné množství kyslíku je dodáno aerátorem namontovaným na podstavec s kapacitou oxidace  $OC = 60$  kg O<sub>2</sub> . h<sup>-1</sup>. V roce 1985 byl v Józefowě v činnosti pouze jeden ze dvou příkopů. Střední zatížení v tomto roce bylo 1,1 kg BSK . m<sup>-3</sup> za den. Průtok přiváděných odpadních vod byl 68 m<sup>3</sup> . h<sup>-1</sup> a jejich znečištění 501 g BSK . m<sup>-3</sup>. Při oxidačním koeficientu  $k = 1,76$  byla účinnost zařízení  $\eta = 0,45$  kg BSK . m<sup>-3</sup> za den. Ve vztahu k celkovému zatížení čistírný příkop snížil znečištění o 6,3 %, tj. ekvivalentní 336,7 kg BSK za den. Poslední etapou čištění odpadních vod jsou třístupňové biologické rybníky.

#### Biologické rybníky

Biologickými rybníky jsou nazývány velké zemní nádrže, do kterých se přivádějí odpadní vody nejčastěji po mechanickém a biologickém předčištění [5]. Z hlediska procesů v nich probíhajících a jejich hloubky se dělí na rybníky: a) aerobní (oxidační), které získávají kyslík jako výsledek přirodních procesů, b) aerobní provzdušňované, c) aerobní; anaerobní (fakultativní), d) bezkyslíkaté.

Rybníky v Józefowě jsou oxidačně fakultativní. Takové rybníky musí být mělké, aby se usnadnil přístup slunečního světla do hloubky vrstvy odpadních vod [5]. Přes nevelkou hloubku se ve všech oxidačních rybnících vytvářejí dvě vrstvy, horní kyslíková a spodní bez kyslíku [5]. Světlo a teplota mají vliv na fotosyntézu, která je částí metabolismu zelených řas přítomných v rybníce. V komplexu,

skládajícím se ze tří rybníků za sebou, kde první je rybník bez kyslíku, dosahuje se snížení BSK o 80 až 95 % [6].

Čištění v oxidačních rybnících v Józefowě se provádí takto třístupňově. Rybník 1 je anaerobní vzhledem k vysokému obsahu BSK přiváděných odpadních vod — 294,5 g . m<sup>-3</sup>. Rybník 1 plní též úlohu usazováku pro lehce sedimentovatelné látky, které potom podléhají anaerobnímu rozkladu, který probíhá na dně rybníka. V rybnících 2 a 3 již převažuje aerobní vrstva nad bezkyslíkovou. V letních obdobích se v rybníku 2 a zvláště hojně v rybníku 3 objevuje Daphnia. Komplex třístupňových biologických rybníků odbourává organické znečištění 384,7 kg BSK za den, tj. snížení BSK o 80,1 %. Výsledkem působení všech etap čištění, které probíhá ve více- a třístupňově čistírně v Józefowě, je zmenšení organického znečištění vyjádřeno jako BSK o 98,2 %. Existuje reálná možnost získat vyšší pokles BSK než v uplynulých letech, ale bez nutných oprav a modernizace, zvláště komor methanového kvašení, je to zatím nedosažitelné.

#### Literatura

- [1] BROCKETT, O. D., ORCHARD, T. A.: Wat. Res., 9, 1975, s. 315.
- [2] CYWIŃSKI, B. et al.: Oczyszczanie ścieków, I, Arkady, Varšava, 1983, s. 69.
- [3] KOHLER, R.: Wasser Luft u. Betr., 17, 1973, s. 342.
- [4] KRZYŻANIAK, D.: Przem., 2, 1957, s. 244.
- [5] KOZIÓROWSKI, B.: Oczyszczanie ścieków przemysłowych, WNT, Varšava, 1980, s. 45.
- [6] SCHMIDT, G. P.: Wasserwirtschaft — Wassertechnik, 25, 1975, s. 274.

Lektoroval Ing. Jan Jílek  
Přeložil Ing. František Soukup

Woynarowska, B.: Čištění průmyslových odpadních vod v závodech na výrobu lihovin a droždí Polmos - Józefow v Polské lidové republice. Kvas. prům. 33, 1987, č. 12, s. 361—363.

Příspěvek popisuje funkci kombinované čistící stanice odpadních vod v droždárně Józefow v Polské lidové republice. Zároveň se uvádějí některé parametry zařízení a čistící efekt jednotlivých stupňů stanice, včetně konečného dosaženého stupně vyčištění odpadní vody za roky 1981 až 1985, který dosahuje hodnot kolem 98 % původního zatížení.

Войнаровска, Б.: Очистка промышленных сточных вод на заводе производства спиртных напитков и дрожжей Полмос, г. Йозефов (ПНР). Квас. прум. 33, 1987, № 12, стр. 361—363.

Статья описывает функцию комбинированной водоочистной станции для сточных вод на заводе производства дрожжей — Йозефов в ПНР. Одновременно приводятся некоторые параметры оборудования и эффект очистки на отдельных ступенях станции, включая достигнутую степень очистки сточной воды за 1981—1985 годы, которая составляет величины около 98 % исходной нагрузки.

Woynarowska, B.: Industrial Waste Water Treatment in Factory for Spirituous Liquid and Yeast Polmos - Józefow in Poland. Kvas. prům. 33, 1987, No. 12, pp. 361—363.

The function of a combined waste water treatment plant in baker's yeast factory in Józefow in Poland is described. Some parameters of the equipment, the purifying effect of the individual plant stages and the final degree of purification achieved in the time period between 1981 and 1985 (about 98 % of the original loading) are discussed.

Woynarowska, B.: Reinigung der industriellen Abwässer in der Spiritus- und Hefefabrik Polmos in Józefow in der Volksrepublik Polen. Kvas. prům. 33, 1987, Nr. 12, S. 361—363.

In dem Beitrag wird die Funktion der kombinierten Abwasser-Reinigungsstation in der Hefefabrik Józefow in der Volksrepublik Polen beschrieben. Es werden zugleich einige Parameter der Anlage und des Reinigungseffekts der einzelnen Stufen der Station angeführt, sowie auch der erzielte Endeffekt der Abwasserreinigung in den Jahren 1981 bis 1985, der Werte um 98 % der ursprünglichen Belastung erreicht.