

# Skuteczność oczyszczania ścieków farbiarskich

Małgorzata JĘDRZEJCZAK\*, Krzysztof WOJCIECHOWSKI - Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych, Politechnika Łódzka

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2016, 70, 3, 150–157

## Wstęp

Ochrona wód powierzchniowych jest jednym z najważniejszych zadań współczesnej ochrony środowiska. Może być realizowana przez ograniczenie zrzutów nieoczyszczonych ścieków przemysłowych do odbiorników, kompleksowe oczyszczanie tych ścieków oraz zamykanie obiegów wody w zakładach produkcyjnych.

Ścieki barwne należą do tej grupy ścieków przemysłowych, które sprawiają duże kłopoty w procesach oczyszczania. Szybkie zmiany w technologii produkcji i aplikacji, a także różnorodność stosowanych obecnie barwników w różnych gałęziach przemysłu (od chwili odkrycia pierwszego barwnika syntetycznego przed 150 laty wprowadzono do produkcji ok. 10 000 rozmaitych środków barwiących [1]) utrudniają opracowanie prostej, uniwersalnej, a jednocześnie efektywnej i ekonomicznej metody usuwania barwników ze ścieków.

Różnorodność etapów i procesów technologicznych stosowanych przy obróbce i wykańczeniu tkanin nie pozwala zdefiniować typowego procesu produkcyjnego. Z tego powodu nie ma również typowego składu, ani typowej ilości powstających ścieków. Procesy prowadzone w zakładach włókienniczych, takie jak pranie, bielenie, warzenie, zmiękczenie, farbowanie i inne, generują różnorodne zanieczyszczenia w wodach technologicznych: tłuszcze, woski, środki bielące, dekstryny, barwniki i detergenty. Ścieki po procesie barwienia zawierają również znaczne ilości soli ( $\text{NaCl}$  bądź  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) oraz organiczne i nieorganiczne środki pomocnicze (kwasy bądź alkalia, środki wyrównujące, zagęstniki, hydrosulfit sodowy, detergenty, siarczany i octany amonowe, środki utleniające itd.). Ich stężenie w ściekach jest bliskie stężeniu początkowemu, ponieważ nie są one zużywane. Ich zadaniem jest stworzenie odpowiednich warunków do prawidłowego przebiegu procesu barwienia. Skład i ilość powstających ścieków zależy od rodzaju barwionego materiału (bawełna, wełna, włókna syntetyczne) i jego formy (włókno, przędza, motki, nawoje, tkanina, wyroby gotowe), metody barwienia (okresowa, ciągła czy półciągła), intensywności wybarwienia [2]. Zasadniczy ładunek zanieczyszczeń pochodzi z bielenia i farbowania.

Przemysł włókienniczy powszechnie uważany jest za wodochłonny. Objętość produkowanych ścieków w zakładach zajmujących się obróbką i wykańczaniem tkanin (w tym barwieniem i modyfikacjami w celu nadania specyficznych właściwości) może osiągać wartości od  $100 \text{ dm}^3/\text{kg}$  surowca dla wyrobów z włókien sztucznych, aż do ponad  $300 \text{ dm}^3/\text{kg}$  dla wyrobów wełnianych [3] i równa jest ok. 90% ilości zużywanej wody. Pozostałe 10% odparowuje bądź jest unoszone z włóknem [2].

Oczyszczanie ścieków włókienniczych może być realizowane trzema drogami: w biologicznej oczyszczalni ścieków na terenie zakładu, w miejskiej oczyszczalni poza zakładem, poprzez selekcję oddzielnych strumieni ścieków i ich oczyszczanie w/lub poza zakładem. Efektywność oczyszczania biologicznego zależy przede wszystkim od uśrednienia ścieków i wyrównania ich dopływu do komór z osadem czynnym. Najlepsze rezultaty oczyszczania osiąga się przy mieszaniu ścieków farbiarskich z bytowymi w proporcji 1:1. Usunięcie barwy ze ścieków może być jednak w większym stopniu wynikiem adsorpcji na komór-

kach mikroorganizmów osadu czynnego niż ich biodegradacji [4]. Dodatkowym aspektem w oczyszczaniu biologicznym jest działanie bakteriostatyczne niektórych barwników, co może zakłócać prawidłową pracę osadu czynnego [5].

Razem z biologicznym oczyszczaniem ścieków powszechnie stosowane są metody oczyszczania mechanicznego. Podczas dwugodzinnej sedymentacji można uzyskać 40–50% zmniejszenie ilości zawiesin, 15–20% redukcję barwy i zmniejszenie wartości  $\text{BZT}_5$  od 8–40% [2].

Do oczyszczania ścieków włókienniczych można stosować również filtrację, wirowanie, koagulację solami wapnia czy glinu. Z metod chemicznych najpopularniejsze są neutralizacja i utlenianie (związkami chloru lub ozonu [6]). Spośród metod fizykochemicznych oczyszczania ścieków włókienniczych stosowane są: koagulacja, elektrokoagulacja, flokulacja, współstrącanie, elektroliza, flotacja i sorpcja. Jedną z najczęściej stosowanych metod membranowych jest ultrafiltracja. Metoda odwróconej osmozy umożliwia odzysk wody, a koncentrat może zostać wykorzystany w procesie barwienia.

Pomimo wielu dostępnych metod skutecznego oczyszczania włókienniczych ścieków przemysłowych, w polskich zakładach proces oczyszczania ogranicza się często do przetrzymywania ścieków w osadnikach. Niekiedy wybrane strumienie ścieków są podczyszczane chemicznie, a następnie, po zmieszaniu ze ściekami z pozostałych oddziałów, odprowadzane są do kanalizacji miejskiej lub do odbiornika.

Rozwój przemysłu włókienniczego powinien uwzględniać zarówno aspekt ekonomiczny (konkurencyjność zakładów jednostkowych na rynku), jak i ekologiczny. Zgodnie z założeniami zrównoważonego rozwoju, w nowoczesnych zakładach zajmujących się obróbką i wykańczaniem tekstyliów należy przede wszystkim dążyć do ograniczenia zużycia wody i energii (np. przez zawracanie części wody procesowej), zużycia chemikaliów, barwników i środków pomocniczych, ograniczenia ilości powstających ścieków oraz emisji zanieczyszczeń do wód i do atmosfery.

W niniejszej pracy przedstawiono analizę rzeczywistej skuteczności oczyszczania ścieków z zakładów barwiarskich, na przykładzie pięciu farbiarni znajdujących się w województwie łódzkim. W ramach pracy przeprowadzono szereg badań kontrolnych sprawdzających rzeczywiste wartości parametrów ścieków przed i po procesie oczyszczania na terenie wybranych zakładów, przed wprowadzeniem ich do kanalizacji miejskiej (zgodnie z Uchwałą Rady Miejskiej w Łodzi nr XIX/239/03 z dnia 24.09.2003 r. w sprawie wprowadzenia „Regulaminu dostarczenia wody i odprowadzania ścieków na terenie miasta Łodzi”).

## Materiał i metody

Ścieki do badań pobrano z 5 zakładów znajdujących się na terenie województwa łódzkiego. Z każdej farbiarni pobrano po dwie próby ścieków: jedną surową, drugą po oczyszczeniu w przyzakładowej oczyszczalni. W pobranych ściekach dokonano oznaczeń wskaźnika  $\text{ChZT}$  metodą dwuchromianową, przeprowadzono analizę spektrofotometryczną próbek, zbadano zawartość chlorków (metodą argentometryczną), określono poziom pH, zawartość zawiesin, suchej pozostałości oraz określono ilość substancji rozpuszczonej (metodą wagową).

Autor do korespondencji:

Małgorzata JĘDRZEJCZAK, e-mail: malgorzata.jedrzejczak@p.lodz.pl

**Zakład I**

Zakład zajmuje się barwieniem dzianin oraz tkanin żakardowych i płaskich, wykonywanych z następujących surowców: bawełna, poliester, wiskoza, wełna, lycra oraz poliuretan. Stosowane środki barwiące, to barwniki reaktywne, zawieszinowe, bezpośrednie i kwasowe. Ilość odprowadzanych ścieków do kanalizacji miejskiej wynosi ok. 30 m<sup>3</sup>/h. Farbiarnia posiada przyzakładową mechaniczną oczyszczalnię ścieków wykorzystującą procesy filtracji, sedymentacji i neutralizacji oraz odzysku energii cieplnej. Docelowo zakład przewiduje rozbudowę systemu oczyszczania ścieków o moduł filtracji membranowej.

**Zakład II**

Zakład drugi zajmuje się barwieniem tkanin, takich jak: bawełna, wiskoza, poliestr, poliamid, wełna, akryl. Stosowane grupy barwników, to barwniki reaktywne, zawieszinowe, kwasowe. Zakład barwiarских posiada własną przyzakładową oczyszczalnię wykorzystującą zbiorniki przejściowe, w których poprzez odzysk ciepła uśredniony zostaje parametr temperatury oraz parametr pH – przy użyciu kwasu solnego.

**Zakład III**

Zakład zajmuje się barwieniem szerokiej gamy produktów tekstylnych. Środki barwiące wykorzystywane w farbiarni, to barwniki kwasowe i metalokompleksowe, reaktywne dwufunkcyjne skoncetrowane, reaktywne wielofunkcyjne, zawieszinowe. Do oczyszczania ścieków zakład stosuje otwarty poziomy osadnik przepływowy. Ilość wytwarzanych ścieków, to ok. 50 m<sup>3</sup>/h. Z trzech osadników nieczynne są dwa, wraz z aeratorem. Ścieki dostają się kanałem zamkniętym do osadnika, z którego bezpośrednio trafiają do kanalizacji miejskiej.

**Zakład IV**

Pod względem sposobu oczyszczania ścieków, opisywany zakład jest najbardziej zaawansowaną farbiarnią. Specjalizuje się w barwieniu, bieleniu, praniu, uszlachetnianiu, wykańczaniu oraz druku cyfrowym dzianin i tkanin: bawełny, wiskozy, poliestru, poliamidu, wełny, akrylu i innych.

Ścieki w zakładzie dzielone są na dwie grupy: podatne na oczyszczanie metodami biologicznymi oraz trudno ulegające biodegradacji, które oczyszczane są metodami chemicznymi. Farbiarnia odprowadza ok. 75m<sup>3</sup> ścieków na godzinę. Oczyszczalnia zlokalizowana na terenie zakładu składa się z wielu modułów służących podczyszczeniu ścieków: zbiornik wyrównawczy ścieków, filtr bębnowy siatkowy do oddzielania cząsteczek stałych, rurowy wymiennik ciepła, korekta pH i koagulacja (w module zastosowano nowatorską metodę biokoagulacji przez wybór biodegradowalnego koagulantu), reaktor biologiczny w systemie trójstopniowym, ozonowanie, stabilizacja osadu.

**Zakład V**

Zakład V jest najmniejszym z omawianych; jego produkcja opiera się na barwieniu materiałów, takich jak: lycra, stretch oraz mikrofibra, barwnikami metalokompleksowymi i kwasowymi. Ścieki z procesu barwienia są wstępnie mechanicznie oczyszczane na sitach. W trakcie drugiego etapu trafiają do osadnika, w którym zachodzi proces koagulacji przy użyciu siarczanu glinu.

W Tablicy I przedstawiono zestawienie jakościowe odprowadzanych ścieków (wg danych z poszczególnych zakładów barwiarских) oraz porównano je z Uchwałą Rady Miejskiej w Łodzi nr XIX/239/03 z dnia 24.09.2003 r. w sprawie wprowadzenia „Regulaminu dostarczenia wody i odprowadzania ścieków na terenie miasta Łodzi”.

**Parametry fizyko-chemiczne ścieków z wybranych zakładów barwienia i wykańczania tekstyliów (dane uzyskane z zakładów) oraz wartości dopuszczalne zawarte w Uchwale Rady Miejskiej w Łodzi z dnia 24.09.2003 r.**

Wskaźnik zanieczyszczenia	Jednostka	Wartości średnie					Wartości dopuszczalne
		I	II	III	IV	V	
Temperatura ścieków	°C	29,8–31,5	29,8–31,5	18–22	18–22	37–40	< 35
Odczyn	pH	7,93–9,47	7,7–8,3	6,9–7,2	6,5–8,0	5,4–5,2	6,5–9,5
BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	310	57	152	202	450	500
CHZT <sub>Cr</sub>	mg O <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>	692	230	355	405	956	1000
Chlorki	mg Cl <sup>-</sup> /dm <sup>3</sup>	322	1284	311	382	189	2000
Azot amonowy	mg N <sup>-</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /dm <sup>3</sup>	20,3	0,73	4,2	5,5	17	30
Substancje powierzchniowooczyszczające anionowe	mg/dm <sup>3</sup>	2,15	0,54	6,7	5,7	11	15
Fosfor ogólny	mg P/dm <sup>3</sup>	4,45	4,45	2,5	4,1	6,2	15
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /dm <sup>3</sup>	24,2	80	187	192	202	500
Zawiesina ogólna	mg/dm <sup>3</sup>	268	129	87	120	320	450
Ekstrakt estrowy	mg/dm <sup>3</sup>	21,8	19,9	25	32	42	100

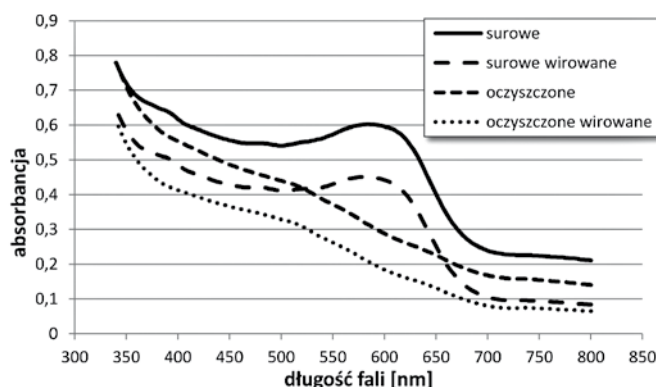
**Analiza spektrofotometryczna badanych próbek**

Do badań spektrofotometrycznych próbek ścieków wykorzystano spektrofotometr HITACHI U–2800 oraz dedykowany program HITACHI UV SOLUTIONS. Wykresy widm mieściły się w zakresie fal od 340 do 800 nm. Wykonano widma z prób: surowej, oczyszczonej, surowej po odwirowaniu oraz oczyszczonej po odwirowaniu. W celu ustalenia stopnia redukcji barwy po oczyszczeniu ścieków, dla każdego widma oszacowano pole powierzchni pod wykresem metodą numeryczną przybliżonego obliczania całek oznaczonych.

**Wyniki i dyskusja**

**Analiza spektrofotometryczna**

Analiza spektrofotometryczna wykazała, że najczęściej wykorzystywanymi w zakładach środkami barwiącymi są barwniki fioletowo-niebieskie. Stopień usunięcia barwy ze ścieków surowych i poddanych procesowi oczyszczania z wybranych zakładów jest bardzo różny. Ze względu na brak regulacji prawnych, oczyszczanie ścieków w przyzakładowych oczyszczalniach nie uwzględnia usunięcia barwy.



**Rys. 1. Przykładowa analiza spektrofotometryczna ścieków surowych i oczyszczonych. Próbkę pobrano z Zakładu III**

Rysunek 1 przedstawia przykładowe widma próbek ścieków pobranych w Zakładzie III. Na wykresie przedstawiono próbki ścieków surowych i po procesie oczyszczania. Ze względu na dużą mętność, próby obu rodzajów ścieków wirowano i ich widma również analizowano. Analogicznie postępowano z próbkami ścieków pobranych z innych zakładów farbiarskich na terenie Łodzi i okolic.

W Tabelicy 2 przedstawiono wyniki analizy widm spektralnych próbek ścieków. Ze względu na zawartość kilku środków barwiących, stopień redukcji barwy i zawiesiny w badanych ściekach określono na podstawie różnic w polach powierzchni pod wykresami widm.

**Tabelica 2**

**Stopień redukcji barwy i mętności ścieków oczyszczonych w stosunku do ścieków surowych, %**

	Surowe wirowane	Oczyszczone	Oczyszczone wirowane
Zakład I	6,32	41,09	47,02
Zakład II	52,77	45,54	65,38
Zakład III	24,67	18,51	39,75
Zakład IV	22,75	69,70	73,17
Zakład V	11,02	-19,57	-0,31

Zmniejszenie wartości absorbancji w roztworach może nastąpić w wyniku ich odbarwienia, bądź zmniejszenia ilości zawiesin, które skutecznie redukują ilość przenikającego światła. W analizowanych próbkach samo odwirowanie ścieków surowych zmniejszyło wartość absorbancji od 6 aż do 53% (Zakład II). Przedstawione analizy świadczą, że po procesie oczyszczania, w ściekach pozostaje wciąż duża ilość zawiesin (odwirowanie tych prób spowodowało w dwóch przypadkach dalszy spadek absorbancji aż o 20% w stosunku do ścieków surowych).

W Tabelicy 3 umieszczono wyniki analiz chemicznych próbek ścieków pobranych z zakładów farbiarskich. Przedstawione wyniki dotyczą prób surowych (pobranych po zakończonym procesie barwienia) oraz ścieków oczyszczonych, wprowadzanych do kanalizacji miejskiej. Określono również procentową zmianę wybranych parametrów w ściekach oczyszczonych w stosunku do ścieków surowych. Zaznaczono (bold) te parametry, które przekraczają dopuszczalne wartości określone w Uchwale Rady Miejskiej w Łodzi.

Wyniki analizy chemicznego zapotrzebowania na tlen wskazują, że w dwóch z pięciu przypadkach ścieki oczyszczane w zakładowych oczyszczalniach nie spełniają wymagań odprowadzenia ich do systemu kanalizacji miejskiej. Przekroczenie norm dla ChZT wynika prawdopodobnie z dużej zawartości związków organicznych, spowodowanej złym stanem technicznym osadników. Dopuszczalna ilość zawiesiny w przedstawianej analizie w jednym przypadku przekracza regulaminowe normy (Zakład V). Wynika to z nieodpowiedniego utrzymania osadnika (dopływ dużych ilości związków humusowych i tłuszczu). Sucha pozostałość, będąca sumą ilości zawiesin oraz substancji rozpuszczonych, w dwóch przypadkach na pięć nie została zredukowana. Ilość substancji rozpuszczonych zależy głównie od ilości substancji pomocniczych stosowanych w procesie barwienia, takich jak: sól, sól Glauberska, soda amoniakalna, soda kaustyczna, kwas octowy, woda utleniona, hydrosulfit czy siarczan amonu. W jednym na pięć przypadków, ilość substancji rozpuszczonych znacznie wzrosła po procesie oczyszczania. Wzrost ten jest skorelowany ze znacznym zwiększeniem ilości chlorków w badanych ściekach. Zakład II używa kwasu solnego do zobojętniania dość wysokiego odczynu alkalicznego, co może być przyczyną zwiększenia stężenia zarówno chlorków, jak i ogólnej ilości substancji rozpuszczonych.

**Tabelica 3**

**Zestawienie wartości parametrów analizowanych w badanych ściekach surowych i po procesie oczyszczania z wybranych zakładów farbiarskich w województwie łódzkim**

Zakład	Próbka	pH	CHZT mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup> % red.	Chlorki mg/dm <sup>3</sup> % red.	Zawiesina ogólna mg/dm <sup>3</sup> % red.	Sucha pozostałość mg/dm <sup>3</sup> % red.	Substancje rozpuszczone mg/dm <sup>3</sup> % red.
I	surowa	7,56	915	1420	37	3188	3151
	oczyszcz.	7,78	455 50%	710 50%	40 -8%	1360 57%	1320 58%
II	surowa	9,27	928	130	113	1135	1022
	oczyszcz.	7,14	<b>1055</b> -14%	1331 -924%	86 24%	3312 -192%	3226 -216%
III	surowa	10,04	1344	976	54	2016	1962
	oczyszcz.	<b>10,11</b>	799 41%	1420 -45%	80 -48%	1603 20%	1523 22%
IV	surowa	9,30	1874	350	44	4554	4510
	oczyszcz.	8,62	786 58%	335 4%	2 95%	3135 31%	3133 31%
V	surowa	4,80	1028	290	27	1132	1105
	oczyszcz.	<b>4,35</b>	<b>2520</b> -145%	415 -43%	<b>1119</b> -4044%	1682 -49%	563 49%

(czcionką pogrubioną zaznaczono wartości przekraczające normy zawarte w Uchwale)

## Wnioski

Pomimo upadku przemysłu włókienniczego w województwie łódzkim, wciąż na terenie Łodzi i okolic znajduje się wiele zakładów zajmujących się barwieniem i wykańczaniem tkanin. Ścieki produkowane w tych zakładach charakteryzują się przede wszystkim silnym zabarwieniem, zmienną zawartością różnego rodzaju substancji chemicznych oraz kwaśnym, bądź alkalicznym, odczynem.

Ścieki ze wszystkich analizowanych zakładów barwiarskich odprowadzane są do kanalizacji miejskiej. Ich parametry nie muszą więc spełniać rygorystycznych norm dla ścieków wprowadzanych bezpośrednio do wód lub do ziemi [7]. Ponadto Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi, przyjmująca ścieki z analizowanych zakładów, jest obliczona na 1 mln RLM, a średnia wielkość dopływu ścieków sięga 195,6 tys. m<sup>3</sup>/d, nie jest więc wrażliwa na nieregularne zrzuty nawet bardzo zanieczyszczonych ścieków. Niemniej dbałość o stan środowiska naturalnego oraz przepisy lokalne określające dopuszczalne wartości parametrów ścieków zrzucanych do kanalizacji miejskiej nakazują zakładom zlokalizowanym w Łodzi i okolicach stosowanie technologii wstępnego podczyszczania ścieków barwnych. Ze względu na zaobserwowany zły stan techniczny urządzeń służących eliminacji zanieczyszczeń z wód technologicznych (osadnik), w Zakładzie V zaobserwowano przekroczenie dopuszczalnych wartości parametrów ścieków, mimo deklarowanych przez zakład wartości prawidłowych. Zarośnięty i zanieczyszczony osadnik (do którego doprowadzane są również ścieki bytowo-gospodarcze z zakładu), jest dodatkowym źródłem substancji humusowych oraz tłuszczów w ściekach odprowadzanych do kanalizacji.

Tylko jedna z analizowanych farbiarni (Zakład IV) posiada rozbudowany, wielomodułowy system oczyszczania ścieków zakładowych, z zwracaniem części wód procesowych oraz odzyskiem ciepła i części chemikaliów [8]. Projekt oczyszczania ścieków i zamykania obiegów wody realizowany jest na podstawie wytycznych BAT (Best Available

Technics) – najlepszych dostępnych technik dla przemysłu włókienniczego [9]. Dzięki niemu uzyskiwany jest ok. 58% spadek wartości CHZT, 95% zmniejszenie zawartości zawiesiny ogólnej oraz 70% redukcja barwy. Zakład ten jest jedną z najnowocześniejszych farbiarni w Polsce, często wprowadza i testuje nowatorskie rozwiązania, zarówno z zakresu procesu barwienia jak i oczyszczania ścieków.

W większości analizowanych przypadków ścieki z zakładów farbiarskich z Łodzi i okolic spełniały obowiązujące normy prawne. Jednak normy te nie obejmują obecnie wszystkich parametrów mogących mieć wpływ na mikroorganizmy osadu czynnego czy złożeń biologicznych, takich jak zawartość metali ciężkich (pochodzących z barwników metalokompleksowych), czy toksyczność ścieków. W dużych oczyszczalniach, takich jak GOŚ, ścieki przemysłowe są rozcieńczane w znacznym stopniu przez ścieki bytowo-gospodarcze i deszczowe. W przypadku małych oczyszczalni biologicznych, zrzut ścieków farbiarskich może zakłócać ich pracę.

## Literatura

1. Czajkowski W.: *Nowoczesne barwniki dla włókiennictwa*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej 2006, str. 5.
2. Anielak A.M.: *Chemiczne i fizykochemiczne oczyszczanie ścieków*. PWN 2002, str. 291–306.
3. Mihiłka M.: *Charakterystyka technologiczna przemysłu włókienniczego w Unii Europejskiej*. Ministerstwo Środowiska 2003.
4. Kapdan I.K., Kargi F.: *Simultaneous biodegradation and adsorption of textile dyestuff in an activated sludge unit*. *Process Biochemistry* 2002, **37**(9), 973–81.
5. Shahmoradi Ghaheh F., Mortazavi S.M., Alihosseini F., Fasih A., Shams Nateri A., Abedi D.: *Assessment of antibacterial activity of wool fabrics dyed with natural dyes*. *Journal of Cleaner Production* 2014, **72**, 139–45.
6. Constapel M., Schellentrager M., Marzinkowski J., Gab S.: *Degradation of reactive dyes in wastewater from the textile industry by ozone. Analysis of the products by accurate masses*. *Water Research* 2009, **43**(3), 733–43.

7. Dz. U. 2006 nr 137, Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 lipca 2006 r. w sprawie warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, oraz w sprawie substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego.
8. Bilińska L., Bemsa J., Biliński K., Ledakowicz S.: *Zintegrowana chemiczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków włókienniczych*. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna* 2012, **51**(4), 95–97.
9. European Commission, 2003. *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Reference Document on Best Available Technics for the Textiles Industry*.

Dr Małgorzata JĘDRZEJCZAK, zatrudniona obecnie na stanowisku adiunkta w Instytucie Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych Politechniki Łódzkiej, jest absolwentką Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi Uniwersytetu Łódzkiego. Zajmuje się badaniami mikrobiologicznej degradacji i dekoloryzacji barwników azowych oraz zagadnieniami toksyczności ścieków miejskich. Jest współautorką 14 artykułów w prasie naukowej i naukowo technicznej oraz 37 komunikatów na krajowych i zagranicznych konferencjach i sympozjach.  
e-mail: malgorzata.jedrzejczak@p.lodz.pl, tel.: 42 631 35 98

Dr hab. inż. Krzysztof WOJCIECHOWSKI jest profesorem nadzwyczajnym Politechniki Łódzkiej, zatrudnionym obecnie w Instytucie Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych PŁ. Będąc przez wiele lat pracownikiem Katedry Barwników PŁ zajmował się badaniami nad zależnościami budowy i właściwości barwników oraz wykorzystaniem obliczeniowych metod kwantowo-chemicznych do ich przewidywania. Obecnie zajmuje się zagadnieniem skutków ekologicznych stosowania barwników i eliminacji wynikających z tego zagrożeń dla środowiska naturalnego. Jest autorem i współautorem 68 opublikowanych prac, 92 komunikatów i 7 patentów.  
e-mail: krzysztof.wojciechowski.l@p.lodz.pl, tel.: 42 631 35 23

## Aktualności z firm

News from the Companies

Dokończenie ze strony 149

### Ponad 146 mln PLN dla dużych przedsiębiorstw na innowacyjne projekty

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ogłosiło wyniki konkursu dla dużych firm w tzw. szybkiej ścieżce. Dzięki wsparciu NCBR przedsiębiorcy będą realizować nowatorskie, ambitne projekty badawczo-rozwojowe. Pierwsza na świecie rodzina autonomicznych pojazdów trakcyjnych do realizacji przewozów w ruchu pasażerskim, hodowla nowoczesnych odmian wybranych gatunków zbóż oraz grochu w oparciu o innowacyjne metody biotechnologiczne, technologia wytwarzania kabli średniego napięcia z półprzewodzącymi ekranami zawierającymi nanonapełniacze hybrydowe oraz energooszczędne metro o podwyższonym poziomie komfortu i bezpieczeństwa to niektóre nowatorskie projekty B+R dużych polskich firmy, które uzyskały dofinansowanie w tzw. szybkiej ścieżce.

Budżet konkursu wynosi 750 mln PLN, a minimalna wartość kosztów kwalifikowalnych projektu dofinansowanego w ramach konkursu musiała wynosić 12 mln PLN. Przedsiębiorcy złożyli 114 wniosków o dofinansowanie. Po 90 dniach, na podstawie oceny ekspertów, NCBR wyłonił 12 najlepszych projektów, które otrzymają wsparcie w wysokości ponad 146 mln PLN. Wkład własny przedsiębiorców wyniósł prawie 165 mln PLN. Dofinansowanie otrzymają trzy firmy z woj. małopolskiego, po dwie z woj. mazowieckiego i woj. wielkopolskiego oraz po jednej z województw: lubelskiego, kujawsko-pomorskiego, podkarpackiego, pomorskiego i śląskiego. (kk)

(<http://www.ncbir.pl/>, 1.03.2016)

### Druga edycja konkursu dla „liderów fotoniki”

Studenci i absolwenci polskich uczelni, którzy mają na swoim koncie pracę dyplomową w dziedzinie fotoniki, mogą wziąć udział w drugiej edycji konkursu „Lider Fotoniki”. Zgłoszenia należy przesyłać do 15 kwietnia br. Na zwycięzcę czeka płatny staż lub nagroda pieniężna. Celem konkursu organizowanego przez Polskie Centrum Fotoniki i Światłowodów jest wyłonienie najlepszych prac naukowych z zakresu fotoniki i nagrodzenie ich twórców. Udział w konkursie może wziąć każdy, kto między 1 października 2014 r. a 30 września 2015 r. obronił pracę licencjacką, inżynierską lub magisterską z zakresu fotoniki. (kk)

(<http://naukawpolsce.pap.pl/>, 23.02.2016)

### „Innovators Under 35” – promocja innowacyjnych Polaków

Innowatorów przed 35. rokiem życia, którzy mają na swoim koncie wizjonerskie projekty technologiczne, można zgłaszać do prestiżowego, międzynarodowego konkursu „Innovators Under 35”. Kandydatury do drugiej, polskiej edycji można zgłaszać do 14 kwietnia br.

Konkurs „Innovators Under 35” organizuje „MIT Technology Review” – najstarszy magazyn poświęcony technice, którego wydawcą jest renomowany Massachusetts Institute of Technology. Wybierani są w nim młodzi wizjonerzy i innowatorzy z różnych części świata. W Polsce konkurs odbędzie się po raz drugi, a jego partnerem jest Fundacja na rzecz Nauki Polskiej. (kk)

(<http://naukawpolsce.pap.pl/>, 18.02.2016)

Dokończenie na stronie 157