

Eliksir

ISSN 2449-5476

czasopismo naukowo-dydaktyczne Wydziału Chemicznego PŁ



10/2020-2021



Drodzy Czytelnicy,

po ponad rocznej przerwie spotykamy się ponownie na łamach i przy lekturze kolejnego numeru *Eliksiru*. Pandemia COVID-19 istotnie zmieniła warunki studiowania i pracy na uczelni, rozszerzając nauczanie zdalne kosztem kontaktowego. Ograniczyła też możliwości realizacji zajęć dodatkowych, jak prace w naukowych kołach chemicznych, czy prezentacje doświadczeń dla młodzieży szkolnej, a nawet bezpośrednie spotkania w gronie studentów.

W nowym numerze *Eliksiru* sporo miejsca zajmują biogramy naszych kolegów. Pierwszy dotyczy prof. dr hab. inż. Ludomira Ślusarskiego, znanego w kraju i za granicą specjalisty z zakresu technologii i inżynierii materiałów polimerowych. We wrześniu 2020 r. z ogromną przykrością pożegnaliśmy tragicznie zmarłego dra hab. inż. Rafała Kruszyńskiego, wybitnego i wszechstronnego naukowca z Instytutu Chemii Ogólnej i Ekologicznej PŁ. We wspomnieniach prezentujemy także biogramy dra hab. inż. Piotra Majewskiego, dra inż. Stanisława Wiktorowskiego i dra inż. Bogdana Olejniczaka. W części naukowej, podobnie jak w poprzednich wydaniach *Eliksiru*, znalazły się artykuły naukowe o bardzo zróżnicowanej tematyce, którą jednak łączy troska o stan naszego zdrowia i ochronę środowiska. Bardzo nas cieszy fakt otwarcia oraz możliwość odbywania zajęć w nowoczesnym gmachu Alchemium – Magia Chemii Jutra (więcej w następnym numerze).

Serdecznie zachęcamy do lektury niniejszego wydania licząc, że następny numer *Eliksiru* ukaże się na progu najbliższych wakacji. Zapraszamy chętnych na jego łamy zarówno z doniesieniami naukowymi, jak i relacjami z konferencji, wspomnieniami oraz wynikami pracy kół naukowych chemików.

Komitet Redakcyjny

Eliksir

czasopismo naukowo-dydaktyczne
Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej

Komitet Naukowy

prof. dr hab. inż. Marek Główka
prof. dr hab. inż. Tomasz Janecki
prof. dr hab. inż. Piotr Ulański
prof. dr hab. inż. Krzysztof Strzelec
dr hab. Piotr Polanowski, prof. PŁ

Komitet Redakcyjny

Redaktor naczelny
dr hab. inż. Agnieszka Czyłkowska, prof. PŁ
Zespół redakcyjny
dr inż. Dorota Adamczyk-Szabela
dr hab. inż. Małgorzata Szczesio
dr inż. Anna Turek
dr inż. Andrzej Żarczyński – sekretarz Redakcji

Wydawca: Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Projekt okładki: Komitet Redakcyjny „Eliksir”, fot. J. Szabela

Redakcja zastrzega sobie prawo do wprowadzania zmian, skracania i adiustacji tekstów

łamanie i druk: Drukarnia WIST Sp. z o.o., 95-100 Zgierz, ul. Barona 8 B, tel. 42 716 45 63

e-mail: drukarnia@wist.lodz.pl

Nr 10/2020-2021

Wszystkie artykuły zostały zrecenzowane przez promotorów/opiekunów prac



Spis treści:

HISTORIA WYDZIAŁU CHEMICZNEGO 5

Profesor dr hab. inż. Ludomir Ślusarski	5
Dr hab. inż. Rafał Piotr Kruszyński	7
Dr hab. inż. Piotr Majewski (1941 – 2020)	8
Dr inż. Stanisław Wiktorowski – wspomnienia	8
Dr inż. Bogdan Olejniczak (1938 – 2020)	9

ARTYKUŁY 10

Koronawirusy SARS i MERS jako protoplaści SARS-CoV-2	10
Azbest w materiałach budowlanych – zagrożenia i sposoby przeciwdziałania	13
Próba oszacowania biogazowego potencjału energetycznego gminy Błaszki. Cz. 2. Produkcja biogazu i energii z biomasy	19
Propozycja ankiety jako metody kompleksowej charakterystyki elektrowni wiatrowych	22
2 gramy dopaminy gwarancją poprawy każdego zbliżenia	26
Odsiarczanie biogazu z udziałem sorbentu SULPHUREX N w GOŚ ŁAM w Łodzi	30
Wiosenne wypalanie traw – karalne, szkodliwe dla środowiska, ale wciąż powszechne	36

KOŁO STUDENCKIE 40

5 lat POLIMERYzacji	40
---------------------------	----

AKTUALNOŚCI 42

Nagrodzone dyplomy z chemii 11. edycja konkursu	42
---	----

KĄCIK CZYTELNICZY 43

REKLAMA 45



Profesor dr hab. inż. Ludomir Ślusarski



Prof. dr hab. inż. Ludomir Ślusarski urodził się w Konstancji Łódzkiej 29 września 1931 r., zmarł w dniu 4 listopada 2020 r.

Był znanym w kraju i za granicą specjalistą z zakresu technologii i inżynierii materiałów polimerowych, a w szczególności elastomerów.

Po wojnie ukończył Gimnazjum i Liceum Ogólnokształcące

im. Mikołaja Kopernika w Łodzi, a następnie rozpoczął studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej. Studia chemiczne ukończył w roku 1954 i w tym samym roku rozpoczął pracę w Katedrze Technologii Kauczuków i Mas Plastycznych. W 1963 r. L. Ślusarski przedstawił pracę doktorską dotyczącą syntezy kredy strącanej i jej modyfikacji kwasem stearynowym. Promotorem rozprawy był prof. dr Stanisław Chrczonowicz. Po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych dr inż. L. Ślusarski odbył roczny staż naukowy w Moskiewskim Instytucie Lekkiej Technologii Chemicznej imienia M.W. Łomonosowa, gdzie współpracował ze znanym uczonym prof. Borysem Aleksandrowiczem Dogadkinem. W 1991 roku odbył półroczny staż naukowy w Deutsches Institut für Kautschuktechnologie w Hanowerze. W 1986 roku uzyskał stopień doktora habilitowanego nauk technicznych – rozprawa dotyczyła struktury węzłów sieci w elastomerach. W 1990 roku dr hab. inż. L. Ślusarski uzyskał tytuł profesora nauk technicznych, a w 1995 roku stanowisko profesora zwyczajnego.

W latach 1989-2001 był dyrektorem Instytutu Polimerów. W latach 1996-1999 był członkiem Senatu Politechniki Łódzkiej, przewodniczącym Komisji Senackiej ds. Budżetu i Finansów, przewodniczącym rad naukowych wielu instytutów przemysłowych. Po osiągnięciu wieku emerytalnego zajmował stanowiska: profesora konsultanta w Instytucie Technologii Polimerów i Barwników Politechniki Łódzkiej, w Instytucie Przemysłu Gumowego „Stomil” od 2002 r. do 2003 r., profesora w Instytucie Włókiennictwa (od 2007 r.). Czynn timer zawodowo Profesor Ślusarski pracował ponad 60 lat.

Główne kierunki zainteresowań naukowych Profesora to: struktura i właściwości elastomerów, kompozyty polimerowe, polimerowe materiały specjalne, w tym nanomateriały. Do osiągnięć Profesora należą: odkrycie efektów topochemicz-

nych w sieciowaniu elastomerów siarką oraz donorami siarki, uzyskanie nowych odmian sieci przestrzennych o węzłach jonowych bądź kompleksowych, poznanie zależności między strukturą a właściwościami usieciowanych elastomerów, w szczególności ich właściwościami mechanicznymi, tribologicznymi i termicznymi, odkrycie specyficznych oddziaływań między elastomerami a napełniaczami. Profesor jest autorem lub współautorem 11 monografii, 210 publikacji, 22 patentów, ponad 100 referatów. Utrzymywał liczne kontakty naukowe z ośrodkami europejskimi.

Profesor L. Ślusarski doprowadził do uruchomienia na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej nowego kierunku studiów – Inżynierii Materiałowej. Był wychowawcą młodzieży, około 150 studentów wykonało pod kierunkiem Profesora prace inżynierskie i magisterskie. Profesor był promotorem 12 prac doktorskich, z tej grupy trzy osoby uzyskały tytuły naukowe profesora. Pełnił funkcję promotora w przewodzie o uzyskanie tytułu doktora honoris causa prof. Alaina Vidala z CNRS Mulhouse (Francja). Wielokrotnie brał udział w konferencjach międzynarodowych również jako przewodniczący. W roku 2001 zorganizował w Pł konferencję europejską „Eurofillers’01” i był redaktorem wydanej przez Wiley monografii pt. „Fillers for the New Millenium”. Następną konferencją „Eurofillers’03” odbyła się w Alicante (w 2003 r.), gdzie Profesor pełnił rolę Przewodniczącego Komitetu Naukowego. We wrześniu 2006 r. był przewodniczącym Sympozjum „Polymer materials modified by nanoparticles”, które odbyło się w Warszawie pod patronatem European Materials Research Society. Profesor Ślusarski był wielokrotnie czynnym członkiem i Przewodniczącym Komitetu Naukowego cyklicznej Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Elastomery”, organizowanej od 1985 r. przez Instytut Przemysłu Gumowego „Stomil”. W latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku nawiązał owocną współpracę z byłym Rektorem Université de Haute-Alsace Mulhouse w Alzacji, prof. Jean-Baptiste Donnetem. Współpraca trwała przez wiele lat. Z inicjatywy prof. Ślusarskiego, prof. Jean-Baptiste Donnet otrzymał tytuł doktora honoris causa Politechniki Łódzkiej.

Profesor L. Ślusarski pełnił szereg odpowiedzialnych funkcji na rzecz nauki, był członkiem Rad Naukowych kilku instytutów naukowo-badawczych: w Instytucie Biopolimerów i Włókien Chemicznych – członkiem Rady Naukowej od 1997 r.; w Instytu-



cie Inżynierii Materiałów Włókienniczych – Przewodniczącym Rady Naukowej w latach 1997–2007; w Instytucie Przemysłu Gumowego „Stomil” – członkiem i Przewodniczącym w kilku kadencjach do 2007 r.; od 2007 przewodniczącym rady naukowej w Instytucie Włókiennictwa.

Od roku 1987 był członkiem prezydium i członkiem honorowym w Komitecie Nauki o Materiałach na IV Wydziale – Nauk Technicznych Polskiej Akademii Nauk, członkiem Zespołu Inżynierii Materiałowej i Technologii Materiałowych (T-08) – Komitetu Badań Naukowych, od 1994 roku był członkiem w Komitecie Chemii Analitycznej na III Wydziale – Nauk Matematycznych, Fizycznych i Chemicznych PAN, Komisji Badań na Rzecz Rozwoju Gospodarki, Rady Nauki, Zespołu Roboczego do spraw Materiałów i Surowców (ZR-7) – Zespołu Interdyscyplinarnego do spraw Współpracy z Zagranicą i Zespołu do spraw Nanonauki i Nanotechnologii i Zespołu do spraw Czystych Technologii Węglowych. W latach 1994-2001 był członkiem Executive Committee of the European Access Network, Akademii Inżynierskiej w Polsce, w latach 2005-2008 był członkiem Rady Nauki MNiSW. Od roku 2000 prof. L. Ślusarski był członkiem American Chemical Society. Był ekspertem NCBR, członkiem redakcji czasopism: „Polimery”, „Kompozyty” i „Elastomery” (przewodniczący), Composites-Theory and Practice. Profesor opracował raport dla Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego 2006 r. Nanonauka i nanotechnologia NARODOWA STRATEGIA DLA POLSKI.

Był kierownikiem 15 projektów naukowych, w tym 2 zamawianych oraz 1 europejskiego. Zawsze troską Profesora było wykorzystanie wyników naukowych w praktyce. Ma na swoim koncie kilkanaście wdrożeń przemysłowych. Prof. Ślusarski może poszczycić się wyjątkowo oryginalnymi rozwiązaniami praktycznymi. Opracował skład mieszanin na uszczelki. Wyroby Katedry „uszczelniły” rurociąg Łódź-Pilica. Od 40 lat działa on bezawaryjnie, a jeszcze na 20 lat ma gwarancję skuteczności pracy. Profesor wdrożył wyniki swojej pracy doktorskiej. Opracował nowy napelniacz elastomerów i PVC, hydrofobową kredę strącaną impregnowaną kwasem stearynowym. Technologia została wdrożona w skali przemysłowej w Inowrocławskich Zakładach Chemicznych Soda-Mątwy. Dzięki uruchomieniu w kraju produkcji kredy modyfikowanej zaniechano importu ze Szwajcarii kredy Omya BSH, o analogicznych właściwościach. Profesor opracował nowe wulkanizaty: – odporne na chlor, chlorowódz, różne rozpuszczalniki i inne substancje żrące; – trudnopalne mieszanki gumowe, zastosowane do produkcji ochronnej odzieży wojskowej; – wały do maszyn papierniczych. Technologia otrzymywania gumy odpornej na działanie amoniaku wdrożono w Fabryce Automatyki Chłodniczej w Cieszynie. Dla potrzeb Z.A. Włocławek wykonano partię elementów gumowych do aparatury chemicznej, odpornych na działanie chloru. Pod kierownictwem Profesora została opracowana

i wdrożona technologia wytwarzania otulin do aparatów rozciągowych do maszyn włókienniczych, wdrożonych w Zakładach „Eltech” w Bielsku-Białej, w Zakładach „Stomil” w Łodzi, w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów „Mera-Piap” w Warszawie. Wdrożenia wyróżniono Nagrodą zespołową I stopnia Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego i Nauki. Z nowych rozwiązań warto wspomnieć o pomysśle wytwarzania łożysk osiowych do agregatów pompowych stosowanych w górnictwie. Łożyska wypełnione są gumą a pracują w trudnych warunkach: w gorącej wodzie o temperaturze powyżej 50°C. Do tego dochodzą zanieczyszczenia piaskiem. Tego typu agregaty pracują w kopalni w Bełchatowie, na głębokości ok. 200 metrów. Pracę uhonorowano nagrodą Ministerstwa Górnictwa i Energetyki, autora zaś Srebrną Odznaką „Zasłużony dla Górnictwa”. Opracowanie składu kompozycji oraz sposobu wytwarzania płyt uszczelniających, zawierających jako zamiennik azbestu włókno aramidowe wdrożono w Zakładach „Polonit” w Łodzi. Efekty ze sprzedaży płyt w latach 1997-2000 wyniosły 16.461.426 zł. Technologia została nagrodzona nagrodą Ministra Edukacji Narodowej oraz Nagrodą Głównego Inspektora Pracy, wyróżniona Medalem Międzynarodowych Targów Intertechnology’98 oraz Złotym Medalem na Wystawie w Londynie. W 1998 r. Profesor ma także w swoim dorobku opracowanie technologii protektorów gumowych do elektrolizerów dużej mocy, wdrożonej w KWB Bełchatów oraz opracowanie w 1999 r. sposobu wytwarzania powłok polimerowych na wyrobach włókienniczych z surowców krajowych, wdrożonego w Zakładach „Kowary”. W wyniku Projektu zamawianego przez Ministerstwo Gospodarki PBZ-03-08 opracowano kompleksowy system zbiórki i utylizacji odpadów gumowych. Drugi projekt PBZ-KBN-095/T08/2003 dotyczył technologii otrzymywania nanocząstek typu montmorylonitu. Stanowił podstawę uruchomienia ich produkcji w oparciu o własne złoża w Zakładach Górniczych w Zębcu. Ponadto prof. L. Ślusarski był kierownikiem tematu w Projekcie Europejskim ROTOR.

Prof. L. Ślusarski w dowód uznania za swoją pracę dydaktyczną i naukową uzyskał wiele nagród i wyróżnień, był odznaczony między innymi: Nagrodami Ministra Edukacji Narodowej – 4-krotnie, Nagrodą Głównego Inspektora Pracy, Złotym Krzyżem Zasługi, Krzyżem Kawalerskim i Krzyżem Oficerskim OOP, Honorową Odznaką Miasta Łodzi, Srebrną Odznaką „Zasłużony dla Górnictwa”, Srebrną Odznaką Honorową NOT, Medalem Honorowym im. Tadeusza Sendzimira, Medalami International Biographical Centre Cambridge (Top 100 Engineers 2011) oraz American Biographical Centre (Man of the Year 2011).

Prof. L. Ślusarski był człowiekiem wielkiego serca, życzliwy i prawy, o dużej wiedzy technicznej i humanistycznej.

● **Prof. dr hab. inż. Marian Zaborski**

Dr hab. inż. Rafał Piotr Kruszyński

Dr hab. inż. Rafał Piotr Kruszyński zginął 19 września 2020 roku mając 46 lat. Tragiczny wypadek drogowy przerwał wspaniale rozwijającą się karierę naukową, imponująco bogatą działalność organizacyjną oraz kilka niezwykłych hobby, takich jak nurkowanie (instruktor PADI), taternictwo jaskiniowe (członek Speleoklubu Łódzkiego), gry RPG czy krytyczne czytanie wszelkiego rodzaju słowników, a ostatnio ogrodnictwo.

Oprócz wielu funkcji organizacyjnych na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej i w macierzystym Instytucie Chemii Ogólnej i Ekologicznej – dr hab. Rafał Kruszyński był m.in. Zastępcą Dyrektora Instytutu (2015-2019), Opiekunem Koła Naukowego (2003-13), Członkiem Komisji Rekrutacyjnej (od 2008), Pełnomocnikiem Dziekana do spraw rekrutacji (2010-2018) – warto wymienić też funkcje na szczeblu krajowym, w tym Wiceprzewodniczącego Komisji Terminologii Chemicznej PTChem (od 2012), Podkomisji Terminologii Chemii Nieorganicznej PTChem (od 2012) oraz Krajowego Przedstawiciela w Wydziale VIII Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC). Rafał był też ekspertem w kilku ministerialnych zespołach, m.in. do spraw oceny wniosków zgłoszonych w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (2009-2013), Interdyscyplinarnego Zespołu do spraw Programu Wspierania Infrastruktury Badawczej w ramach Funduszu Nauki i Technologii Polskiej (2011-2015), specjalistycznego zespołu MNiSW do spraw inwestycji służących potrzebom badań naukowych lub prac rozwojowych oraz infrastruktury informatycznej nauki (od 2015). Trzeba też podkreślić, że nie były to funkcje dekoracyjne a Rafał nie umiał nic zrobić „na pół gwizdka”. Kiedy miał jakiś pomysł, niezwłocznie go realizował.

Nie udało mi się zgłębić tajemnicy Rafała, jak i kiedy miał jeszcze czas na działalność naukową, tym bardziej że jej rezultaty były imponujące. Dość tu wymienić prawie 300 oryginalnych publikacji w czasopismach o zasięgu międzynarodowym (indeks Hirscha równy 23), by uzmysłowić każdemu pracownikowi nauki, że Rafał, mimo młodego wieku, od dawna zasługiwał na tytuł profesorski, a może nawet na dwa tytuły, gdyby to było formalnie możliwe. Ogłoszone prace dotyczyły głównie określenia struktury



przestrzennej i zależności między budową a właściwościami biologicznymi, katalitycznymi oraz optycznymi związków. Być może pewien wpływ na te sukcesy miała możliwość dzielenia się swoją pasją nie tylko z współpracownikami ale również w domu z żoną Agatą, pracującą obok Niego dosłownie oraz w przenośni. Fascynacje Rafała znajdowały silny odzew wśród studentów, których zarażał swoim entuzjazmem i pasją badawczą, o czym m.in. świadczy, mimo krótkiego czasu jaki Mu był dany, liczba trojga wypromowanych doktorów oraz 3 osieroconych doktorantów.

Jego największymi osiągnięciami naukowymi były opracowanie mechanizmu spirocyklizacji przy fosfazenowym atomie fosforu, zachodzącego podczas syntezy biologicznie aktywnych eterów PNP-koronowych, otrzymanie nanoporowatych materiałów funkcyjnych w oparciu o pomocniki strukturalne, a następnie ich zastosowanie w katalizie, zaskakujące wykazanie, że siła wiązań wodorowych zależy znacznie bardziej od kierunkowości oddziaływania niż od ich długości, a także zbudowanie od podstaw Laboratorium Chemii i Analityki Ciała Stałego w macierzystym Instytucie. W moim pojęciu dr hab. Rafał Kruszyński zbliżył się do ideału naukowca, który prawie wszystko wie o uprawianej dziedzinie a całkiem sporo o wszystkich dziedzinach pokrewnych.

● Prof. dr hab. inż. Marek Główka



Dr hab. inż. Piotr Majewski (1941 – 2020)



Dr hab. inż. Piotr Majewski urodził się 19 października 1941 roku w Pabianicach. Dyplom magistra inżyniera uzyskał w 1964 roku, po ukończeniu studiów na Wydziale Chemicznym PŁ. Od 1 lutego 1965 roku był zatrudniony na stanowisku starszego asystenta w ówczesnej Katedrze Chemii Organicznej, którą w 1970 roku przekształcono w Instytut Chemii Organicznej. W 1972 roku obronił pracę doktorską pt.: „Reakcje N-tlenków 2-alkilopirydyn z bezwodnikami i chlorkami kwasowymi”. Promotorem pracy był prof. Ryszard Bodalski. W 1973 roku został awansowany na stanowisko adiunkta. W latach 1973/74 przebywał

na rocznym stażu naukowym na Uniwersytecie w Bergen, Norwegia, w grupie prof. G. Aksnesa. Habilitację uzyskał w 1994 roku za prace dotyczące syntezy i chemii dialkilotrchlorometylofosfin.

Był autorem lub współautorem 28 publikacji, 9 patentów i 18 prac dla Instytutu Przemysłu Organicznego oraz promotorem jednej pracy doktorskiej. W 1974 roku otrzymał nagrodę Ministerstwa Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Był także wielokrotnie wyróżniany nagrodą Rektora za działalność naukową i dydaktyczną.

Na emeryturę przeszedł w 2012 roku. Zmarł 26 listopada 2020 r. Pozostanie w naszej pamięci jako ceniony nauczyciel akademicki i specjalista w dziedzinie chemii związków fosforoorganicznych.

Dr inż. Stanisław Wiktorowski – wspomnienie



Stanisław Wiktorowski urodził się 28 kwietnia 1935 r. w Iwaciewiczach, obecnie środkowo-zachodnia część Białorusi. Ojciec Jan Wiktorowski był nauczycielem, matka Leokadia zajmowała się wychowaniem czwórki dzieci. Przejścia z młodych lat miały wielki wpływ na całe jego życie. Czasem też o tym opowiadał.

W 1941 r. na skutek wzrostu represji na Białorusi rodzina Wiktorowskich przedostała się do Polski i zamieszkała w Warszawie. Tutaj przeżyli oni koszmar powstania warszawskiego, a następnie obóz przejściowy w Pruszkowie. Kolejnym miejscem ich wędrówki była wieś Irządze w województwie świętokrzyskim. Tam zmarł Ojciec Stanisława, a Matka z dziećmi przeniosła się do Łodzi. Warto wspomnieć młode lata Stanisława, jako przyczynek do naszej wiedzy o losach Polaków z dawnych naszych ziem wschodnich.

Stanisław Wiktorowski ukończył szkołę podstawową w 1949 r. W latach 1950 – 1951 uczęszczał do liceum im. M. Kopernika

w Łodzi. Ze względu na trudne warunki materialne od 1952 r. pracował jako robotnik w Wytwórni Papierosów w Łodzi i jednocześnie uczył się w liceum dla pracujących, które ukończył w 1953 r. Studia na Politechnice Łódzkiej rozpoczął w 1953 r. uzyskując stopień inżyniera chemii w 1957 r. Następnie rozpoczął pracę w Fabryce Transformatorów Elta w Łodzi. Od 1959 r. kontynuował studia eksternistyczne na Wydziale Chemicznym PŁ, które ukończył z tytułem magistra inżyniera chemii w 1962 r. W tym samym roku rozpoczął pracę w Katedrze Technologii Chemii Nieorganicznej PŁ najpierw na stanowisku asystenta, a po obronie w 1969 r. pracy doktorskiej pt. *Badanie wymiany jonowej pomiędzy substancjami anionowo czynnymi a silnie zasadowymi jonitami*, na stanowisku adiunkta, a później – starszego wykładowcy. W 2000 r. przeszedł na emeryturę.

W roku 1960 poślubił Barbarę z domu Tomasik, pracującą w Instytucie Fizyki Politechniki Łódzkiej, a po jej śmierci poślubił w roku 2006 dr inż. Bożenę Kuźnik – adiunkt w Instytucie Chemii Ogólnej i Ekologicznej.

Był świetnym dydaktykiem. Jego wykłady z technologii wody i ścieków oraz gospodarki wodno-ściekowej były prowadzone fachowo, ciekawie i w sposób zrozumiały dla studen-

tów, a przy tym były wzbogacane o liczne przykłady wiązania nowatorskich teorii z praktyką. Był przyjaznym, ale wymagającym nauczycielem dla studentów, a jego postawa w tej kwestii była wzorem dla współpracowników. Mimo przejścia na emeryturę dalej kontynuował wykłady w zakresie technologii wody i ścieków oraz usuwania odpadów, m.in. na wydziałach: Chemicznym, Włókienniczym, Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska oraz Budownictwa i Architektury Politechniki Łódzkiej. Przez pewien czas wykładał także w Wyższej Szkole Kosmetyki i Nauk o Zdrowiu w Łodzi.

Stanisław Wiktorowski posiadał ogromną wiedzę w zakresie technologii wody i ścieków, był wybitnym specjalistą stale współpracującym z przemysłem, energetyką i jednostkami naukowymi, wykonującym dla nich prace projektowe oraz ekspertyzy naukowe.

Dr inż. Stanisław Wiktorowski był współautorem monografii pt. *Technologia wody i ścieków* – Justatowa J., Wiktorowski S., PWN, Warszawa-Łódź wydanej w 1972 r. oraz w 1980 r., z której wiedzę czerpało kilka pokoleń studentów. Ponadto wspólnie ze Zbigniewem Gorzką i Konradem Janio, pod redakcją prof. Antoniego Justata opracował skrypt dla studentów pt. *Ćwiczenia laboratoryjne z technologii chemicznej*. Wydany on został w 1965 r. nakładem Politechniki Łódzkiej. Wydanie drugie z udziałem Marka Kaźmierczaka ukazało się w 1996 r., a następne w 2008 r. Studenci Wydziału Chemicznego od dziesięcioleci korzystają z tego skryptu i poznają w skali laboratoryjnej procesy technologiczne. W okresie pracy dr Stanisław Wiktorowski opublikował ponad 30 artykułów

w języku polskim i angielskim, w znacznej części o obiegu międzynarodowym.

Pełnił funkcję opiekuna akademika, wielokrotnie był opiekunem studentów danego roku studiów na Wydziale Chemicznym, współorganizował naukowe obozy studenckie nad Zalewem Sulejowskim i nad Wartą, jeszcze przed powstaniem zbiornika Jeziersko. Chętnie organizował wycieczki dla studentów i pracowników. Ponadto pasjonował się fotografowaniem osobliwości przyrody, turystyką i historią.

Jako przykłady znaczących wyróżnień dra Stanisława Wiktorowskiego można wskazać Nagrodę III stopnia Ministra Oświaty i Szkolnictwa Wyższego przyznaną w 1970 r. za wyróżniającą się pracę doktorską obronioną na Politechnice Łódzkiej oraz Medal Komisji Edukacji Narodowej wręczony w 1998 r.

Dr inż. Stanisław Wiktorowski, mimo wszystkich doświadczeń z przeszłości, był człowiekiem pełnym entuzjazmu, radości i zapału do pracy. Był osobą towarzyską i uzdolnionym gawędziarzem, zawsze uprzejmy, ogromnie życzliwy i serdeczny dla współpracowników i studentów, cieszył się dużym autorytetem, a jednocześnie był bardzo skromny. Nigdy nie odmawiał swego wsparcia zarówno w sprawach zawodowych jak i osobistych.

Stanisław Wiktorowski zmarł w dniu 25 października 2020 r. wskutek zakażenia koronawirusem, a jego prochy 26 listopada spoczęły obok pierwszej żony Barbary na cmentarzu rzymskokatolickim przy ulicy Szczecińskiej w Łodzi. Cześć Jego pamięci!

● Bliscy i Koledzy Staszka
z Instytutu Chemii Ogólnej i Ekologicznej
Politechniki Łódzkiej

Dr inż.

Bogdan Olejniczak 1938 – 2020



Dr inż. Bogdan Olejniczak urodził się 11 sierpnia 1938 roku w Łodzi. W 1965 roku ukończył studia na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym Uniwersytetu Łódzkiego i w tym samym roku został asystentem w ówczesnej Katedrze Chemii Organicznej Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej, którą w 1970 roku przekształcono w Instytut Chemii Organicznej. Pracę doktorską pt. „Addycja azydru jodu do niektórych mono- i bicyklicznych nienasyconych węglowodorów terpenowych”, której promotorem był prof. dr Bolesław Bochwic, obronił w 1973 roku i w tym samym roku awansował na stanowisko adiunkta. W roku 1976 odbył

roczny staż podoktorski na Uniwersytecie w Miluzie (Francja) w zespole prof. Jacques'a Streith'a. W latach 1983 – 1987 pracował na Uniwersytecie Technicznym w Oranie (Algieria) w ramach kontraktu z Polservice'm. W 2001 roku przeszedł na stanowisko starszego wykładowcy, a na emeryturę odszedł w 2003 roku.

Był autorem lub współautorem kilkunastu publikacji i wielu prac dla Instytutu Przemysłu Organicznego, a także brał udział w badaniach we współpracy z polskim przemysłem. Był wielokrotnie wyróżniany nagrodą Rektora za działalność naukową i dydaktyczną.

Dr inż. Bogdan Olejniczak zmarł 28 października 2020 r. Był zasłużonym nauczycielem i wychowawcą młodzieży akademickiej a także cenionym chemikiem, specjalistą w chemii terpenów i peptydów.



Mgr inż. Sylwia Magdziarz

sylwia.magdziarz@dokt.p.lodz.pl

Instytut Chemii Organicznej I32, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

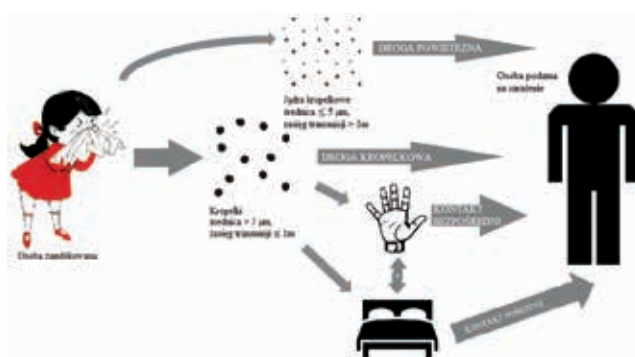
Koronawirusy SARS i MERS jako protoplaści SARS-CoV-2

Od momentu pojawienia się informacji, że w Chinach zidentyfikowano przypadki zachorowań na nowego koronawirusa SARS-CoV-2, jego obecność wywołuje powszechną panikę. Nie jest to nic dziwnego, biorąc pod uwagę w jakim tempie i na jaką skalę szerzy się. Bardzo szybko podjęto próby znalezienia odpowiedzi na pytanie, czy nowy wirus jest pochodną innych, panujących wcześniej patogenów, bo tylko dokładne jego zbadanie może zbliżyć naukowców do wynalezienia leku i opanowania pandemii. Właśnie w ten sposób zidentyfikowano jego protoplastów, tj. koronawirusy SARS i MERS. Zatem, czy i na ile wirusy te są spokrewnione? Czy obecny stan wiedzy dotyczący koronawirusów jest wystarczający do tego, aby prognozować przyszłość obecnie panującej pandemii? Wątpliwości dotyczące tych i pokrewnych tematów postaram się rozwiać w niniejszym artykule.

Czym są koronawirusy i w jaki sposób dochodzi do zakażenia?

Koronawirusy to tzw. RNA – wirusy, czyli drobno-ustroje, których genom zbudowany jest z RNA [1]. Są one szeroko rozpowszechnione u ptaków i ssaków. Mogą wywoływać infekcje układu oddechowego, jak i pokarmowego. Ich nazwa pochodzi od otoczki, kształtem przypominającej koronę, która widoczna jest wokół wirionów pod mikroskopem elektronowym [1]. Obecny stan wiedzy pozwala na stwierdzenie, że zakażenie koronawirusami nastąpiło od zwierząt – głównie nietoperzy, choć przypuszczalnie także jenotów, wielbłądów, łuskowców czy węży. Wirusy te mogą być zlokalizowane w wydzielinach fizjologicznych zwierzęcia, ale też w jego mleku [1]. Poza zakażeniem odzwierzęcym, możliwe jest także przenoszenie wirusa z człowieka na człowieka. Najczęściej mówi się o tzw. drodze kropelkowej, kiedy to kropelki (średnica powyżej 5 μm ; transmitowane na drodze do 1 m), zawierające żywe wirusy, mogą mieć kontakt z nosem, ustami czy oczami innego człowieka, a nawet z jego dłońmi, które nieco później będą mieć kontakt z wymienionymi wyżej częściami ciała, co wynika z rys. 1. Ponadto, kropelki zawierające wirusa (średnica poniżej 5 μm ; zasięg transmisji powyżej

1 m), mogą utrzymywać się w powietrzu i tą drogą, dostać się do górnych dróg oddechowych człowieka. Niektóre z dotychczas prowadzonych badań wykazały, że swój udział w przenoszeniu zakażenia mogą mieć także kontaminowane powierzchnie, choć na ten moment wyniki te są uznawane za kontrowersyjne, a ich znaczenie bywa ignorowane [2].

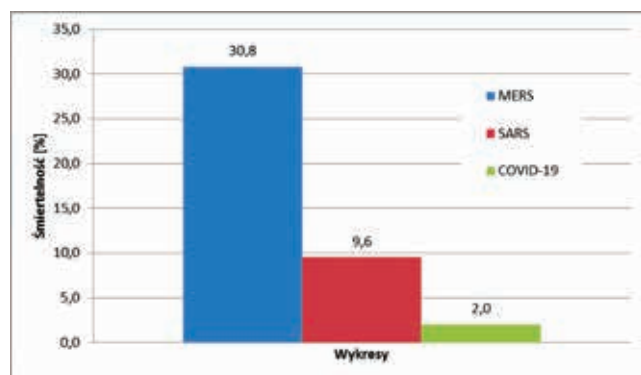


Rys. 1. Możliwe drogi zainfekowania: kropelkowa, powietrzna, kontakt bezpośredni i pośredni. *Możliwa kombinacja rąk i powierzchni = droga pośrednia (opracowanie własne)

Porównanie koronawirusów i wywołanych przez nie epidemii

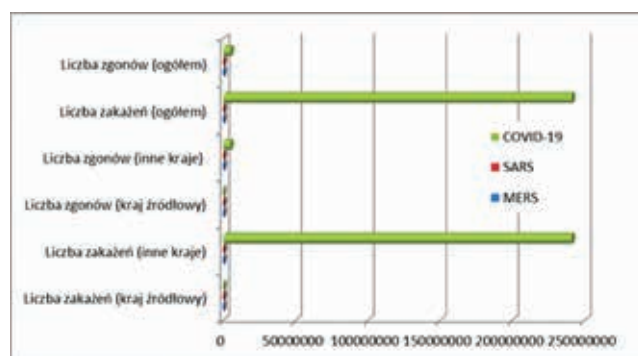
Okoliczności zidentyfikowania nowego wirusa w chińskim Wuhan niestety nie są odosobnionym przypadkiem zakażenia odzwierzęcego. Koronawirusy wywołują u ludzi przeziębienie, z którym tak naprawdę walczymy w każdym sezonie. Istnieją jednak takie szczepy, które mogą siać znacznie większe spustoszenie. Widać to było na przykładzie wirusów SARS i MERS [3]. SARS-CoV (ang. *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus*), czyli wirus zespołu ciężkiej, ostrej niewydolności oddechowej, pojawił się w chińskiej prowincji Guangdong pod koniec 2002 roku, jednak władze Chin zwlekały z poinformowaniem o wystąpieniu tego zakażenia aż do marca następnego roku. Okazało się to być jedną z głównych przyczyn dalszego rozprzestrzeniania się tego wirusa. Wybuch epidemii datowany jest na lipiec 2003 roku, ale od 2004 nie notuje się żadnych nowych przypadków zarażenia [4]. Jednak zignorowanie potencjału pandemicznego tego wirusa, spowodowało jego rozprzestrzenienie się na

łącznie 28 krajów, mieszczących się na wszystkich kontynentach. Odnotowano blisko 8100 zarażonych osób i ponad 700 zgonów, wobec czego śmiertelność tego wirusa szacowana jest na 9,5% (Rys. 2). Choroba ta atakowała głównie płuca pacjentów, choć znane są też przypadki replikacji w wątrobie czy nerkach. Jego okres wylęgania to średnio 4 do 6 dni, a największe nasilenie wydalania wirusa z dróg oddechowych obserwowano około 10 dnia choroby. Do zakażeń dochodziło głównie drogą kropelkową, rzadziej powietrzną i kontaktową, a nosicielem odzwierzęcym był nietoperz [5]. MERS-CoV (ang. *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus*), czyli wirus bliskowschodniego zespołu niewydolności oddechowej, swoją nazwę zawdzięcza pierwszemu miejscu wystąpienia. Należy on do tej samej grupy wirusów, co SARS, a pierwsze przypadki zgłoszono jesienią 2012 r. w Arabii Saudyjskiej i Katarze. Niestety, w przeciwieństwie do epidemii SARS, która została wygaszona na przestrzeni kilku miesięcy, zakażenia wirusem MERS występują do dziś. Zgodnie z danymi Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób, całkowita liczba zakażeń, odnotowana na dzień 22 maja 2014 roku, wynosiła 665, w tym ponad 200 zgonów, a więc szacowana śmiertelność jest bardzo wysoka – utrzymuje się na poziomie 30%. Zakażenia notowano głównie na obszarze Półwyspu Arabskiego, ale pojedyncze przypadki wystąpiły także w wysoko rozwiniętych krajach Europy – Włoszech, Francji, czy Niemczech [6]. Zakażenie wirusem również prowadziło do ostrej niewydolności płuc, ale w kilku przypadkach powodowało także niewydolność wielonarządową. Okres wylęgania choroby to 5 – 6 dni, a okres nasilenia wydalania wirusa z organizmu przeważnie jest momentem, kiedy pacjent może stanowić źródło zakażenia. Mimo tego, transmisja międzyludzka jest najmniej prawdopodobną drogą przenoszenia wirusa. Najczęściej zdarza się bowiem bezpośredni lub pośredni kontakt z zakażonym zwierzęciem (wielbłądem) – jego wydzielinami lub mlekiem [5].



Rys. 2. Śmiertelność wywołana przez koronawirusy (opracowanie własne)

Obecnie wszelkie działania podejmowane przez przedstawicieli wszystkich krajów, skupiają się tylko wokół jednego tematu – pandemii nowego koronawirusa. Od momentu jego pojawienia się w chińskiej prowincji Wuhan pod koniec 2019 roku, infekcja w ciągu zaledwie kilkunastu tygodni rozprzestrzeniła się na cały świat. W tej chwili wirus ten występuje już na wszystkich kontynentach (z wyłączeniem Antarktydy) i jest powodem ponad 5 milionów zgonów (Rys. 3). Do czasu oddania tego artykułu do druku (02.11.2021), światowe zagrożenie trwa już drugi rok. I choć do użytku dopuszczone zostały już 4 szczepionki (firmy Pfizer, Moderna, Astra Zeneca i Johnson&Johnson), to naukowcy wciąż nie są pewni, jakie było pośrednie ogniwo zakażenia. Prawdopodobnie między nietoperzem a człowiekiem nosicielami były, tradycyjnie wykorzystywane w medycynie chińskiej – łuskowce [3]. Wirus SARS-CoV-2, wywołujący chorobę nazwaną COVID-19, wykazuje bliskie pokrewieństwo ze wcześniejszym koronawirusem SARS. Powoduje on zakażenia układu oddechowego, obejmujące także ostrą niewydolność oddechową. Badania wykazują, że nowy koronawirus, podobnie do jego poprzednika, wykorzystuje receptor ACE2 przy wnikaniu do komórki, choć jego powinowactwo do tego receptora może być relatywnie mniejsze [5]. Okazuje się, że bardzo dużą rolę w przenoszeniu COVID-19 ma transmisja człowiek – człowiek. Jest to związane głównie z kontaktem bezpośrednim i pośrednim, a swoje konsekwencje ma w działaniach podejmowanych przez władze państw, wprowadzających kolejne ograniczenia migracji, zgromadzeń, czy kontaktu bezpośredniego. Według danych w tabeli, okres wylęgania się wirusa to od 2 do 14 dni, a największe prawdopodobieństwo zakażenia występuje około 6 dnia [7].



Rys. 3. Porównanie relacji skutków zdrowotnych spowodowanych koronawirusami (opracowanie własne)

Mimo, że o tym śmiertelnie niebezpiecznym wirusie wiemy coraz więcej, to wciąż nie jesteśmy w stanie odpowiedzieć na pytanie, jak szybko świat poradzi sobie z pandemią.



Tabela. Porównanie wirusów SARS-CoV, MERS-CoV i SARS-CoV-2 (opracowanie własne)

Koronawirus	SARS-CoV	MERS-CoV	2019-nCoV*
Lata wybuchu epidemii	2002 – 2003	2012 – obecnie	2019 – obecnie
Bezpośredni nosiciel wirusa	Nietoperz	Nietoperz	Nietoperz
Pośredni nosiciel wirusa	Cywet	Wielbłąd	Nieznany (możliwe, że wąż – gatunek <i>Naja atra</i>)
Transmisja z człowieka na człowieka	Efektywna	Ograniczona	Wysoce efektywna
Potencjał pandemiczny	Tak	Nie	Tak
Opanowany (?)	Tak	Nie	Nie, działania trwają
Okres wylęgania choroby	2 – 10 dni	2 – 14 dni	2 – 14 dni
Zapalenie płuc	Bardzo częste	Częste	Częste
Współczynnik śmiertelności	9,6%	34,4%	2,6%

*Dane aktualne na dzień pisania artykułu, 02.11.2021 roku

Część naukowców twierdzi, że z perspektywy Matki Natury, ludzkość to największa plaga szkodników [3]. Być może jesteśmy przygotowani do wojny militarnej, ale zupełnie nie do tej z zagrożeniem biologicznym. Nie oznacza to jednak, że jesteśmy na straconej pozycji. Istnieją już przecież leki przeciwwirusowe, które nawet jeśli całkowicie nie zwalczają choroby, to mogą poprawić wskaźniki przeżywalności; dysponujemy antybiotykami do zwalczania infekcji wtórnych, a ponadto zbliżamy się też do opracowania uniwersalnej szczepionki przeciwko grypie. Wszystko to jednak może nie wystarczyć, jeśli globalizacja nadal będzie niszczyć przyrodę, a ta postanowi potraktować ludzkość, jak wroga [3].

Profilaktyka zapobiegania infekcji koronawirusami

Wszelkie choroby wirusowe są szczególnie niebezpieczne z dwóch powodów. Pierwszym z nich jest niemożność stosowania terapii antybiotykowej, drugim – wywołujące je patogeny mutują się wyjątkowo szybko. W związku z powyższym, wynalezienie jednego skutecznego leku, zwalczającego choroby wirusowe, jest bardzo trudne. W leczeniu wirusów MERS-CoV i SARS-CoV, stosowano preparaty oparte na interferonie, które wcześniej podawano pacjentom zakażonym wirusem HIV [6]. W stosunku do COVID-19, podejmowane są próby terapii osoczem krwi ozdrowieńców,

czy też stosowania leków przeciwmalarycznych. Pomimo, że istnieją już szczepionki na koronawirusa, większość państw nie uzyskała odporności zbiorowej, a wirus mutuje na tyle szybko, że prace badawcze nad rozwojem szczepionki również nie ustają.

Warto jednak pamiętać o kilku podstawowych zasadach profilaktyki, których stosowanie w codziennym życiu, może wpłynąć na uniknięcie sytuacji zagrożenia. Są to:

- unikać bezpośredniego kontaktu z osobami chorymi;
- zachować higienę oddechu – podczas kaszlu czy kichania, zasłaniać usta i nos łokciem;
- pamiętać o higienie rąk i nie dotykaniu nimi ust, oczu czy nosa;
- szczególnie w czasie podróży, unikać kontaktów ze zwierzętami, jak i ich wydaliniami.

Reasumując, tylko mobilizacja jednostek wpłynie na dyscyplinę całego narodu. Obecnie toczona jest walka z niewidzialnym wrogiem, którego siły nie należy ignorować. Należy pamiętać, że postępująca globalizacja może spowodować, że pewnego dnia wszyscy będą zmuszeni się wynieść. I choć planet dookoła mamy pod dostatkiem, problem w tym, że Ziemia jest jedyna w swoim rodzaju...

Literatura

[1] <https://www.medonet.pl/choroby-od-a-do-z/choroby-zakazne,koronawirusy---objawy--leczenie-i-zapobieganie-zakazeniu,artykul,1683629.html>, 19.04.2020.

[2] Otter J.A., Donskey C., Yezli S., Douthwaite S., Goldenberg S.D., Weber D.J., 2015, Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings: the possible role of dry surface contamination, *Journal of Hospital Infection*, 92, 235-250.

[3] Powęska M., 2020, Czy Matka Natura chce się nas pozbyć?, *Sekrety Medycyny*, 4/2020, 57 – 61.

[4] Peeri N.C., Shrestha N., Rahman M.S., Zaki R., Tan Z., Bibi S., Baghbanzadeh M., Aghamohammadi N., Zhang W., Haque U., 2020, The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and the biggest global health threats: What lesson have we

learned?, *International Journal of Epidemiology*, 1, 1-10.

[5] Rymer W., Wroczyńska A., Matkowska-Kocjan A., 2020, COVID-19 – aktualny stan wiedzy, *Medycyna Praktyczna*, 3, 102–121.

[6] https://www.psse.gda.pl/media/k2/attachments/MERS-CoV_-_aktualne_dane_i_zalecenia_1.pdf, 23.04.2020.

[7] Lai C.C., Shih T.P., Ko W.C., Tang H.J., Hsueh P.R., 2020, Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) and coronavirus disease-2019 (COVID-19): The epidemic and the challenges, *International Journal of Antimicrobial Agents*, 55(3), 105924.

Klaudia Sporysiak, Andrzej Żarczyński

e-mail: Klaudia.Sporysiak <225375@edu.p.lodz.pl>; andrzej.zarczyński@p.lodz.pl

Institut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Azbest w materiałach budowlanych – zagrożenia i sposoby przeciwdziałania

Co to jest azbest?

Azbest jest nazwą handlową sześciu włóknistych minerałów naturalnie występujących w przyrodzie, różniących się budową chemiczną oraz strukturą krystaliczną. Pod względem chemicznym minerały te są uwodnionymi krzemianami metali, zawierającymi w swoim składzie: magnez, sód, wapń lub żelazo. Ich występowanie jest dość powszechne tylko w niektórych rejonach krajów, jak Kanada – Quebec, Stany Zjednoczone – Kalifornia i Arizona, Rosja – Ural, Zimbabwe i RPA – Transval, Wielka Brytania – Kornwalia.

Wyróżniamy dwie podstawowe, a jednocześnie w dużym stopniu odmienne grupy azbestu: serpentynity (**chryzotyl**) oraz amfibole (**krokidolit**, **amozyt** oraz **azbesty: antofylitowy, tremolitowy i aktynolitowy**). Występują także nieazbestowe odmiany tych minerałów, o tym samym składzie chemicznym, ale nieposiadające włóknistej budowy [1-7].

Chryzotyl nazywany azbestem białym (uwodniony krzemian magnezu CAS 12001-29-5), to minerał miękki, żółtawy, a po rozwłóknieniu prawie biały. Włókna tej odmiany azbestu mają kształt rurek i są najcieńsze ze wszystkich znanych włókien pochodzenia naturalnego.

Krokidolit to azbest barwy niebieskiej, którego cechuje odporność na działanie kwasów, zasad i wody morskiej. To drugi, co do ilości, minerał tej grupy wykorzystywany na skalę przemysłową. Jednak ze względu na kształt swoich włókien, skład chemiczny (krzemian sodowo-żelazowy, CAS 12001-28-4) oraz słabą rozpuszczalność w płynach ustrojowych

uznawany jest za najbardziej agresywną biologicznie odmianę azbestu.

Amozyt (krzemian żelazowo-magnezowy, CAS 12172-73-5) **azbest gruenerytowy** nazywany brązowym, ma właśnie zabarwienie szaro-brązowe. Wykorzystywany był w przemyśle chemicznym i technice ze względu na swoją odporność na kwasy, zasady oraz wodę morską.

Azbest antofylitowy (krzemian magnezowy zawierający żelazo, CAS 77536-67-5) cechuje duża odporność na temperaturę i czynniki chemiczne, jednak mała wytrzymałość mechaniczna, co od dawna ograniczało jego zastosowanie.

Azbesty tremolitowy (CAS 77536-68-6) i **aktynolitowy** (CAS 77536-66-4) dotychczas nie znalazły znaczącego zastosowania przemysłowego.

Pierwsze trzy wyżej opisane minerały, to odmiany azbestu wykorzystywane w celach komercyjnych. Choć nazywane są według kolorów, przy ich rozróżnianiu nie można polegać wyłącznie na barwie, ale konieczna jest analiza ich składu.

Właściwości i zastosowania azbestu

Azbest posiada unikalne właściwości chemiczne i fizyczne. Odporność azbestu na działanie wysokich temperatur (rozkład i topnienie w około 1500°C) jest jedną z najważniejszych zalet, dzięki którym znalazł on szerokie zastosowanie jako surowiec niepalny w różnego rodzaju wyrobach. Właściwości termoizolacyjne i dźwiękochłonne, wytrzymałość na rozciąganie, elastyczność, a także od-



porność niektórych odmian azbestu na działanie kwasów, alkaliów i wody morskiej uczyniły zeń surowiec o szerokim zastosowaniu. Azbest w ogromnej skali stosowany był do produkcji wyrobów azbestowo-cementowych, materiałów włókienniczych – przędzy, sznurów, szczeliw, elementów ciernych – klocki hamulcowe i tarcze sprzęgłowe, wyrobów hydroizolacyjnych – lepiki, papy dachowe, płytki podłogowe, filtrów w przemyśle piwowarskim i farmaceutycznym, a także koców i masek przeciwgazowych [8-12].

Celem pracy jest analiza zagrożenia dla ludzi ze strony azbestu zawartego w materiałach budowlanych, a także wskazanie praktycznych porad dotyczących sposobów eliminowania i minimalizowania ryzyka narażenia na kontakt z azbestem unoszącym się w powietrzu.

Największa ilość azbestu (ponad 80%), głównie chryzotylu, wykorzystywana była do produkcji azbestowo-cementowych wyrobów budowlanych, zwłaszcza eternitu. Miejscami, w których azbest znalazł szerokie zastosowanie, były obiekty budowlane, przemysłowe, gospodarczo-inwentarskie oraz działkowe. Szacuje się, że azbest zastosowano w około 3 000 wyrobów przemysłowych, które podzielono na dwie klasy.

Klasa I obejmuje tzw. **wyroby „miękkie”** o gęstości < 1000 kg/m³, które charakteryzują się dużym procentowym udziałem azbestu. Łatwo ulegają one uszkodzeniom powodując duże emisje pyłu azbestu. Najczęściej spotykane są w obiektach przemysłowych (elektrociepłownie, huty). Narażeni na oddziaływanie ich pyłów są pracownicy wykonujący remonty izolacji lub uszczelnień urządzeń z udziałem azbestu. Do tej grupy należą wyroby izolacyjne i włókiennicze (koce gaśnicze, tektury, płytki podłogowe PCW, szczeliwa, masy natryskowe, izolacje cieplne, dodatki do lakierów i farb) [1, 2, 11].

Klasa II to tzw. **wyroby „twarde”** o gęstości > 1000 kg/m³. Są to najpowszechniej występujące w krajowym budownictwie wyroby zawierające azbest. Charakteryzują się dużym stopniem zwięzłości, dużym udziałem spoiwa (najczęściej jest nim cement), niską procentową zawartością azbestu, np. około 5% w płytach płaskich lignocementowych modyfikowanych, 12 – 13% w płytach płaskich i falistych azbestowo-cementowych i ok. 20% w rurach azbestowo-cementowych. W przeciwieństwie do wyrobów miękkich, przez długi okres pozostają wyrobami emitującymi małe ilości pyłu azbestu. Można je więc uważać za mniej groźne w użytkowaniu oraz podczas prac remontowych od wyrobów miękkich. Mniej groźne są też ich odpady, a emisja pyłu azbestu może powstawać podczas uszkodzeń mechanicznych, np. przy piłowaniu lub szlifowaniu szybkoobrotowymi narzędziami elektrycznymi, nie wyposażonymi w miejscowe

odciągi pyłu. Do emisji pyłu dochodzi także w trakcie trwania ich destrukcji, np. emitują go stare płyty pokryć dachowych azbestowo-cementowych o naruszonej przez czynniki atmosferyczne lub chemiczne powierzchni zewnętrznej. Wówczas zanieczyszczony jest też grunt w bezpośrednim sąsiedztwie rynny odprowadzającej wodę opadową. Do tej grupy należą płyty azbestowo-cementowe faliste i karo, płyty elewacyjne płaskie, osłony szybów windowych, wentylacyjnych i instalacyjnych, a także rury wodociągowe i kanalizacyjne, przewody kominowe i zsypy [1, 2, 11, 12].

Zagrożenia zdrowotne ze strony azbestu

Pył azbestu ma właściwości pylicotwórcze i rakotwórcze. Uważany jest za jeden z pyłów stwarzających największe zagrożenie dla zdrowia człowieka. Dlatego też osoby wykonujące prace w warunkach narażenia na pył azbestu podlegają szczególnej ochronie, zarówno w trakcie wykonywania prac, jak również po ustaniu zatrudnienia. Szkodliwość pyłu azbestu zależy od jego zdolności przenikania do organizmu i ilości we wdychanym powietrzu. To z kolei uwarunkowane jest budową włókien, a szczególnie ich średnicą. Włókna o średnicy poniżej 3 μm łatwo przedostają się do dolnych dróg oddechowych. Grubsze włókna o średnicy powyżej 5 μm pozostają w górnych drogach oddechowych. Pył azbestu na układ oddechowy ma działanie: drażniące, zwłókniające i rakotwórcze [2, 3, 12-17]. Wdychanie włókien azbestowych może doprowadzić do jednej z następujących chorób: pylicy azbestowej (azbestozy), mesotheliomy, raka płuca i rzadziej raka oskrzela.

Pylica azbestowa, czyli tworzenie się blizn na tkance płucnej znacznie utrudniające oddychanie, stanowi czynnik zwiększający śmiertelność ludzi. Początkowo objawia się dusznością wysiłkową, suchym kaszlem, ściskaniem w klatce piersiowej. Ryzyko zachorowania na pylicę azbestową zwiększa się wraz z wielkością narażenia występującego w okresie lat pracy. Zazwyczaj choroba ta daje objawy po ponad 10 latach od pierwszego kontaktu z pyłem azbestowym.

Mesotheliomia, czyli międzybłoniak opłucnej, to rodzaju raka opłucnej będący chorobą nieuleczalną i zwykle prowadzącą do śmierci w okresie 1-1,5 roku od jej stwierdzenia. Objawami charakterystycznymi są trudności oddechowe, ból w klatce piersiowej i kaszel. Uważa się, że zagrożenie dla życia wynikające z zachorowania na międzybłoniaka jest wyższe, gdy kontakt z pyłem azbestowym miał miejsce w młodym wieku.

Rak płuca jest najczęściej występującym azbestozależnym nowotworem złośliwym, który prowadzi do śmiertelności w znacznej większości przypadków. Może on być również następstwem pylicy azbestowej. Wraz ze zwiększeniem na-

rażenia na pył azbestu zwiększa się ryzyko zachorowania na ten nowotwór. Nie określono jednak granicy, poniżej której ryzyko takiego zachorowania nie występuje. Przyjmuje się, że największe ryzyko zgonu występuje 20-35 lat po pierwszej ekspozycji na pył azbestu [17].

Przypuszczano, że kontakt z azbestem może prowadzić do raka krtani lub układu pokarmowego. Zachodziły podejrzenia, że wprowadzanie azbestu do organizmu, np. w skażonej wodzie pitnej, może powodować raka układu pokarmowego. Jednak teorie te nie zostały wystarczająco potwierdzone wynikami badań. Kontakt z azbestem może jednak prowadzić do zwłóknień opłucnej, które występują w postaci odrębnych włóknistych lub częściowo zwapniałych zgrubień, pojawiających się na powierzchni opłucnej [2, 3, 17-22].

Możliwości rozwiązania problemu zagrożenia azbestem

Wyniki badań naukowych nad oddziaływaniem pyłu azbestu na pracowników zakładów je wytwarzających oraz użytkowników wyrobów azbestowych od dawna wskazywały na kancerogenność tego materiału. Z czasem wymusiły one na rządzących decyzje legislacyjne, które zostały podjęte w celu ograniczenia negatywnego wpływu azbestu na ludzi poprzez zaniechanie jego produkcji, stopniową rezygnację z wyrobów azbestowych i powszechną eliminację tego materiału ze środowiska człowieka [22-27]. Głównym dokumentem prawnym jest ustawa z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest z późniejszymi zmianami i tekstem jednolitym z 2020 r., poz. 1680 [23]. Należy nadmienić, że od 1 stycznia 2005 r., ze względu na udowodniony i potwierdzony badaniami klinicznymi negatywny wpływ na zdrowie ludzkie, produkcja azbestu w krajach Unii Europejskiej została zakazana [22]. Jednocześnie na coraz szerszą skalę wprowadza się zamienniki azbestu o podobnych własnościach, ale o mniejszej szkodliwości dla zdrowia osób na nie narażonych. Bardzo ważnymi narzędziami legislacyjnymi są również rozporządzenia ministra odpowiedzialnego za sektor gospodarki, tj. Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest z późniejszymi zmianami [24], Ministra Gospodarki i Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 października 2005 r. w sprawie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy zabezpieczaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest [25] oraz Ministra Gospodarki z dnia 13 grudnia 2010 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania wyrobów zawierających azbest z późniejszymi zmianami [26]. Z kolei

aktualne normy higieniczne w odniesieniu do pyłu azbestu określa rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [27]. Podstawowym działaniem, realizowanym w procesie oczyszczania danego obszaru i z azbestu jest przeprowadzenie szczegółowej inwentaryzacji wyrobów zawierających azbest wraz z oceną ich jakości. Usuwanie azbestu w Polsce, z terenu poszczególnych gmin, realizowane jest głównie w ramach Programu Oczyszczania Kraju z Azbestu na lata 2009-2032 [7, 20, 28]. Dokument ten określa zadania niezbędne do realizacji do roku 2032, a podstawą działań jest przeprowadzenie szczegółowej inwentaryzacji w warunkach terenowych. Wyniki procesu inwentaryzacji są na bieżąco zamieszczane w Bazie Azbestowej prowadzonej przez Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii (wcześniej Ministerstwo Rozwoju) [29]. Według Programu Oczyszczania Kraju z Azbestu na lata 2009-2032 na terenie Polski może znajdować się około 14 mln Mg wyrobów zawierających azbest, przy czym do końca marca 2021 r. zinwentaryzowano 8,31 mln Mg [29]. Ich ilość jest zróżnicowana w poszczególnych regionach kraju, przy czym najwięcej wyrobów azbestowych jest zlokalizowanych w województwie mazowieckim oraz wielkopolskim. Jednocześnie województwa te charakteryzują się również największym poziomem usuwania azbestu. Większość wyrobów azbestowych stanowią pokrycia dachowe obiektów budownictwa jednorodzinne oraz budynków gospodarczo-inwentarskich, w około 70% zlokalizowanych na terenach wiejskich [11, 28, 29].

Główną metodą unieszkodliwiania azbestu jest składowanie go na składowiskach w wydzielonych kwaterach, których szczegółowe wymagania w zakresie budowy oraz eksploatacji określono w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 2 maja 2013 r. w sprawie składowisk odpadów [30].

Poza działaniami legislacyjnymi można wskazać cztery główne kierunki o charakterze technicznym, edukacyjnym i organizacyjnym rozwiązywania problemu zagrożeń ze strony azbestu, tj.:

1. Bezpieczne użytkowanie wyrobów zawierających azbest.
2. Szkolenia dla pracujących.
3. Ochrona zdrowia pracujących.
4. Bezpieczne usuwanie wyrobów zawierających azbest [1, 2].

Ad. 1. Bezpieczne użytkowanie wyrobów zawierających azbest

Wyrób zawierający azbest o gęstości objętościowej $\geq 1000 \text{ kg/m}^3$ może być bezpiecznie użytkowany po stwier-



dzeniu braku widocznych uszkodzeń mogących stwarzać warunki dla emisji azbestu do środowiska. W tym celu należy:

- 1) wyroby zawierające azbest niezakwalifikowane do wymiany w ocenie stanu i możliwości bezpiecznego ich użytkowania zabezpieczyć przez:
 - a) zabudowę (zamknięcie) przestrzeni, w której znajdują się wyroby zawierające azbest, szczelną przegrodą bez naruszenia samego wyrobu;
 - b) pokrywanie wyrobów lub powierzchni zawierających azbest szczelną powłoką z głęboko penetrujących środków wiążących azbest, posiadających odpowiednią aprobatę techniczną;
- 2) wyeliminować jakąkolwiek obróbkę mechaniczną przy pracach zabezpieczających;
- 3) po dokonaniu zabezpieczenia ponownie sporządzić ocenę stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest w terminie 30 dni od przeprowadzonego zabezpieczenia.

Ad. 2. Szkolenia dla pracujących

Pracodawca ma obowiązek przeszkolenia pracownika w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy przed dopuszczeniem go do wykonywania pracy oraz prowadzenia okresowych szkoleń w tym zakresie. Nie wolno bowiem dopuścić pracownika do pracy, do wykonywania której nie posiada wymaganych kwalifikacji lub potrzebnych umiejętności, a także dostatecznej znajomości przepisów oraz zasad bezpieczeństwa i higieny pracy. Szkolenie w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników, którzy w związku z wykonywanymi pracami są lub mogą być narażeni na działanie pyłu azbestu, a także osób kierujących takimi pracownikami i pracodawców powinno być przeprowadzane z uwzględnieniem programu szkolenia w zakresie bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest [20].

Ad 3. Ochrona zdrowia pracujących

Obowiązek wykonania badań profilaktycznych oraz innej opieki niezbędnej ze względu na warunki pracy nałożony został zarówno na pracodawcę, jak i na pracownika. Pracodawca ma obowiązek skierować pracownika na te badania lekarskie, a pracownik jest obowiązany poddawać się im w trakcie zatrudnienia. Koszty badań profilaktycznych pokrywa pracodawca. Badanie profilaktyczne pracownika ocenia, czy jego cechy fizyczne i psychiczne umożliwiają mu wykonywanie pracy w warunkach środowiska pracy, jakie zostały na tym stanowisku stwierdzone oraz dokonuje wykluczenia istnienia choroby, która mogłaby w toku wykonywania pracy bądź w wyniku jej kontynuowania w określonych warunkach środowiska pracy ulec zaawan-

sowaniu. W przypadku badań okresowych dokonywana jest ocena dynamiki zmian w stanie zdrowia w porównaniu z wynikami stwierdzonymi w poprzednich badaniach. Działania profilaktyczne ukierunkowane są na wykrywanie wczesnych skutków zdrowotnych narażenia na pył azbestu. Opieka zdrowotna pracowników narażonych na pył azbestu obejmuje następujące grupy osób:

- pracowników, którzy aktualnie pracują w warunkach narażenia zawodowego przy usuwaniu i zabezpieczaniu wyrobów zawierających azbest;
- byłych pracowników, których ekspozycja zawodowa występowała w przeszłości, w tym pracowników zakładów wymienionych w ustawie o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest.

Ad 4. Bezpieczne usuwanie wyrobów zawierających azbest

Ograniczenie emisji pyłu azbestowego

Wykonawca prac zobowiązany jest do zastosowania odpowiednich środków technicznych ograniczających do minimum emisję azbestu do środowiska. Jeżeli prace prowadzone są w obiekcie, należy zastosować odpowiednie zabezpieczenia przed pyleniem i narażeniem na azbest obejmujące uszczelnienia otworów okiennych i drzwiowych, a także inne zabezpieczenia przewidziane w planie bezpieczeństwa i ochrony zdrowia. Pomieszczenia, w których zostały przekroczone dopuszczalne wartości stężeń pyłu azbestowego dla obszaru wykonywania prac, powinny zostać odizolowane. W szczególności dotyczy to izolowania pomieszczeń w przypadku prowadzenia prac z wyrobami zawierającymi krokidolit. Ponadto pył azbestowy powinien być codziennie usuwany ze strefy prac przy zastosowaniu podciśnieniowego sprzętu odkurzającego lub metodą czyszczenia na mokro. Istnieje obowiązek stosowania zespołu szczelnych pomieszczeń, w których następuje oczyszczenie pracowników z pyłu azbestu (komora dekontaminacyjna), przy usuwaniu pyłu azbestowego przekraczającego dopuszczalne wartości stężeń. Bezpieczne usuwanie wyrobów zawierających azbest wymaga izolowania od otoczenia obszaru prac przez stosowanie osłon zabezpieczających przed przenikaniem azbestu do środowiska. Prace związane z usuwaniem wyrobów zawierających azbest prowadzi się w sposób uniemożliwiający emisję azbestu do środowiska oraz powodujący zminimalizowanie pylenia [1, 2]. W tym celu stosuje się:

- 1) nawilżanie wodą wyrobów zawierających azbest przed ich usuwaniem lub demontażem i utrzymywanie ich w stanie wilgotnym przez cały czas pracy;
- 2) demontaż całych wyrobów (płyt, rur, kształtek) bez ja-

- kiegokolwiek uszkodzania, tam gdzie jest to technicznie możliwe;
- 3) odspajanie materiałów trwale związanych z podłożem przy stosowaniu wyłącznie narzędzi ręcznych lub wolnoobrotowych, wyposażonych w miejscowe instalacje odciągające powietrze;
 - 4) prowadzenie kontrolnego monitoringu powietrza w przypadku stwierdzenia występowania przekroczeń najwyższych dopuszczalnych stężeń pyłu azbestu w środowisku pracy, w miejscach prowadzonych prac;
 - 5) codzienne zabezpieczanie zdemontowanych wyrobów i odpadów zawierających azbest oraz ich magazynowanie w wyznaczonym i zabezpieczonym miejscu.

Wygradzenie i oznakowanie terenu prac

Teren prac powinien być wygradzony z zachowaniem bezpiecznej odległości od traktów komunikacyjnych dla osób pieszych (nie mniejszej niż 1 m). W strefie wykonywania prac należy umieścić w widocznym miejscu tablice informacyjne o treści: „Uwaga! Zagrożenie azbestem”. Gdy prace dotyczą wyrobów zawierających krokidolit, to treść tablic informacyjnych powinna wskazywać: „Uwaga! Zagrożenie azbestem – krokidolitem”. Pomieszczenia w zakładzie lub warsztacie zamkniętym, w którym prowadzona jest działalność w kontakcie z wyrobami zawierającymi azbest, powinny zostać oznakowane, a także powinna zostać tam umieszczona w widocznym miejscu instrukcja bezpiecznego postępowania i ochrony przed narażeniem na pył azbestowy.

Wymagania dla prac szczególnie niebezpiecznych

Prace związane z usuwaniem i zabezpieczaniem wyrobów zawierających azbest zalicza się do prac szczególnie niebezpiecznych. Przed ich rozpoczęciem wykonawca zobowiązany jest do określenia szczegółowych wymagań bezpieczeństwa i higieny pracy przy ich wykonywaniu. Powinien on zapewnić:

- 1) bezpośredni nadzór nad tymi pracami przez wyznaczone osoby;
- 2) odpowiednie środki zabezpieczające;
- 3) instruktaz pracowników obejmujący imienny podział pracy, kolejność wykonywania zadań i wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy przy poszczególnych czynnościach;
- 4) dostęp do miejsc wykonywania tych prac jedynie osobom upoważnionym i odpowiednio poinstruowanym.

Ponadto przed przystąpieniem do wykonywania prac szczególnie niebezpiecznych należy:

- 1) ograniczyć do minimum liczbę osób narażonych na czynniki rakotwórcze;

- 2) ograniczyć do minimum występowanie tych czynników w środowisku pracy;
- 3) zapewnić stosowanie środków ochrony zbiorowej, a gdy narażenie nie może być zlikwidowane w inny sposób – środków ochrony indywidualnej;
- 4) zapewnić stosowanie wymagań higieny, a w szczególności niedopuszczanie do spożywania posiłków, picia i palenia tytoniu w miejscach pracy;
- 5) określić w instrukcjach bezpieczeństwa i ochrony zdrowia odpowiednie zasady postępowania w razie powstania nieprzewidzianych sytuacji powodujących poważne zagrożenia dla pracujących;
- 6) oznaczyć miejsca stwarzające ryzyko dla zdrowia poprzez umieszczenie odpowiednich napisów i znaków ostrzegawczych;
- 7) zapewnić pomieszczenia, instalacje i urządzenia przystosowane do regularnego i skutecznego czyszczenia.

Podsumowanie

Azbest jest aktualnie zaliczany do dziesięciu najgroźniejszych substancji zanieczyszczających środowisko życia człowieka na ziemi. W związku z udowodnieniem szkodliwego oddziaływania tego materiału na układ oddechowy ludzi, umieszczono azbest w wykazie Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej jako niebezpieczną substancję chemiczną o udowodnionym działaniu rakotwórczym dla człowieka [27]. Badania naukowe udowodniły, że azbest stanowi zagrożenie dla zdrowia w następstwie długotrwałego narażenia dróg oddechowych na wdychanie jego włókien. Ze względu na swoje właściwości i praktycznie niezniszczalność, azbest wprowadzany do powietrza utrzymuje się w nim przez dłuższy lub krótszy okres czasu. Materiał ten zawarty w różnych wyrobach użytkowych stanowi potencjalnie zagrożenie dla człowieka, ze względu na możliwość jego uwolnienia. Jedynie zdeponowany na zabezpieczonych składowiskach odpadów lub na bezpiecznej głębokości w ziemi nie stanowi zagrożenia dla człowieka ani środowiska naturalnego [4, 7].

Wyroby azbestowe wstępujące dość powszechnie w środowisku naturalnym nie stanowią istotnego zagrożenia dla zdrowia dopóki ich włókna nie są uwalniane do atmosfery, a co za tym idzie nie są wdychane. Azbest jest zaliczany do silnych czynników kancerogennych, przez co stwarza istotne i realne zagrożenia zdrowotne dla osób narażonych na jego oddziaływanie. Jest szczególnie niebezpieczny w bezpośrednim kontakcie podczas jego wydobywania, produkcji, obróbki, eksploatacji i usuwania. W publikacji przedstawiono zarys środowiskowego i zdrowotnego narażenia na azbest i niezbędne działania służące ograniczeniu jego oddziaływania podczas usuwania wyrobów azbestowych.





Fot. 1. Dach budynku mieszkalnego pokryty eternitem.

Fot. A. Żarczyński



Fot. 2. Stary budynek mieszkalny pokryty eternitem.

Fot. A. Żarczyński



Fot. 3. Stodoła pokryta eternitem we wsi Gołąb (powiat puławski).

Fot. A. Żarczyński

Literatura

[1] Oziębło-Brzykczy S., 2018, Niebezpieczny azbest, PIP i Główny Inspektorat Pracy, Warszawa.

[2] Skrzecz I. (red.), 2010, Azbest, Niewiązujący podręcznik dobrych praktyk, Komitet Starszych Inspektorów Pracy (SLIC), PIP oraz Główny Inspektorat Pracy, Warszawa.

[3] Portal Wikipedia, Azbest, <https://pl.wikipedia.org/wiki/azbest>, 16.03.2020.

[4] Krzyżewska I., Czarnowska K., 2004, Azbest w środowisku przyrodniczym, *Aura*, 1, 12-13.

[5] Frank A.L., Joshi T.K., 2014, The global spread of asbestos, *Annals of Global Health*, 80(4), 257-262.

[6] Szeszenia-Dąbrowska N., Świątkowska B., Azbest w Polsce, IMP, Łódź 2016.

[7] Pyssa J., 2019, Techniczno-ekonomiczne, zdrowotne oraz środowiskowe aspekty zagospodarowania odpadów azbestowych w Polsce, *Przemysł Chemiczny*, 98(2), 461-467.

[8] Radecki W., 2004, Składowanie odpadów zawierających azbest, *Aura*, 9, 36.

[9] Frank A.L., 2020, Global use of asbestos – legitimate and illegitimate issues, *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 15, article number 16, 1-6.

[10] Więcek E., 2004, Azbest – narażenie i skutki zdrowotne, *Bezpieczeństwo Pracy*, 2004, 2, 2-6.

[11] Wójcik M., Stachowicz F., Metody recyklingu wyrobów azbestowych w aspekcie propagowania zasad gospodarki odpadami niebezpiecznymi na terenach wiejskich, w: Krupa J., Szpara K., 2019, Problemy ochrony środowiska przyrodniczego i kulturowego Pogórza Dynowskiego w Aspekcie Zrównoważonego Rozwoju Turystyki, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Dynów.

[12] Hajok I., 2011, Ryzyko zdrowotne związane z usuwaniem azbestu, *Aura*, 5, 21-22.

[13] Maciołek H., Zielińska A., Domarecki T., 2012, Oddziaływanie azbestu na środowisko przyrodnicze i organizm człowieka, *Journal of Ecology and Health*, 16(3), 112-119.

[14] Straka M., Cehlar M., Khouri S., Trebuna P., Rosova A., Malindzakova M., 2016, Narażenie na działanie azbestu i minimalizacja ryzyka związanego z usuwaniem azbestu poprzez wykorzystanie zasad logistyki, *Przemysł Chemiczny*, 95(5), 963-970.

[15] Urbaniak W., 2015, Historia azbestu – od euforii do zakazu, *Przegląd Komunalny*, 1, 44-46.

[16] Świątkowska B., Szeszenia-Dąbrowska N., Wilczyńska U., 2016, Medical monitoring of asbestos-exposed workers: experience from Poland, *Bulletin of the World Health Organization*, 94, 599-604.

[17] Nations J.A., Lazarus A.A., 2011, Asbestos and lung diseases: introduction and epidemiology, „Disease-a-month: DM”, 57(1), 7-13.

[18] Furuya S., Chimed-Ochir O., Takahashi K., David A, Takala J., 2018, Global asbestos disaster. *International Journal Environmental Research Public Health*, 15, 1000, <https://doi.org/10.3390/ijerph1505/1000>, 14.03.2021.

[19] World Health Organization (WHO), 1986, Asbestos and other natural mineral fibers, *Environmental Health, Criteria 53*. Genewa.

[20] Chmielewski J., Żeber-Dzikowska I., Florek-Luszczki M., Nowak-Starz G., Gworek B., Czarny-Działak M., Walosik A., Springer M., 2020, Azbest: edukacja ekologiczna a aktualne zagrożenie środowiskowe i zdrowotne, *Przemysł Chemiczny*, 99(4), 633-641.

[21] Kłojzy-Karczmarczyk B., Staszczak J., 2020, The adopted weight of asbestos-containing products versus results of stocktaking in the area of Poland, *Inżynieria Mineralna*, 2(2), 41-46.

[22] Skowroń J., 2007, Czynniki rakotwórcze i mutagenne w świetle ustawodawstwa polskiego i Unii Europejskiej, *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, 4(54), 5-43.

[23] Ustawa z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest, *Dz. U.* 1997, nr 101, poz. 628; tekst jednolity (*Dz. U.* 2020, poz. 1680).

[24] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (*Dz. U.* 2004, nr 71, poz. 649 z późniejszymi zmianami).

[25] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 października 2005 r. w sprawie zasad bezpieczeństwa i higieny pracy przy zabezpieczaniu i usuwaniu wyrobów zawierających azbest oraz programu szkolenia w zakresie bezpiecz-

nego użytkowania takich wyrobów (*Dz. U.* 2005, nr 216, poz. 1824).

[26] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 13 grudnia 2010 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania wyrobów zawierających azbest oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których były lub są wykorzystywane wyroby zawierające azbest (*Dz. U.* 2011, nr 8, poz. 31)

[27] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (*Dz. U.* 2018, poz. 1286 z późniejszymi zmianami).

[28] Program oczyszczania kraju z azbestu na lata 2009-2032, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010.

[29] Baza Azbestowa, Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii, <http://www.bazaazbestowa.gov.pl>, 13.03.2021.

[30] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 2 maja 2013 r. w sprawie składowisk odpadów (*Dz. U.* 2013, poz. 523).

Agnieszka Kowalska, Andrzej Żarczyński

e-mail: kowalska.agnieszka.92@gmail.com >; „Andrzej Żarczyński” <andrzej.zarczynski@p.lodz.pl>

Institut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Próba oszacowania biogazowego potencjału energetycznego gminy Błaszki.

Cz. 2. Produkcja biogazu i energii z biomasy

Wstęp

W pierwszej części pracy w oparciu o dostępne materiały statystyczne GUS i inne opracowania, wykonano inwentaryzację aktualnie dostępnej biomasy oraz potencjalnie możliwej do uzyskania na terenie gminy Błaszki [1-3]. Utylizacja tej biomasy w kierunku otrzymywania biogazu pozwoli zwiększyć możliwości energetyczne regionu i Polski, a także przyczyni się do redukcji skali emisji ditlenku węgla, tlenków siarki i azotu [4-8].

W pracach zrealizowanych w ostatnich latach stwierdzono, że możliwe jest zastosowanie wybranego kalkulatora biogazowego do obliczeń wskaźników produkcji biogazu i jego energetycznego wykorzystania [3, 9, 10]. Kalkulator biogazowy to narzędzie internetowe, które pomaga wstępnie oszacować wielkość produkcji biogazu na podstawie wprowadzonych danych dotyczących masy i rodzajów wsadu przewidywanych substratów. Kalkulatory biogazowe są przede wszystkim wykorzystywane w projektowaniu i ocenie wskaźników energetycznych inwestycji biogazowych [3, 9-13].

Wyniki obliczeń dla biomasy zinwentaryzowanej w gminie Błaszki

W związku z różnorodnością źródeł substratów, w obliczeniach wykonanych w 2016 r. zastosowano trzy kalkulatory biogazowe wówczas dostępne nieodpłatnie w Internecie [11-13]. Każdy z użytych kalkulatorów dla takich samych substratów dawał porównywalne wyniki. Jednak nie znaleziono kalkulatora, który posiadałby możliwość wprowadzenia wszystkich rodzajów zinwentaryzowanych substratów. Wykonując obliczenia uzyskano wyniki produkcji biogazu w m³ oraz metanu w m³, a także produkcji energii elektrycznej w MWh/rok [3]. W związku z ograniczeniem dostępności internetowych kalkulatorów biogazowych w latach 2018-2020 stwierdzono, że analogiczne obliczenia można także wykonywać w oparciu o dane tabelaryczne dostępne w literaturze [14-20].

Wyniki obliczeń wydajności fermentacji dla zinwentaryzowanej biomasy w gminie Błaszki, wykonane przy użyciu kalkulatorów biogazowych zestawiono w tabeli 1. W ostat-



Tabela 1. Obliczeniowa wydajność procesu fermentacji dla zinwentaryzowanej biomasy z terenu gminy Błaszki [1, 3] oraz produkcja energii elektrycznej obliczona za pomocą kalkulatorów biogazowych [11-13].

Surowce rzeczywiste				
Nazwa wsadu	Roczny wsad substratów [t/rok]	Uzysk biogazu [m ³ /rok]	Uzysk metanu [m ³ /rok]	Produkcja energii elektrycznej [MWh/rok] [11-13]
Gnojowica bydlęca	19 116,00	520 954	312 573	1060,53
Gnojowica świńska	12 901,95	324 261	194 557	660,11
Gnojowica kurza	39 879,72	2 430 416	1 458 249	4947,70
Obornik bydlęcy	5734,80	430 764	258 458	876,92
Obornik świński	6790,50	490 023	294 014	997,56
Obornik koński	143,00	17 605	10 563	35,84
Obornik kurzy	2658,65	224 643	134 786	457,32
Gnojówka	27150,96	126 863	76 118	258,26
Odpad poubojowy	1440,00	246 240	129 560	439,59
Pszenica – słoma	4440,19	1 621 863	973 118	3301,69
Żyto – słoma	1263,84	578 932	318 413	1013,28
Jęczmień – słoma	707,33	277 153	166 292	564,21
Owies – słoma	226,44	90 722	54 433	184,69
Pszenżyto – słoma	1420,37	810 943	486 566	1650, 87
Mieszanki zbożowe – słoma	1763,44	1 006 814	604 088	2049,61
Kukurydza – słoma	519,57	348 528	209 117	709,51
Rzepak i rzepik – słoma	305,02	204 607	29 799	101,10
Siano	2617,64	1 638 069	860 077	2918,16
Osady ściekowe	21,00	5 025,25	3 015	9,62
Suma	129 100,42	11 394 425	6 573 796	22 236,56
Surowce potencjalne				
Nazwa wsadu	Roczny wsad substratu [t/rok]	Uzysk biogazu [m ³ /rok]	Uzysk metanu [m ³ /rok]	Produkcja energii elektrycznej [MWh/rok]
Sorgo	8585,00	794 397	476 638	1617,19
Całkowita suma wskaźnika	137 685,42	12 188 822	7 050 434	23 853,75



*Słoma to karma i podściółka dla inwentarza, ale występująca w nadmiarze stanowi surowiec do produkcji biogazu.
Fot. A. Żarczyński*

niej kolumnie przedstawiono efekty energetyczne dla poszczególnych substratów. Dane dla odchodów zwierzęcych, słomy, siana oraz uprawy sorgo uzyskano wykorzystując kalkulator ze strony <http://www.biogazenergia.pl/kalkulator-efektywnosci> [11]. W przypadku odpadu poubojowego stosowano kalkulator ze strony <http://ioze.pl/kalkulatory/biogazowy> [12], z kolei dla osadu ściekowego ze strony <http://www.mae.com.pl/biogaz/> [13]. Szczegółowe dane dotyczące możliwości obliczeń kalkulatorów zostały zebrane w pracy inżynierskiej [3].

Omówienie rezultatów obliczeń i ich interpretacja

Wyniki obliczeń wykonane przy użyciu kalkulatorów biogazowych dla oszacowanej ilości biomasy z terenu gminy Błaszki wykazały, że można rocznie uzyskać 12 188 822 m³ biogazu, zawierającego 7 050 434 m³ metanu. Dane użyte do obliczeń pochodziły z materiałów GUS zebranych w ramach Powszechnego Spisu Rolnego w 2010 r. [3, 15], a w części przypadków zostały określone na podstawie założeń własnych i konsultacji z rolnikami, więc mogły być obciążone kilkuprocentowym błędem. Należy zaznaczyć, że zinventaryzowane substraty stanowią tylko pewną część faktycznej biomasy, która mogłaby zostać pozyskana na terenie gminy Błaszki. Według kalkulatora biogazowego obliczona ilość biogazu pozwoliła na produkcję roczną energii elektrycznej na poziomie 23 854 MWh.

Wnioski

1. Gmina Błaszki jest reprezentatywną jednostką administracyjną o charakterze rolniczym w województwie łódzkim, będącą miejscem powstawania znacznych ilości biomasy, której głównymi źródłami są: słoma roślin uprawnych, siano, gnojowica, obornik, osady ściekowe i odpady poubojowe.
2. Rozpoznanie i inwentaryzacja zasobów biomasy generowanej przez różne źródła na terenie gminy Błaszki wykazała jej roczny potencjał masowy na poziomie 137 685

ton, który umożliwia wytworzenie 12 188 822 m³ biogazu.

3. Użycie kalkulatorów biogazowych pozwoliło na oszacowanie sumarycznej produkcji energii elektrycznej na poziomie 23 854 MWh/rok na terenie analizowanej gminy.
4. Do obliczeń potencjału biomasy z danego terenu i energii uzyskanej w wyniku jej fermentacji można stosować także dane dostępne w tradycyjnej literaturze oraz w Internecie.
5. Istnieje znaczny, niewykorzystywany potencjał biogazowy na terenie badanej gminy Błaszki o specyfice rolniczej, a także w innych gminach, czyli faktycznie w całym województwie łódzkim, jak również w Polsce.

Literatura

- [1] Kowalska A., Żarczyński A., 2019, Próba oszacowania biogazowego potencjału energetycznego gminy Błaszki. Cz. 1. Inwentaryzacja potencjalnej biomasy, *Eliksir*, 9, 9-15.
- [2] Kowalska A., 2017, Charakterystyka roślin energetycznych jako potencjalnego surowca do produkcji biogazu, *Eliksir*, 1(5), 11-15.
- [3] Kowalska A., 2016, Biogazowy potencjał energetyczny gminy Błaszki, praca dyplomowa inżynierska, IChOIE, Politechnika Łódzka, Łódź.
- [4] Kociotek-Belawejder E., Wilk Ł., 2011, Przegląd metod usuwania siarkowodoru z biogazu, *Przemysł Chemiczny*, 90(3), 389-397.
- [5] Żarczyński A., Rosiak K., Anielak P., Wolf W., 2014, Practical methods of cleaning biogas from hydrogen sulphide. Part 1. Application of solid sorbents, *Acta Innovations*, 12, 24-35, http://www.proakademia.eu/gfx/baza_wiedzy/255/praktyczne_metody_oczyszczania_biogazu_z_siarkowodoru.pdf, 22.08.2020.
- [6] Klemba K., 2015, Biogazownia jako potencjalne źródło zagrożeń emisjami odorowymi oraz działania prewencyjne, *Eliksir*, 2, 22-27.
- [7] Kuziemska B., Trębicka J., Wieremiej W., Klej P., Pieniak-Lendzion K., 2014, Korzyści i zagrożenia w procesie produkcji biogazu, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach*, nr 103, seria: Administracja i Zarządzanie, z. 30, 99-113.
- [8] Mitoraj R., 2019, Energetyczne wykorzystanie biomasy, *Aura*, 6, 16-19.
- [9] Smolarek T., 2016, Kalkulator biogazowy jako użyteczne narzędzie do obliczeń wskaźników pracy biogazowni, *Eliksir*, 1(3), 52-55.
- [10] Sławiński K., Piskier T., Bujacek R., 2012, Ocena przydatności kalkulatorów biogazowni przy planowaniu budowy biogazowni rolniczej, *Inżynieria Rolnicza*, 16(4), 369-375.
- [11] Kalkulator efektywności energetycznej biogazowni, <http://www.biogazenergia.pl/kalkulator-efektywnosci>, 04.01.2018.
- [12] Kalkulator biogazowy Mazowieckiej Agencji Energetycznej, <http://www.mae.com.pl/biogaz/>, dostęp 04.01.2018.
- [13] Kalkulator biogazowy, <http://ioze.pl/kalkulatory/biogazowy/>, 04.01.2018.
- [14] Kowalczyk-Juśko A., Pozostałości z przetwórstwa rolno-spożywczego, Portal Fundacji na rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa,



<http://www.gmina.bio-gazownie.edu.pl/pozostalosci-z-przetworstwa-rolno-spozywczego>, 10.07.2019.

[15] Bank Danych Lokalnych, http://stat.gov.pl/bdl/app/strona.html?p_name=indeks, 29.08.2019.

[16] Curkowski A., Mroczkowski P., Oniszk-Popławska A., Wiśniewski G., 2009, Biogaz rolniczy – produkcja i wykorzystanie. MAE Sp. z o.o., Warszawa, http://www.mae.com.pl/files/poradnik_bio-gazowy_mae.pdf, 29.11.2020.

[17] Myczko A., Dobór substratów do biogazowni. Biogazownie rolnicze – mity i fakty. FDPA, Warszawa 2011.

[18] Cebula J., Wybrane metody oczyszczania biogazu rolniczego i wysypiskowego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2012.

[19] Grzybek A. (red.), Biogazownia rolnicza – podręcznik dla samorządowca, Fundacja na Rzecz Rozwoju Polskiego Rolnictwa, Warszawa 2014.

[20] Michalska K., Pazera A., Energia z odpadów, w: Determinanty rozwoju odnawialnych źródeł energii, 45-62, Kochańska E. (red.), Seria wydawnicza Acta Innovations, CBI Pro-Akademia, Łódź, 2014.

Beata Gradek, Andrzej Żarczyński, Marcin Zaborowski

e-mail: Beata Kubacka<beata.kubacka91@gmail.com>; andrzej.zarczyński@p.lodz.pl; marcin.zaborowski@p.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Propozycja ankiety jako metody kompleksowej charakterystyki elektrowni wiatrowych

Wstęp

Ankietyzacja jest często stosowaną metodą badań w naukach społecznych, zwłaszcza w socjologii, jednak może być przydatna także w naukach technicznych i w ochronie środowiska [1-3]. Metoda ta polega na uzyskiwaniu danych poprzez zadawanie pytań respondentowi przez ankietę, na podstawie specjalnie przygotowanego narzędzia badawczego w postaci kwestionariusza – ankiety, albo przez wypełnienie tej ankiety w zdefiniowanym czasie. W drugim przypadku odpowiedzi mogą być uzyskiwane sposobem korespondencyjnym za pomocą Internetu lub jako przesyłka pocztowa. Ankieter uzyskuje odpowiedzi od respondentów, wybranych na podstawie odpowiednio dobieranych prób badawczych, oczywiście, jeśli wyrażą na to zgodę [2, 3].

Elektrownia wiatrowa produkując energię bez zanieczyszczania środowiska spalinami i pyłem, przyczynia się do zmniejszenia wykorzystywania paliw kopalnych, a tym samym do redukcji możliwości występowania kwaśnych deszczy, efektu cieplarnianego i smogu. Produkcja energii z wiatru nie wymaga pobierania wody ani surowców, toteż proces ten nie generuje ścieków ani odpadów. Energetyka wiatrowa daje profity gospodarcze oraz społeczne, bowiem farmy wiatrowe są źródłem podatków dla miejscowych gmin oraz sprzyjają rozwojowi lokalnych rynków pracy [3-9].

W społeczeństwie, oprócz korzyści, dostrzegane są mankamenty tego źródła energii, w praktyce zależnego od

siły wiatru, czyli niestabilnego w czasie. Poza tym turbiny wiatrowe w większości generują hałas, zwłaszcza dokuczliwy przy ich usytuowaniu w pobliżu osiedli ludzkich. Ponadto energetyka wiatrowa powoduje zmiany w krajobrazie, niekiedy uciążliwości zdrowotne dla ludzi, zagrożenia dla awifauny i obniża atrakcyjność rekreacyjną oraz wartość materialną danego terenu [3, 5, 6, 9-16].

Głównymi celami polityki energetycznej dla stałego i zrównoważonego rozwoju tego sektora jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zwiększenie konkurencyjności i efektywności energetycznej oraz ograniczenie oddziaływania energetyki konwencjonalnej na środowisko [17, 18]. Jedną z dróg prowadzących do osiągnięcia tego celu jest rozwój energetyki wiatrowej, niestety zahamowany zwłaszcza ustawą z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych [3, 5, 19, 20].

Cel ankiety

Celem opracowanej ankiety jest kompleksowa analiza stanu energetyki wiatrowej na terenie województwa łódzkiego obejmująca ocenę potencjału technicznego farm wiatrowych oraz procesu pozyskiwania energii wiatru. Zadaniem ankiety jest badanie jedynie elektrowni komercyjnych, a nie przydomowych, tj. prosumenckich. Ankieta składa się z 28 pytań z zakresu lokalizacji, danych technicznych oraz informacji nt. reakcji lokalnego społeczeństwa na inwestycje wiatrowe. Tak szeroki zakres ankiety pozwala

ocenić stan energetyki wiatrowej na terenie analizowanej jednostki terytorialnej. Założono, że badanie ankietowe pozwoli oszacować efektywność pracy istniejących farm wiatrowych w województwie łódzkim – centralnie położonej w Polsce jednostce administracyjnej [3]. W każdym badaniu ankietowym powinien być wskazany podmiot i przedmiot prowadzonej analizy. Przedmiotem ankiety przedstawionej w dalszej części pracy są elektrownie wiatrowe zlokalizowane na terenie województwa łódzkiego, a podmiotem jest grupa inwestorów, ich właścicieli i zarządców.

Prezentacja ankiety

Poniżej przedstawiono tekst ankiety – kwestionariusza pt. „Analiza stanu technicznego i innych wybranych aspektów elektrowni wiatrowych pracujących na terenie województwa łódzkiego” [3]. Po przedstawieniu się ankietę zwraca się z prośbą do adresata o wypełnienie krótkiej ankiety. Ponadto informuje, że badania objęte kwestionariuszem są anonimowe, a ich wyniki posłużą do oceny stanu energetyki wiatrowej województwa łódzkiego. Poza tym prosi adresata o oznaczenie *) zagadnień objętych tajemnicą patentową lub służbową.

1. Powiat, w którym zlokalizowana jest elektrownia wiatrowa to:
 - powiat bełchatowski,
 - powiat brzeziński,
 -
 - powiat zgierski.
2. Proszę podać miejscowość, w której zlokalizowana jest turbina/y:

.....
3. Liczba turbin znajdująca się w danej miejscowości:
 - 1-3,
 - 4-7,
 - 8-11,
 - 12-15,
 - 16 i więcej.
4. Jaka jest masa całkowita konstrukcji pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
5. Wysokość maksymalna obiektu nad poziomem terenu:
 - 20 – 100 m,
 - 101 – 140 m,
 - 141 – 180 m,
 - 181 – 210 m.
6. Maksymalna moc pojedynczej turbiny wynosi:
 - 0,2 – 0,7 MW,
 - 0,8 – 1,3 MW,

- 1,4 – 1,8 MW,
 - 1,9 – 2,4 MW,
 - 2,5 – 3,0 MW.
7. Ile wynosi prędkość obrotowa nominalna wirnika [obr./min]:

.....
 8. Ile wynosi prędkość obrotowa synchroniczna generatora [obr./min]:

.....
 9. Rodzaj generatora:
 - asynchroniczny,
 - synchroniczny.
 10. Ile wynosi częstotliwość generatora:

.....
 11. Rodzaj wirnika:
 - przegubowy,
 - wahliwy,
 - bezprzegubowy.
 12. Typ głowicy wirnika nośnego:
 - przegubowa,
 - huśtawkowa,
 - bezprzegubowa.
 13. Ile wynosi średnica wirnika pojedynczej turbiny?

.....
 14. Jaką oś obrotu posiadają turbiny wiatrowe:
 - Poziomą (HWAT – Horizontal Axis Wind Turbine),
 - Pionową (VWAT – Vertical Axis Wind Turbine).
 15. Prędkość startu pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
 16. Prędkość zatrzymania pojedynczej turbiny wiatrowej:

.....
 17. Optymalna robocza prędkość wiatru:

.....
 18. Jaka jest maksymalna wytrzymałość turbiny na prędkość wiatru [m/s]:
 - 30,
 - 40,
 - 50,
 - 60.
 19. Średnia prędkość wiatru w ciągu roku na terenie farmy wiatrowej wynosi [m/s]:

.....
 20. Jaka jest szacowana ilość produkowanej energii w farmie wiatrowej (pojedynczej turbiny) w ciągu roku przy średnich prędkościach wiatru [MWh/rok]:

.....
 21. Kto jest producentem zainstalowanych w Pana/Pani firmie turbin wiatrowych?

.....



22. Kto jest producentem ważniejszych podzespołów turbin wiatrowych zainstalowanych w Pana/Pani firmie?
.....
23. W którym roku uruchomiono pierwszą turbinę wiatrową w Pana/Pani firmie?
.....
24. W którym roku osiągnięto aktualną moc elektrowni wiatrowej w Pana/Pani firmie?
.....
25. Czy Pana/Pani firma planuje dalsze inwestycje związane z energią wiatrową w ciągu najbliższych 5 lat na terenie województwa łódzkiego?
- Tak,
 Nie.
26. Czy informacje o zamiarze budowy/w czasie trwania budowy/po uruchomieniu elektrowni wiatrowej związane były z protestami społecznymi?
- Tak,
 Nie.
27. Kiedy protesty społeczne miały miejsce?
- Po informacji o zawarciu umowy,
 W trakcie budowy,
 Po uruchomieniu siłowni wiatrowej.
28. Jakie były formy protestów społecznych?
- Demonstracje,
 List protestacyjny,
 Pozew sądowy,
 Petycja z podpisami osób zainteresowanych.

Dziękuję bardzo Pani/Panu za wypełnienie powyższej ankiety. Uprzejmie proszę o uwagi do jej zakresu! Uwagi:
.....

Zakres i dyskusja struktury ankiety

Ankieta umożliwia zebranie szeregu danych na temat istniejących obecnie obiektów energetyki wiatrowej na terenie całego województwa, obejmując oprócz pytań także rezerwę miejsca na ewentualne uwagi wypełniających. Ankiety można podzielić na trzy części dotyczące:

- 1) lokalizacji oraz liczebności turbin wiatrowych w danej farmie;
- 2) danych technicznych dotyczących turbin wiatrowych;
- 3) informacji dotyczących reakcji lokalnego społeczeństwa na inwestycje wiatrowe.

Pierwsza część ankiety zawiera pytania dotyczące konkretnej lokalizacji rozbijając ten zakres tematyczny na powiaty i miejscowości. Pytanie nr 3 ma na celu wskazanie, ile turbin wiatrowych powstało w ramach pojedynczej inwestycji.

Kolejna część jest najbardziej obszerna spośród wyżej wymienionych i zawiera dane dotyczące aspektów technicznych. W pierwszej kolejności w ankiecie zawarte są pytania dotyczące gabarytów turbin wiatrowych, tj. masa konstrukcji oraz jej wysokość. Kolejno umiejscowione zostały pytania nt. maksymalnej mocy jaką może osiągnąć turbina oraz prędkości podzespołów, takich jak: wirnik i generator oraz wyszczególnione zostały ich typy. W ankiecie znajduje się pytanie dotyczące rodzaju osi obrotu turbiny: poziomej bądź pionowej. Następne pytania natomiast dotyczą prędkości minimalnych, maksymalnych i optymalnych wiatru, przy których poruszają się siłownie. Na podstawie wykonanych pomiarów efektywności w ankiecie padło bardzo ważne pytanie dotyczące szacowanej ilości energii jaka osiągnana jest w ciągu roku w przypadku pojedynczej turbiny. Dalej poruszane są kwestie producentów najważniejszych części i podzespołów badanych siłowni. Pod koniec drugiej części analizowane będą pytania o to: kiedy oddano farmę do użytku oraz po jakim czasie od jej uruchomienia udało się uzyskać aktualnie osiąganą moc.

Ostatnia część ankiety dotyczy negatywnego odbioru informacji o planowanej inwestycji wśród lokalnego społeczeństwa oraz działaniach jakie zostały przez nie podjęte i kiedy miało to miejsce. Ze względu na zmiany w ustawodawstwie w 2016 roku istniejących przepisów dotyczących możliwości określania lokalizacji turbin w ankiecie pojawiło się pytanie o przyszłe planowane inwestycje w zakresie energetyki wiatrowej w okresie najbliższych pięciu lat przez inwestorów, zarządców i właścicieli. Na samym końcu ankiety umiejscowione zostało pole na ewentualne uwagi ze strony ankietowanych.

Przedstawiona ankieta ma jednak charakter uniwersalny i może być stosowana w każdym województwie na terenie Polski, a także na terenach fragmentów województw, tj. w powiatach lub ich grupach, po dostosowaniu do potrzeb ankietyzacji punktu nr 1.

Próba ankietyzacji farm wiatrowych

Badanie ankietowe zostało wykonane w I połowie 2017 r. na terenie województwa łódzkiego obejmującego 21 powiatów w zakresie istniejących tu 219 farm wiatrowych, obejmujących wówczas 554 turbiny energetyczne. Jednak już na samym początku ankietyzacji okazało się, że po ustaleniu lokalizacji elektrowni w wielu przypadkach trudno było uzyskać dane kontaktowe do ich właścicieli, zarządców lub inwestorów. Po próbie kontaktu jedynie poprzez pocztę elektroniczną zdecydowana większość respondentów nie odpowiedziała na prośbę o uczestnictwo w badaniu [3]. Mimo to ankietę składającą się z 28 pytań, tam gdzie było to



Przykładowa turbina wiatrowa we wsi Teodorów
(Gmina Będków, powiat tomaszowski).
Fot. A. Żarczyński

możliwe po rozmowie wstępnej z właścicielami lub zarządcami farm wiatrowych, przesłano im pocztą elektroniczną z prośbą o wypełnienie i odesłanie.

Na badanie ankietowe odpowiedziało zaledwie około 10% respondentów reprezentujących w większości pojedyncze turbiny wiatrowe. **Jednocześnie część ankietowanych poprosiła o całkowitą anonimowość i o nieupublicznianie wyników ich odpowiedzi.** W praktyce uniemożliwiło to przedstawienie Szanownym Czytelnikom szczegółowych wyników badania, a jedynie podanie ogólnych wniosków i obserwacji.

Podsumowanie ankietyzacji

Uzyskane odpowiedzi respondentów umożliwiły sformułowanie kilku wniosków.

1. Wyniki badania ankietowego uzyskano tylko z 22 farm wiatrowych, na terenie których było zainstalowanych 69 turbin energetycznych.
2. Najwięcej zbadanych elektrowni, tj. 13 z 26 znajdowało się w powiecie radomszczańskim, co oznacza, iż udało się tu uzyskać odpowiedzi od połowy jednostek ankietowanych na tym terenie. Jednak może mieć to związek z faktem zamieszkiwania w tym powiecie głównej Autorki kwestionariusza.

3. W powiecie piotrkowskim uzyskano wyniki z 4 elektrowni wiatrowych, w poddębickim z 2, a w powiatach bełchatowskim, tomaszowskim i opoczyńskim po 1 farmie.
4. Ankieta pozwoliła przebadać wybrane farmy wiatrowe pod względem technicznym, wydajności produkcji energii elektrycznej oraz w aspekcie ewentualnych protestów społecznych związanych z inwestycjami w energetykę wiatrową.
5. Średnie prędkości wiatru na terenie badanych elektrowni zmieniały się w przedziale od 4,5 do 7,0 m/s. Jednak w większości wahania zawierały się między 4,7 a 5,0 m/s.
6. Stwierdzono, że elektrownie wiatrowe nie wykorzystują swoich maksymalnych możliwości produkcyjnych, zwykle jest to tylko 30-42%, przez co są mało efektywne energetycznie. Główną przyczyną tej sytuacji są stosunkowo mało korzystne warunki wietrzne w miejscach ich lokalizacji, typowe dla centralnej Polski.
7. Inwestorzy, którzy zgodzili się na badanie w okresie najbliższych pięciu lat nie przewidują kolejnych inwestycji w energetykę wiatrową. Wynika to głównie z przepisów ustawy z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, która wprowadziła m. in. konieczność wpisania nowych elektrowni wiatrowych w miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz zachowania wystarczającej odległości od szeregu obiektów w środowisku [3, 19, 20]. Te restrykcyjne ograniczenia istotnie obniżyły atrakcyjność inwestycji w energetyce wiatrowej.

Literatura

- [1] Podedworna J., Kulig A., Heidrich Z., Sinicyn G., 2010, Ocena oddziaływania zapachowego procesów mechanicznego oczyszczania ścieków, *Przemysł Chemiczny*, 89(4), 517-523.
- [2] Klemba K., Żarczyński A., Wolf W.M., Anielak P., 2016, Praktyczne metody usuwania siarkowodoru z biogazu. III. Propozycja ankiety jako metody kompleksowej oceny aspektów ekonomicznych i ekologicznych technologii odsiarczania biogazu, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 6, 218-220.
- [3] Kubacka B., 2017, Energetyka wiatrowa w województwie łódzkim, Praca dyplomowa inżynierska, IChOIE. Politechnika Łódzka, Łódź.
- [4] Witowski A., 2016, Wielka Brytania inwestuje w energetykę wiatrową, *Przemysł Chemiczny*, 95(9), 1670.
- [5] Żarczyński A., Niedbalska M., Zaborowski M., 2016, Ocena efektywności energetycznej dwóch turbin wiatrowych firmy Vensys, *Eliksir*, 2(4), 27-31.
- [6] Wągrowski G., Żarczyński A., Zaborowski M., 2018, Monitoring produkcji energii elektrycznej w przykładowej farmie wiatrowej na terenie województwa łódzkiego, *Eliksir*, 2(8), 13-18.
- [7] Tytko R., 2019, Energetyka wiatrowa na Morzu Bałtyckim, *Aura*, 4, 8-11.



[8] Szymański D., 2019, Fakty przemawiają za morskimi wiatrakami, *Energia i Recykling*, 12(24), 16-17.

[9] Frączek P., 2011, Przeciwdziałanie konfliktom lokalizacyjnym w sektorze energii, *Polityka Energetyczna*, 14(2), 65-78.

[10] Górka K., 2009, Promieniowanie i hałas jako zanieczyszczenia środowiska w świetle statystyki. *Aura*, 12, 27-29.

[11] Bonenberg K., 2011, Hałas, *Aura*, 11, 35.

[12] Pawlas K., Pawlas N., Boroń M., 2012, Życie w pobliżu turbin wiatrowych, ich wpływ na zdrowie – przegląd piśmiennictwa, *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*, 15(4), 150-158.

[13] Wągrowski G., Żarczyński A., Zaborowski M., 2019, Kontrola oddziaływania akustycznego na środowisko przykładowej farmy wiatrowej w województwie łódzkim. Cz. 1. *Aura*, 4, 8-11.

[14] Loss S.R., Will T., Marra P.P., 2015, Direct mortality of birds from anthropogenic causes. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*, 46, 99-120.

[15] Pawlak K., Swadźba-Karbowy M., 2018, Hałas – zagrożenie dla środowiska i zdrowia, *Aura, Dodatek Ekologiczny dla Szkół*, 4, 1-3.

[16] Mitera M., 2017, Wpływ dźwięku w środowisku na atrakcyjność krajobrazu terenów rekreacyjnych, *Aura*, 7-8, 3-6.

[17] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 9 stycznia 2020 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o odnawialnych źródłach energii. Dz. U. 2020, poz. 261.

[18] Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, sierpień 2015.

[19] Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych. Dz. U. 2016, poz. 961; tekst jednolity Dz. U. 2020, poz. 981.

[20] Forsyś K., 2019, Ocena aktualnej sytuacji w odniesieniu do energetyki wiatrowej w Polsce: możliwości rozwoju i jego zagrożenia. *Technika Chłodnicza i Klimatyzacyjna*, 3, 85-89.

Aleksandra Wdowiak*, Joanna Chudzik

e-mail: 218693@edu.p.lodz.pl; joanna.chudzik.@dokt.p.lodz.pl

Koło Naukowe „Polimer”*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

2 gramy dopaminy gwarancją poprawy każdego zbliżenia

W dobie, gdy tworzy się skomplikowane kompozyty do coraz bardziej specjalistycznych zastosowań, kwestia adhezji pomiędzy nanonapełniaczem (szczególnie zaś nanodrutami metalicznymi) a matrycą polimerową staje się kluczowym aspektem. Wiele materiałów polimerowych nie wykazuje wystarczająco dobrej adhezji („zbliżeń”) do nanodrutów, co prowadzi do osłabienia właściwości mechanicznych gotowych kompozytów. Cieszącym się obecnie dość dużą popularnością i skutecznym rozwiązaniem tego problemu wydaje się dodatek polidopaminy, który może okazać się korzystny i przy wprowadzeniu go do polimeru, i przy stworzeniu z niego otoczki dla nanodrutu metalicznego.

Nanodrutu metaliczne

Nanodrutu (z ang. NWs – nanowires) klasyfikuje się, wraz z popularnymi manorurkami węglowymi i nanopręciami półprzewodnikowymi, jako struktury nanometryczne jednowymiarowe. W ich przypadku nieograniczonym wymiarem jest długość i jej standardowy stosunek do szerokości wynosi 100 lub więcej, choć czasami zdarza się, iż niektórzy autorzy zmniejszają go do 10. Oznacza to, że ich dwa wymiary, czyli średnica, mieszczą się w zakresie od 1 do 100 nm, podczas gdy trzeci wymiar, jakim jest właśnie

długość, zawiera się w skali mikrometrycznej. Rzecz jasna, granica ta jest kwestią umowną, podobnie jak zresztą dla różnych innych nanomateriałów. Najczęściej NWs charakteryzują się średnicą w zakresie kilku – kilkudziesięciu nanometrów przy długości w zakresie kilku – kilkudziesięciu mikrometrów [1, 2].

Zależnie od właściwości, nanodrutu można podzielić według różnych klasyfikacji, jednak najczęściej stosuje się dwie z nich [3-5]:

- Podział ze względu na właściwości przewodzące:
 - Nanodrutu metaliczne (przewodzące) (np. Au, Ag, Cu, Ni);
 - Nanodrutu półprzewodzące (np. InP, InAs, GaN, Si);
 - Nanodrutu o właściwościach dielektrycznych (np. SiO₂, TiO₂).
- Podział ze względu na długość (jej stosunek):
 - Nanopręty (np. nanopęczone i nanowłókna, których średnica jest mniejsza od ich długości ok. 100 razy);
 - Nanodrutu (z reguły sztywne, stanowiące strukturę metaliczną lub ceramiczną);
 - Nanowłókna (cechujące się niewielkim przekrojem poprzecznym oraz znaczą długością – stosunek tych wartości wynosi powyżej 100).

Nanodruły metaliczne, przez wzgląd na swoje właściwości, stanowią odpowiedni materiał do zastosowań w elektronice i optoelektronice [6, 7], choć coraz częściej rozważa się ich zastosowanie również przy tworzeniu sensorów [8, 9].

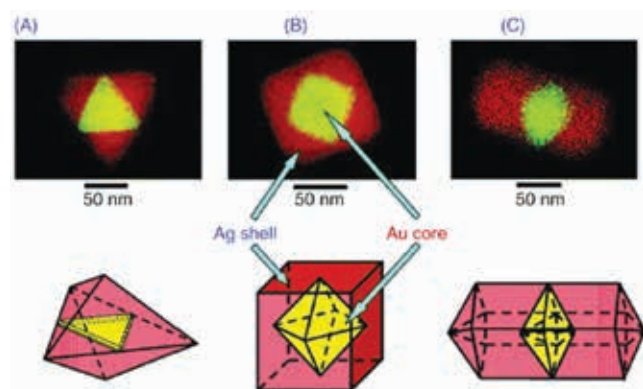
Struktury typu core-shell

Core-shell, czyli w tłumaczeniu na język polski rdzeń-powłoka, odnosi się do materiału składającego się z dwóch faz. Jedna stanowi rdzeń, czyli część wewnętrzną struktury, a druga powłokę, czyli zewnętrzną jej część. Zależnie od tego, jakie materiały zostaną połączone, jaką będą miały geometrię i wreszcie, jaka będzie morfologia całości, końcowy produkt może charakteryzować się wyjątkowymi właściwościami. Celem, dla którego dąży się do otrzymania otoczki na danym rdzeniu, może być szereg wymagań, które sprawiają, że pomimo dużego potencjału, dany materiał nie nadaje się do danego zastosowania [10].

Uzyskanie powłoki pozwala między innymi na:

- zmianę funkcjonalności struktury;
- zmianę stabilności;
- szeroko pojętą modyfikację powierzchni;
- zapewnienie kontrolowanego uwalniania rdzenia;
- zmianę dyspergowalności w różnych środowiskach;
- ograniczenie zużycia materiałów, które są drogie lub trudno dostępne.

Warto zauważyć, że najbardziej widocznym trendem ostatniego czasu jest tworzenie struktur, w których rdzeń stanowi metal szlachetny (np. złoto, srebro, platyna czy pallad), a otoczkę bądź to tlenek metalu (np. tlenek tytanu, krzemu, cynku czy cyrkonu) [11], bądź to polimer (np. polidopamina) [12]. Wiąże się to z faktem, że tego typu materiały nie tylko łączą w sobie właściwości zarówno rdzenia, jak i otoczki. Obserwuje się w nich także, porównując z homomateriałami, synergizm cech.



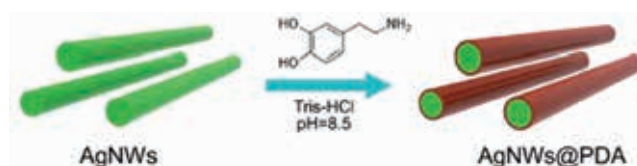
Rys. 1. Przykłady kształtów struktur core-shell Au@Ag syntetyzowanych metodą mieszaną mikrofales-poliile. A) Trójkątna bipyramida; B) Sześcian; C) Pręt [12]

Polidopamina

Polidopamina (PDA) należy do jednych z najbardziej obiecujących materiałów ostatnich lat. Jest materiałem biopolimerowym inspirowanym naturą, który posiada wiele interesujących właściwości, w tym przyczepność do szerokiej gamy materiałów oraz samoorganizację.

PDA może tworzyć wiązania koordynacyjne z różnymi jonami metali, które można zredukować do nanocząsteczek danego metalu w wyniku wyżarzania termicznego w środowisku ochronnym. Przykładowo, polidopaminę można zastosować jako materiał wspomagający do syntezy PtNP (nanocząsteczek platyny) w roztworze wodnym w temperaturze pokojowej. Ponadto, przy użyciu tej samej strategii, z pomocą późniejszego wyżarzania termicznego, można uzyskać również nanocząstki Cu, Ni oraz Cu – Ni. Tego typu prace pokazują, że PDA można wykorzystać jako potencjalne wsparcie w syntezie nanocząsteczek metali, które można potem wykorzystać w zastosowaniach inżynierskich, takich jak na przykład katalizatory [13].

Uzyskanie struktury core-shell AgNW@PDA (przykładowo, gdyż sprawdza się to również dla innych NW) należy do dość prostych procedur chemicznych. AgNW o kontrolowanej średnicy i długości syntetyzuje się w wyniku redukcji w polioliach [9]. Wykonuje się roztwór buforowy Tris w wodzie (10 mM, pH = 8,5) i do mieszaniny poreakcyjnej AgNW ostrożnie dodaje się go wraz z wodnym roztworem chlorowodoru dopaminy z łagodną szybkością mieszania. Reakcję prowadzi się przez około 24 godziny w temperaturze pokojowej. Po reakcji kolor roztworu zmienia się z szarego na brązowy, a nadmiarowy PDA usuwa się przez odrzucenie górnej zawiesiny z osadu AgNW. Po odwirowaniu przy 6000 obr/min i trzykrotnym przemyciu ultraczystą wodą uzyskuje się AgNWs@PDA [10].



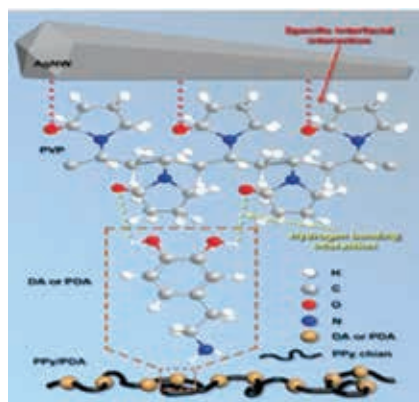
Rys. 2. Schemat otrzymania struktury core-shell na bazie AgNW [10]

Badania wykazują, że tak otrzymane struktury wykazują się wyższą adhezją do materiałów polimerowych (np. polipirolu). Schematycznie adhezja ta może wyglądać jak na schemacie po prawej [14].



Tabela 1. Metody przetwórstwa mieszanek gumowych z PDA

Nr	Sposób przetwórstwa	Obserwacje
1	Z góry określoną ilość zawiesiny PDA–MMT zmieszano z lateksem SBR i mieszano przez 30 minut. Następnie dodano roztwór kwasu siarkowego (3% wag.) w celu flokulacji cząstek gumy SBR/PDA–MMT. Stałe produkty sflukiwano, aż pH ich powierzchni okazało się obojętne, a następnie suszono przez 24 godziny w 50°C. Po kolei powstałe wysuszone kompozyty przeszły zwykły proces mieszania mechanicznego.	PDA–MMT znacząco poprawił wytrzymałość na rozciąganie SBR (o ponad 150%) przy bardzo niskim obciążeniu oraz wpłynął na wzrost temperatury właściwej SBR. Ponadto PDA–MMT zmniejsza ilość nienasyconych wiązań karbonylowych pochodzących z SBR, które powstają podczas obróbki termicznej. Sama powłoka PDA wykazuje skuteczność w usuwaniu rodników DPPH (85,1%), która jest porównywalna z wydajnością kwasu askorbinowego (95,1%). Ze względu na chemiczne działanie wiążące powłoki PDA, PDA–MMT wywiera skuteczny efekt stabilizacji termooksydacyjnej na matrycę SBR [15].
2	Próbki uzyskano mieszając różne objętości frakcji (0–10% obj.) nanocząsteczek Al ₂ O ₃ lub Al ₂ O ₃ -PDA-Ag oraz 100 g NR z dodatkiem określonej zawartości siarki w 6-calowych dwuwalcach. Proces przebiegał w temperaturze pokojowej. Mieszanki formowano przez prasowanie na gorąco przy 25 MPa i 150°C przez 1 godzinę.	W porównaniu z kompozytami Al ₂ O ₃ /NR wytrzymałość na rozciąganie kompozytu NR wzrosła po modyfikacji PDA i AgNW. Zostało to przypisane silniejszym oddziaływaniom międzyfazowym pomiędzy nanocząsteczkami Al ₂ O ₃ -PDA-Ag i matrycy NR. Z drugiej strony, chociaż wytrzymałość na rozciąganie wzrosła, wydłużenia przy zerwaniu wszystkich NR były nadal utrzymywane ~500%, co sugeruje wysoką elastyczność próbek [16] in-situ aluminum oxide-polydopamine.
3	Próbki NBR zanurzono w roztworze dopaminy (Tris i HCl były dodane do dopaminy jako roztwór buforowy). NBR – PDA został wyjęty i przemyty wodą dejonizowaną. Potem próbka była suszona przez 5 godzin. Następnie próbkę zamoczono w amoniakalnym roztworze azotanu srebra na 5 min. Po wyjęciu i przemyciu wodą dejonizowaną, NBR–PDA było suszone w piecu próżniowym w 35°C przez 6 godzin.	Tak przygotowany NBR –PDA/Ag wykazywał wysoką przewodność przy rezystywności powierzchniowej 1,4 Ω. Ponadto arkusze NBR–PDA/Ag zachowują dobrą przewodność po próbie rozciągania z dużym wydłużeniem [17].
4	Do 1 litra dejonizowanej wody dodano 2 g chlorowodoru dopaminy. Następnie dodano 45 g BN i mieszano przez 24 godziny w 25°C. Dodano KH560, ustawiono temperaturę na 60°C i pozostawiono do ogrzania na 8 godz. Otrzymana mieszanina była odsączona, przemyta wodą dejonizowaną i wysuszona pod próżnią w 60°C przez 24 godziny. Potem dodano 3 g DCP i 100 g NBR i wymieszano. Po 8 godzinach związek był wulkanizowany w 160°C przez odpowiedni czas aż do uzyskania gotowych wulkanizatów.	Kompozyt uzyskał wyższą stałą dielektryczną i niższe straty dielektryczne niż sam NBR [18].



Rys. 3. Schematycznie pokazane wiązanie adhezyjne między AgNW@PDA a PPy [14]

PDA+ nanonapełniacze + guma

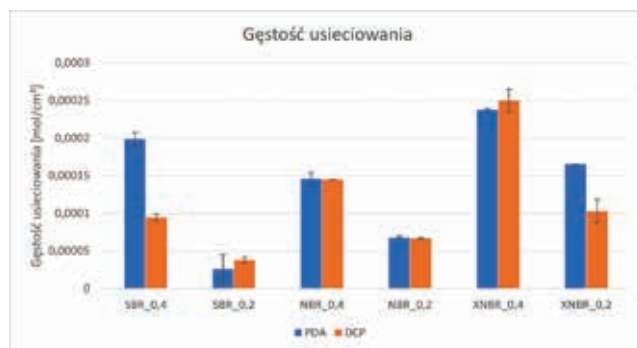
Sposoby przetwórstwa a także obserwacje zostały przedstawione w zbiorczej tabeli 1 zamieszczonej obok.

Czy PDA naprawdę jest gwarancją poprawy każdego zbliżenia?

Przez „zbliżenia” autorki artykułu rozumieją adhezję do gumy i możemy śmiało powiedzieć, że tak, obecność PDA sprawia, że adhezja nanodrutów do powierzchni gumy ulega znacznej poprawie. Wniosek ten został sformułowany na podstawie wykonanego badania Tape test. Autorki przygotowały więc mieszanki kauczukowe z NBR, SBR i XNBR zawierających 0,2 cz. wag. nadtlenku dikumylu (DCP) na 100 g kauczuku, a także takie same mieszanki z dodatkiem 2 g chlorku dopaminy (w trakcie polimeryzacji powstaje z niego polidopamina) na 100 g kauczuku. Na wszystkie próbki zostały postawione krople AgNW@PDA i AgNW w EtOH. Zauważyliśmy, że krople postawione na próbki z dodatkiem chlorku dopaminy zasychały znacznie szybciej tworząc tzw. Coffee ring, czyli ciemniejsze obręcze wokół zaschniętej kropli. Obecność tego zjawiska sugeruje, że wokół pierścienia cząsteczki są silniej upakowane. Podczas odparowywania AgNW z krawędzi są one uzupełniane AgNW z wnętrza.

Obecność PDA przyczyniła się także do poprawy właściwości fizyko-chemicznych otrzymanych kompozytów. Przede wszystkim poprawiła ich wytrzymałość przy zerwaniu, wydłużyła czas sieciowania oraz poprawiła gęstość usieciowania.

Większa gęstość usieciowania powstałych kompozytów może wynikać z faktu, iż dodatek PDA bierze udział w sieciowaniu jako przenośnik łańcucha kinetycznego reakcji, w efekcie zmniejszając szybkość rekombinacji rodników. Polidopamina ma zdolności do tworzenia skomplikowanych i pęczniących struktur, co może mieć wpływ na wzrost



Rys. 4. Wykres przedstawiający gęstość usieciowania dla próbek z i bez dodatku PDA (opracowanie własne)

gęstości usieciowania. Potencjalnym zastosowaniem tych materiałów (zwłaszcza ze względu na polepszoną wytrzymałość przy zerwaniu) są sensory naprężeń mechanicznych.

Literatura

- [1] Yongcun Zhou, Zhengping Luo, Xiao Zhuang, Feng Liu, 2016, Multilayer-structured high-performance nanocomposites based on a combination of silver nanoparticles and nanowires, *Materials Letter*, 7, <http://dx.doi.org/10.1016/j.matlet.2016.07.027>
- [2] Tan Zhang, Farhad Daneshvar, Cong Liu, Shaoyang Wang, Mingzhen Zhao, Fangqing Xia and Hung-Jue Sue, 2019, Synthesis of oxidation-resistant electrochemical-active copper nanowires using phenylenediamine isomers, *Materials & Design*, 162, 154–161.
- [3] Chudzik J., 2018, Nanodruty metaliczne – rozmiar ma znaczenie, *Eliksir*, 8, 18-21.
- [4] Zwiller V., Akopian N., van Weert M., van Kouwen M., Perinetti U., Kouwenhoven L., Algra R., Gomez Rivas J., Bakkers E., Patriarche G., Liu L., Harmand J.C., Kobayashi Y., Motohisa J., 2008, Optics with single nanowires, *Comptes Rendus Physique*, 9(8), 804-815.
- [5] Żelichowska K., *Nanotechnologia w chemii i medycynie*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- [6] Hao Yuana, Yang Wang, Ting Lia, Piming Maa, Shengwen Zhanga, Mingliang Dua, Mingqing Chena, Weifu Donga, Weihua Ming, 2018, Highly thermal conductive and electrically insulating polymer composites based on polydopamine-coated copper nanowire, *Composites Science and Technology*, 164, 153-159.
- [7] Woźniak M., Nocuń M., Pichniarczyk P., 2017, Synteza nanocząstek srebra– wpływ morfologii na barwę szkielek, *Materiały Ceramiczne*, 69(2), 138-145.
- [8] Kuchibhatla S.V.N.T., Karakoti A.S., Bera D., Seal S., 2007, One dimensional nanostructured materials, *Progress in Materials Science*, 52(5), 699-913.
- [9] Toan Dinh, Thanh Nguyen, Hoang-Phuong Phan, Tuan-Khoa Nguyen, Van Thanh Dau, Nam-Trung Nguyen, and Dzung Viet Dao. 2020. Advances in Rational Design and Materials of High-Performance Stretchable Electromechanical Sensors, *Nano-micro Small*, 16(14), <https://doi.org/10.1002/smll.201905707>.
- [10] Zhiliang Zhang, Tiantian Si, Jun Liu, a Kehui Hanb and Guowei Zhou., 2018, Controllable synthesis of AgNWs@PDA@AgNPs core-shell nanocobs based on a mussel-inspired polydopamine for



highly sensitive SERS detection, RSC Advances, 48, DOI: 10.1039/c8ra04936j.

[11] Suman Singh, Vishaldeep Kaur, Jyoti, Nishant Kumar, 2017, Core-shell nanostructures: an insight into their synthetic approaches, 35–50. In book: Metal Semiconductor Core-Shell Nanostructures for Energy and Environmental Applications, Edition: 1st Chapter: Core-Shell Nanostructures: An Insight into their Synthetic Approaches, Editors: Gupta R. K., Misra M., Elsevier.

[12] Nazir M.T., Phung B.T., et. all, 2019, Effect of micro-nano additives on breakdown, surface tracking and mechanical performance of ethylene propylene diene monomer for high voltage insulation, Journal of Materials Science, Materials of Electronics, 30, 14061–14071.

[13] Ding Y.H., Floren M., Tan W., 2016, Mussel-inspired polydopamine for bio-surface functionalization, Biosurface and Biotechnology, 2(4), 121–136.

[14] Yan Wang, Fu-Giang Gu, Li-Juan Ni, Kun Liang, Kyle Marcus, Shu-Li Liu, Fan Yang, Jin-ju Chen, Zhe-Sheng Feng, 2017,

Easily fabricated and lightweight PPy/PDA/AgNW composites for excellent electromagnetic interference shielding, Nanoscale, 46(9), 18318-18325.

[15] Liang Y., Wang Y., Wu Y., Lu Y., Zhang H., Zhang L. 2005. Preparation and properties of isobutylene-isoprene rubber (IIR)/clay nanocomposites, Polymer Testing, 24, 12–17.

[16] Yang D. Ni Y., Liang Y., Li, B., Ma, H., Zhang L. 2019. Improved thermal conductivity and electromechanical properties of natural rubber by constructing Al₂O₃-PDA-Ag hybrid nanoparticles, Composites Science and Technology, 180, 86–93.

[17] Du W., Zou H., Tian M.; Zhang L., Wang W., 2012, Electrically conductive acrylonitrile-butadiene rubber elastomers prepared by dopamine-induced surface functionalization and metallization, Polymer for Advanced Technology, 23, 1029–1035.

[18] Yang D., Kong X., Ni Y., Gao D., Yang B., Zhu Y., Zhang L., 2015, Novel nitrile-butadiene rubber composites with enhanced thermal conductivity and high dielectric constant, Composites Part A: Applied Science and Manufacturing Publishes, 124, 105447. ●

Patrycja Grad, Andrzej Żarczyński, Grzegorz Rajnert*, Ewelina Ciołkowska

e-mail: Patrycja Grad <211229@edu.p.lodz.pl>; andrzej.zarczyński@p.lodz.pl; grzegorz.rajnert@gos.lodz.pl; Ewelina Ciołkowska <eweciol12@gmail.com>

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

**Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi Sp. z o.o.*

Odsiarczanie biogazu z udziałem sorbentu SULPHUREX N w GOŚ ŁAM w Łodzi

Wstęp

Biogaz jest otrzymywany w warunkach beztlenowych podczas fermentacji metanowej materii organicznej. Substratami do produkcji biogazu są biomateriały pochodzenia rolniczo-przemysłowego, osady ściekowe i odpady komunalne. W oczyszczalniach ścieków beztlenowa fermentacja osadów ściekowych w Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych (ZKF) umożliwia ich utylizację w kierunku wytwarzania biogazu. Procesy fermentacji osadów ściekowych, a następnie oczyszczania i utylizacji energetycznej powstającego biogazu realizowane są w kilkudziesięciu oczyszczalniach ścieków w Polsce, a także w wielu za granicą [1-8]. W celu zapewnienia bezpiecznej pracy urządzeń technicznych utylizujących biogaz, konieczne jest wcześniejsze usunięcie z niego zasadniczej części zanieczyszczeń, którymi są m. in. siarkowodor, markaptany, metylosiloksany, chloropochodne i para wodna. O jakości biogazu często decyduje obecność w nim siarkowodoru – związku wysoce toksycznego, utrudniającego techniczne wykorzystanie tegoż paliwa

i mogącego prowadzić do zanieczyszczenia środowiska [4-18]. Szczególnie duże znaczenie praktyczne w oczyszczaniu biogazu mają sorbenty stałe, w tym zawierające związki żelaza [4-8, 10-18].

Najkorzystniejszym sposobem wykorzystania oczyszczonego biogazu na terenie oczyszczalni ścieków zwykle jest jego spalanie w jednostkach kogeneracyjnych wytwarzających energię elektryczną i ciepło, które zwykle zużywane jest na potrzeby technologiczne lub grzewcze obiektu [5-19]. Taka sytuacja jest także w Grupowej Oczyszczalni Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej (GOŚ ŁAM).

Charakterystyka technologii produkcji i oczyszczania biogazu w GOŚ ŁAM

GOŚ ŁAM zlokalizowana jest w zachodniej części Łodzi oraz częściowo na terenach gmin Pabianice i Konstantynów Łódzki. Została ona uruchomiona w 1994 r. (część mechaniczna), a od 1997 r. pracuje część biologiczna oczyszczalni ścieków. Lata 2004-2009 to okres najbardziej intensywnej

jej rozbudowy i modernizacji. Obecnie GOŚ ŁAM obsługuje mieszkańców Łodzi, Pabianic, Konstantynowa Łódzkiego, gmin Nowosolna i Ksawerów, w liczbie około 820 tysięcy, oczyszczając ponad połowę ścieków powstających w województwie łódzkim. Obiekt jest typową oczyszczalnią mechaniczno-biologiczną z podwyższonym usuwaniem związków biogenych, zaprojektowaną na obciążenie 1 026 260 RLM [4-7].

Produkcja biogazu jest efektem ubocznym stosowanej technologii, pozwalającym na stabilizację osadów [4, 7]. Usunięcie siarkowodoru z biogazu jest konieczne ze względu na ochronę przed korozją elementów instalacji (zbiornika biogazu, pochodni, urządzeń spalających biogaz) oraz zapobieganie zanieczyszczeniu środowiska [5]. Przykładowo w 2019 r. wyprodukowano średnio 23 100 m³/d (8 431 500 m³/rok) biogazu o zawartości około 62% objętościowych metanu i stężeniu siarkowodoru w biogazie nieoczyszczonym średnio około 360 ppm, przy okresowym stosowaniu koagulantu żelazowego do strącania fosforanów w procesie oczyszczania ścieków. Spalanie biogazu w 2019 r. pozwoliło na wytworzenie energii elektrycznej w jednostkowej ilości 2,43 kWh/m³ spalonego biogazu, przy zapotrzebowaniu oczyszczalni na energię elektryczną na poziomie 71,7 MWh/d (0,42 kWh/m³ oczyszczonych ścieków) [19].

Biogaz z czterech ZKF, każda o pojemności 10 000 m³ osadu, zanim zostanie przesłany do instalacji odsiarczającej, przepływa przez łapacze piany i filtry żwirowe w celu wstępnego oczyszczenia. Za łapaczami zamontowano przepływomierze termiczne masowe w wykonaniu przeciwybuchowym do pomiarów natężenia przepływającego biogazu [4, 6, 7, 20, 21]. Otrzymywane paliwo do lipca 2015 r. odsiarczano w dwóch automatycznych stacjach oczyszczania, z których każda składała się z:

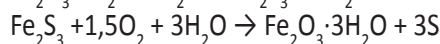
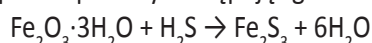
- żelbetowej podziemnej komory z filtrem żwirowym przed odsiarczalnikiem;
- reaktora, tj. kolumny odsiarczającej (odsiarczalnika);
- węzła operacyjnego, w formie kontenera sprężarki i systemu sterowania [25].

W 2016 r. jeden z odsiarczalników o numerze technicznym 13.A został początkowo dostosowany do technologii biologicznej biokonwersji siarkowodoru w obecności tlenowych form azotu, ale wobec niespełnienia oczekiwań zastosowano w nim metodę mokrą odsiarczania biogazu z udziałem związków sodu.

Drugi odsiarczalnik o numerze technicznym 13.B w postaci kolumny wykonanej ze stali kwasoodpornej (Fot. 1) składa się m. in. z części roboczej zawierającej masę odsiarczającą Sulphurex N, wlotu gazu surowego, wylotu

gazu odsiarczonego, śluzy zasypowej w części górnej i śluzy spustowej w części dolnej, drutu oporowego do ogrzewania dolnej części stożka, zbiornika masy odsiarczającej z zamknięciem obrotowym, żurawia obrotowego w wersji przeciwybuchowej, izolacji cieplnej i płyty fundamentowej [4, 20, 21].

Biogaz przepływa przez kolumnę w kierunku od dołu do góry, a znajdujący się w nim siarkowódor wiązany jest w masie wypełnienia kolumny. Równocześnie z biogazem za pomocą sprężarki do kolumny wprowadzane jest powietrze procesowe, dzięki któremu następuje regeneracja wypełnienia odsiarczającego. Stosowana modyfikowana masa odsiarczająca (Sulphurex N) o uziarnieniu 8-20 mm, jako składnik aktywny zawiera uwodniony tlenek żelaza(III) Fe₂O₃·H₂O (Fot. 2). Złoże posiada zdolność do niewielkiego swobodnego przemieszczania się w zbiorniku odsiarczalnika, a jego ruch odbywa się z góry do dołu, w przeciwnym kierunku do oczyszczanego biogazu. Siarkowódor zawarty w biogazie przechodząc przez złoże ulega reakcji, w wyniku której powstaje siarczek żelaza(III) oraz woda. Regeneracja masy zachodzi dzięki utlenianiu się siarczku do siarki elementarnej, co możliwe jest przy równoczesnym dodawaniu do surowego biogazu powietrza atmosferycznego [4, 20, 21]. Opisane procesy następują zgodnie z równaniami [4]:



Zarówno odsiarczanie jak i regeneracja są procesami egzotermicznymi, co powoduje wzrost temperatury w złożu, zwłaszcza latem. Zimą dla lepszego przebiegu reakcji dolna część odsiarczalnika jest podgrzewana przy użyciu systemu drutów grzewczych, a całość odsiarczalnika jest izolowana termicznie wełną mineralną (80 mm) z płaszczem aluminiowym (1 mm). Za zużytą uważa się masę Sulphurex N zawierającą około 40% wolnej siarki, która w przypadku GOŚ ŁAM jest odbierana odpłatnie przez firmę zewnętrzną w celu poddania jej utylizacji. Wyprodukowany biogaz wykorzystywany jest do produkcji energii cieplnej i elektrycznej w automatycznych agregatach energii skojarzonej oraz jako paliwo dodatkowe dla potrzeb Instalacji Termicznego Przekształcania Odpadów (ITPO) pracującej na terenie GOŚ ŁAM. Możliwe jest także awaryjne spalanie nadmiaru biogazu w pochodni [4, 20, 21].

Celem niniejszej pracy była analiza efektywności użytkowania masy odsiarczającej Sulphurex N w okresie od stycznia 2016 r. do końca października 2019 r., aktualnie stosowanej w odsiarczalniku 13.B do oczyszczania biogazu z siarkowodoru w łódzkiej GOŚ ŁAM, zarządzanej przez Grupę Oczyszczalnię Ścieków w Łodzi Sp. z o.o. [4, 20]. W poprzedniej pracy [4] rozpatrywano aspekty technologiczne



oczyszczania biogazu z okresu od maja 2014 do lutego 2016 r. Producentem masy Sulphurex N jest przedsiębiorstwo Additive GmbH (Werk Herten, Niemcy) [22].

Złoże w odsiarczalniku 13.B wymieniane jest stopniowo w sytuacji, gdy stężenie siarkowodoru w oczyszczonym biogazie przekraczało 50 ppm, poprzez regularne odsypywanie określonej masy sorbentu zużytego i dodawanie analogicznej masy sorbentu świeżego, najczęściej 200 kg na tydzień. Taka metoda użytkowania złoża została opracowana przez pierwsze lata jego stosowania jako pozwalająca na najefektywniejsze jego wykorzystanie [4, 21, 22].

Wyniki pomiarów składu biogazu przed i po jego odsiarczeniu i ich dyskusja

Analizy składu biogazu w GOŚ ŁAM wykonywano z wykorzystaniem miernika Dräger X-am 7000 [4-6, 20]. Wybrane wyniki pomiarów składu biogazu surowego i oczyszczonego, a także temperatury złoża odsiarczającego przedstawiono w tabelach 1-4 [23]. Z kolei skuteczność odsiarczania S [%] biogazu przedstawiono w tabelach 1-5, uwzględniając w obliczeniach stężenia siarkowodoru przed C_o [ppm] i po

procesie jego usuwania C_k [ppm], korzystając z poniższego wzoru:

$$S = \frac{(C_o - C_k)}{C_o} \cdot 100\%$$

W tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów zawartości głównych składników biogazu w marcu 2017 r. przed i po jego odsiarczeniu. Miesiąc ten wybrano do publikacji, gdyż w tym okresie wymieniono w odsiarczalniku całą użytą masę Sulphurex N na świeżą. Zawartość metanu w biogazie utrzymywała się w granicach 64-68%, natomiast zawartość siarkowodoru w biogazie surowym w całym okresie pomiarów mieściła się w przedziale 137-232 ppm, będąc relatywnie niską, co wynikało z dozowania koagulantu żelazowego do ścieków w procesie ich oczyszczania i jednocześnie prowadziło do wiązania znacznej części siarki. Mimo niskiego obciążenia złoża siarkowodorem skuteczność odsiarczania masy tylko nieco przekraczała 55 %. Dopiero wymiana masy odsiarczającej na świeżą zapewniła 100% skuteczność odsiarczania biogazu przez jeszcze wiele tygodni. Temperatura złoża sorbentu w odsiarczalniku nie spadała w tym czasie poniżej 21°C.

Tabela 1. Przykładowe, miesięczne wyniki analizy biogazu przed i po odsiarczeniu w odsiarczalniku 13.B – marzec 2017 r. [6, 23]

Dzień	Skład biogazu przed odsiarczalnikiem 13.B – gaz nieodsiarczony			Skład biogazu za odsiarczalnikiem 13.B – gaz odsiarczony			Skuteczność odsiarczania (S) [%]	T złoża [°C]
	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _o)	O ₂ [%]	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _s)	O ₂ [%]		
2	66	208	0,5	66	80	0,6	61,5	21,2
5	64	232	0,5	64	93	0,5	59,9	23,4
7	66	182	0,5	66	66	0,7	63,7	22,4
9	68	174	0,5	66	74	0,5	57,5	20,7
12	68	137	0,7	68	50	0,8	63,5	22,1
14	68	169	0,5	68	71	0,7	58,0	28,9
16	67	162	0,5	67	76	0,6	58,6	23,2
19	66	139	0,5	65	62	0,7	55,4	24,1
21-25	Przerwa w pracy odsiarczalnika 13B spowodowana wymianą zużytego złoża Sulphurex N na świeże							
26	64	145	0,4	66	0	1	100	24,8
28	61	138	0,4	66	0	0,5	100	26,0
30	68	127	0,5	68	0	0,6	100	25,9
Średnia	66	164,8	0,5	66,4	52,0	0,7	68,5	23,9

Tabela 2. Przykładowe miesięczne wyniki analizy biogazu przed i po jego odsiarczaniu w odsiarczalniku 13.B – październik 2019 r.

Dzień miesiąca	Skład biogazu przed odsiarczalnikiem 13.B – gaz nieodsiarczony			Skład biogazu za odsiarczalnikiem 13.B – gaz odsiarczony			S [%]	T złoza [°C]
	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _o)	O ₂ [%]	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _s)	O ₂ [%]		
3	59	607	0,2	59	23	0,3	96,2	28,3
6	59	673	0,3	59	34	0,4	94,9	28,1
10	59	686	0,1	59	53	0,3	92,7	27,9
13	59	727	0,1	59	67	0,2	90,8	31,9
17	60	534	0,2	59	74	0,4	86,1	31,1
20	60	647	0,2	60	90	0,3	86,1	32,4
24	61	769	0,1	60	128	0,2	83,4	31,4
27	55	861	0,1	55	160	0,2	81,4	31,5
30	54	895	0,2	54	119	0,4	86,7	25,9
Średnio	58	711	1,5	58	83	0,3	88,7	28,3

Tabela 3. Przykładowe, średniomiesięczne wyniki analizy biogazu przed i po jego odsiarczaniu w odsiarczalniku 13.B w okresie 2018 r.

Miesiąc	Skład biogazu przed odsiarczalnikiem 13.B – gaz nieodsiarczony			Skład biogazu za odsiarczalnikiem 13.B – gaz odsiarczony			S [%]	T złoza [°C]
	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _o)	O ₂ [%]	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _s)	O ₂ [%]		
styczeń	64	348	0,3	64	4	0,3	98,85	24
luty	64	334	0,2	64	5	0,3	98,50	24
marzec	64	297	0,3	65	13	0,3	95,62	24
kwiecień	64	207	0,2	63	10	0,2	95,17	29
maj	64	414	0,1	63	19	0,2	95,41	32
czerwiec	63	706	0,1	62	140	0,2	91,22	34
lipiec	61	343	0,2	61	78	0,2	77,26	34
sierpień	62	175	0,1	62	36	0,3	79,43	24
wrzesień	63	438	0,2	63	115	0,3	73,74	31
październik	66	631	0,4	62	0	0,5	100,00	28
listopad	62	1573	0,2	62	0	0,3	100,00	23
grudzień	62	865	0,2	62	21	0,2	97,57	23



Tabela 4. Przykładowe, średniomiesięczne wyniki analizy biogazu przed i po jego odsiarczaniu w odsiarczalniku 13.B w okresie pierwszych dziesięciu miesięcy 2019 r.

Miesiąc	Skład biogazu przed odsiarczalnikiem 13.B – gaz nieodsiarczony			Skład biogazu za odsiarczalnikiem 13.B – gaz odsiarczony			S [%]	T złoża [°C]
	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _o)	O ₂ [%]	CH ₄ [%]	H ₂ S [ppm] (C _s)	O ₂ [%]		
Styczeń	62	298	0,2	61	41	0,3	86,24	20
Luty	62	382	0,1	62	121	0,3	68,32	21
Marzec	63	516	0,1	62	160	0,3	68,99	25
Kwiecień	63	308	0,2	62	0	0,3	100,00	26
Maj	63	186	0,2	63	0	0,3	100,00	30
Czerwiec	63	193	0,2	62	2	0,2	98,96	35
Lipiec	63	260	0,1	62	0	0,3	100,00	33
Sierpień	60	288	0,1	60	0	0,2	100,00	34
Wrzesień	61	471	0,1	60	2	0,2	99,58	24
Październik	58	711	0,2	58	83	0,3	88,33	30

Tabela 5. Średnia skuteczność miesięczna odsiarczania biogazu w odsiarczalniku 13B w latach 2016-2019

Miesiąc	Skuteczność odsiarczania biogazu (S) [%]			
	2016	2017	2018	2019
Styczeń	97,32	88,29	98,9	86,24
Luty	78,95	66,94	98,5	68,32
Marzec	76,54	68,48	95,6	68,99
Kwiecień	82,17	99,24	95,2	100,00
Maj	78,48	100,00	95,4	100,00
Czerwiec	59,98	99,25	91,2	98,96
Lipiec	99,25	98,49	77,3	100,00
Sierpień	99,53	97,46	79,4	100,00
Wrzesień	100,00	86,67	73,7	99,58
Październik	99,85	89,75	100,0	88,33
Listopad	99,16	75,81	100,0	–
Grudzień	95,52	75,10	97,6	–

W tabeli 2 zamieszczono wyniki odsiarczania biogazu w październiku 2019 r., tj. z okresu praktycznie nie stosowania koagulantu żelazowego w procesie oczyszczania ścieków, bowiem średnie stężenie miesięczne siarkowodoru wynosiło 711 ppm, natomiast po odsiarczaniu 83 ppm, z tendencją wzrostu w strumieniu odsiarczonym, co mogło być tylko efektem istotnego zużycia sorbentu. Proces odsiarczania biogazu wspomagano stosowaniem filtra węglowego, dedykowanego przede wszystkim do usuwania metylosiolkosanów, ale redukującego także stężenie siarkowodoru.

W tabeli 3 zamieszczono średniomiesięczne wyniki odsiarczania biogazu w odsiarczalniku 13.B w okresie całego 2018 r., natomiast w tabeli 4 od stycznia do października 2019 r. W okresie tych prawie dwóch lat wymiana masy odsiarczającej miała miejsce na przełomie września i października 2018 r. oraz marca i kwietnia 2019 r. Dzięki temu osiągnięto 100% lub bliską tej wartości skuteczność odsiarczania w miesiącach październik-grudzień 2018 r., kiedy to biogaz zawierał szczególnie duże stężenie H_2S , średnio najwięcej w listopadzie 1573 ppm, a także w okresie kwiecień-sierpień 2019 r. Z kolei w tabeli 5 zebrano wartości średnich skuteczności odsiarczania biogazu w okresie styczeń 2016-październik 2019, które przedstawiają efektywność analizowanego odsiarczalnika 13.B.

Podsumowanie

Wytwarzanie biogazu w czterech Zamkniętych Komorach Fermentacyjnych pracujących w GOŚ ŁAM jest elementem gospodarki osadami, powstającymi w tym obiekcie w procesie oczyszczania ścieków i służy częściowemu zaspokajaniu zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną. Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi monitoruje biogaz wytwarzany podczas procesów fermentacji osadów ściekowych w celu uniknięcia zagrożeń ze strony siarkowodoru i siloksanów. Zawartość siarkowodoru w biogazie jest zmienna, zależna od składu osadu poddawanego fermentacji i dość zmiennej intensywności stosowania koagulantu żelazowego w procesie usuwania fosforanów ze ścieków, opartego na solach żelaza(III), obniżającego także stężenie siarkowodoru w biogazie, tym samym ułatwiającego pracę odsiarczalników, stosujących masę odsiarczającą Sulphurex N. Masa ta zależnie od zawartości siarkowodoru w biogazie jest przez kilka miesięcy wysoce efektywna, ale stopniowo zmniejsza się jej skuteczność w usuwaniu siarkowodoru. Dla uzyskania korzystnego oczyszczenia biogazu Sulphurex N musiał być okresowo wymieniony na nowy. W toku eksploatacji instalacji odsiarczającej m.in. stwierdzono, że w celu utrzymania bezpiecznego dla urządzeń energetycznych stężenia siarkowodoru w oczyszczonym biogazie na poziomie 50 ppm,



Fot. 1. Kolumna odsiarczająca 13.B wypełniona masą Sulphurex N (fot. A. Żarczyński)



Fot. 2. Masa odsiarczająca Sulphurex N (fot. A. Żarczyński)



raz w tygodniu powinno być dosypywane do odsiarczalnika około 200 kg nowego sorbentu oraz usuwane tyle samo zużytego [4, 20, 21]. W ostatnich latach z biogazu są także usuwane lotne metylosiloksany, do czego niewystarczająco okazała się masa odsiarczająca Sulphurex N. Proces eliminacji metylosiloksanów realizowany jest z udziałem węgla aktywnego, który także obniża zawartość siarkowodoru w biogazie. Jednak sorbent ten z czasem traci właściwości sorpcyjne i wówczas musi być wymieniony na świeży.

Literatura

[1] Mousa H., Al-Muhtaseb A., Abu Qdais H., Abd Alaa I.R., 2015, Experimental investigation of biogas production from wastewater sludge, *Austin Chemical Engineering*, 2(1), 1014-1019.

[2] Wilk J., 2011, Wykorzystanie osadów ściekowych do produkcji biogazu, *Aura*, 5, 18-20.

[3] Prusek A., Tytko R., 2018, Biogaz z oczyszczalni ścieków, *Aura*, 7, 16-17.

[4] Klemba K., Żarczyński A., Rajnert G., 2017, Analiza procesu odsiarczania biogazu w GOŚ ŁAM za pomocą masy Sulphurex N, *Aura*, nr 11, 3-6.

[5] Umiejewska K., Białach A., Rajnert G., 2015, Gospodarka Osadowa Grupowej Oczyszczalni Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej. Cz. I. Charakterystyka układu technologicznego oraz ilości powstających osadów, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna* 11, 411-416.

[6] Ciołkowska E., 2019, Analiza przyczyn i skali występowania siarkowodoru w oczyszczonym biogazie otrzymywanym w GOŚ ŁAM, praca inżynierska, IChOiE PŁ.

[7] Grad P., 2020, Analiza skuteczności odsiarczania biogazu w instalacji pracującej w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi, praca inżynierska, IChOiE PŁ.

[8]. Kociołek-Balawejder E., Wilk Ł., 2011, Przegląd metod usuwania siarkowodoru z biogazu, *Przemysł Chemiczny*, 90(3), 389-397.

[9] Klemba K., 2015, Biogazownia jako potencjalne źródło zagrożeń emisjami odorowymi oraz działania prewencyjne, *Eliksir*, 2, 22-27.

[10] Żarczyński A., Rosiak K., Anielak P., Wolf W., 2014, Practical methods of cleaning biogas from hydrogen sulphide. Part 1.

Application of solid sorbents, *Acta Innovations*, 12, 24-35, http://www.proakademia.eu/gfx/baza_wiedzy/255/nr_12_24-34_2_2.pdf, 22.12.2020.

[11] Kwaśny J., Balcerzak W., 2016, Sorbents Used for Biogas Desulfurization in the Adsorption Process, *Polish of Journal Environmental Studies*, 25(1), 37-43.

[12] Aleszczyk Ł., 2015, Adsorpcyjne metody usuwania siarkowodoru z biogazu, *Przemysł Chemiczny* 12, 2199-2202.

[13] Okoro O.V., Sun Z., 2019, Desulphurisation of Biogas: A Systematic Qualitative and Economic-Based Quantitative Review of Alternative Strategies. *ChemEngineering*, 3(3), 1-29.

[14] Schweigkofler M., Niessner R., 2001, Removal of siloxanes in biogases, *Journal of Hazardous Materials*, 83(3), 183-196.

[15] Gaj K., Ciołek J., Pakulak A., Steininger M., 2014, Siloksany w biogazie – geneza, zagrożenia, problemy analityczne, *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*, 10, 394-397.

[16] Mrosso R., Machunda R., Pogrebnaya T., 2020, Removal of Hydrogen Sulfide from Biogas Using a Red Rock, *Hindawi Journal of Energy*, Article ID 2309378, 1-10.

[17] Bobowiec A., Tabak M., 2018, The effect of waste sulfur obtained during biogas desulfurization on the availability of selected trace elements in soil, *Geology, Geophysics & Environment*, 44(4), 345-355.

[18] Szymczak M., Płacheta K., Żarczyński A., Zaborowski M., Sorbenty do odsiarczania biogazu na podstawie związków żelaza. Cz. 2. Granulaty i masy odsiarczające, *Aura*, 11, 14-17, 2019.

[19] Dane eksploatacyjno-technologiczne GOŚ ŁAM – rok 2019, http://www.gos.lodz.pl/wp-content/uploads/2020/02/Dane_GOS_LAM_2019.pdf, 30.12.2020.

[20] Rajnert G., 2013, Opis techniczno-technologiczny Grupowej Oczyszczalni Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej, Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi Sp. z o.o., Łódź.

[21] Piński J., Instrukcja obsługi i eksploatacji stacji odsiarczania biogazu, Grupowa Oczyszczalnia Ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej, Łódź.

[22] Karta charakterystyki produktu Sulphurex N (tritenek diżelaza), nr CAS 1309-37-1, CS Additive GmbH, Werk Herten, Niemcy 2014.

[23] Dane eksploatacyjno-technologiczne GOŚ ŁAM za zgodą Zarządu GOŚ w Łodzi. ●

Andrzej Żarczyński, Anita Radzikowska*

e-mail: andrzej.zarczynski@p.lodz.pl; anita.radzikowska2@edu.uni.lodz.pl

Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

* *Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki*

Wiosenne wypalanie traw – karalne, szkodliwe dla środowiska, ale wciąż powszechne

Wprowadzenie

Gdy zima ustąpi przedwiośniu, stopnieją śniegi, a coraz cieplejsze promienie słońca i wiatr wysuszają powierzchnię

gleby pokrytą warstwą zeszłorocznych traw, liści i chwastów, można zobaczyć kłęby dymu unoszące się nad polami, pastwiskami, nieużytkami, rowami, wzdłuż linii kolejowych i dróg.

Znaczący to, że nadszedł, przynoszący więcej szkód niż pożytku przyrodzie, okres wypalania zeszłorocznych traw. Celem tego działania jest szybkie oczyszczenie powierzchni gleby z suchej materii organicznej przy znikomym nakładzie pracy [1-8].

Kary i sankcje

Wiosenne wypalanie traw mimo zakazów prawnych wciąż w naszym kraju jest powszechnie stosowane.

W **ustawie o ochronie przyrody** z dnia 16 kwietnia 2004 r. (Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880, tekst jednolity (Dz.U. z 2020 r. poz. 55) art. 124 tej ustawy stanowi: „*Zabrania się wypalania łąk, pastwisk, nieużytków, rowów, pasów przydrożnych, szlaków kolejowych oraz trzcinowisk i szuwarów*”, z kolei art. 131, pkt 12) brzmi: „*Kto...wypala łąki, pastwiska, nieużytki, rowy, pasy przydrożne, szlaki kolejowe, trzcinowiska lub szuwały... – podlega karze aresztu albo grzywny*”.

W art. 30, ust. 3 **ustawy o lasach** z dnia 28 września 1991 r. (Dz. U. z 2020 r., poz. 6 z późn. zm.); ustawodawca informuje, że: „*w lasach oraz na terenach śródleśnych, jak również w odległości do 100 m od granicy lasu, zabrania się działań i czynności mogących wywołać niebezpieczeństwo, a w szczególności:*

1. *Rozniecenia ognia poza miejscami wyznaczonymi do tego celu przez właściciela lasu lub nadleśniczego,*
2. *Korzystania z otwartego płomienia,*
3. *Wypalania wierzchniej warstwy gleby i pozostałości roślinnych*”.

Za naruszenie przepisów przeciwpożarowych grożą także surowe sankcje. W **ustawie Kodeks wykroczeń** z dnia 20 maja 1971 r., (Dz. U. z 2018 r., poz. 618, z późn. zm.) w art. 82, § 1 jest wymieniona kara aresztu, grzywny lub nagany, której wysokość w myśl art. 24, § 1 może wynosić od 20 do 5000 zł. W tym samym art. 82 lecz § 4 określono także sankcje karne, mianowicie, „*Kto wypala trawy, słomę lub pozostałości roślinne na polach w odległości mniejszej niż 100 m od zabudowań, lasów, zboża na pniu i miejsc ustawienia stert lub stogów bądź w sposób powodujący zakłócenia w ruchu drogowym, a także bez zapewnienia stałego nadzoru miejsca wypalania podlega karze aresztu, grzywny albo karze nagany*” [3, 5-10].

Z kolei art. 163. § 1 ustawy z dnia 6 czerwca 1997 r. **Kodeks karny** (Dz. U. z 2018 r. poz. 1600, z późn. zm.) stanowi: „*Kto spowoduje zdarzenie, które zagraża życiu lub zdrowiu wielu osób albo mieniu w wielkich rozmiarach, mające postać pożaru, podlega karze pozbawienia wolności od roku do lat 10*”. Dodatkowe sankcje zagrażają osobom, które doprowadziły do uszczerbku na zdrowiu lub czyjejś śmierci, gdzie kara jest wyższa i wynosi do 12 lat więzienia [5-10].

Zakaz wypalania traw jest również jednym z wymogów

zachowania dobrej kultury rolnej. Ich przestrzeganie jest konieczne między innymi w ramach systemu dopłat bezpośrednich i stanowi jedną z tzw. zasad wzajemnej zgodności – katalogu wymogów i ograniczeń, jakim podlegają rolnicy korzystający z tych dopłat. Za wypalanie traw Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa może nałożyć na rolników karę finansową w postaci zmniejszenia (od 5 do 25%), a w skrajnych przypadkach nawet odebrania wszystkich rodzajów dopłat bezpośrednich za dany rok [5-8].

Negatywne skutki ekologiczne i gospodarcze

Rolnicy, nie myśląc o konsekwencjach, wypalają suche, zeszłoroczne trawy na pastwiskach oraz ziemiach leżących odłogiem. Nie liczą się z końcowym efektem zabijania naturalnych sprzymierzeńców, jakimi są pożyteczne mrówki, pszczoły, trzmiele czy biedronki, ale również nie zdają sobie sprawy z tym związanego obniżenia plonowania roślin [1-3]. Nierzadko rolnicy przy tym przenoszą ogień na pobliskie miedze, rowy, zagajniki i suchą roślinność na terenach podmokłych. Działkowicze palą stosy zgrabionej, suchej trawy, liście i drobne gałęzie, chociaż mogą je kompostować. W miejscach, gdzie warstwa trawy jest grubsza bezpośrednio ją wypalają. Wówczas kłęby dymu unoszą się na skutek tego działania nad ulicami zanieczyszczając powietrze. Nawet służby drogowe i pracownicy kolei postępują podobnie, bowiem zdarza się, że wypalają rowy, skarpy dróg i linii kolejowych, przedkładając ich estetyczne utrzymanie nad dobro środowiska. Niestety, wciąż utrzymuje się w znacznej części społeczeństwa moda na bezmyślne podpalanie wszystkiego, co jest porośnięte suchą trawą.

Ogólna liczba pożarów odnotowanych w Polsce w latach 2016-2020 w zestawieniu z pożarami traw i nieużytków w tym samym okresie została przedstawiona w tabeli 1 [7, 8, 11], natomiast w tabeli 2 zamieszczono zestawienie interwencji Straży Pożarnej, podanej przez Komendę Powiatową Państwowej Straży Pożarnej w Oświęcimiu jako przykład działań gaśniczych w skali lokalnej [6]. Procent pożarów traw, upraw leśnych i rolnych lub nieużytków zwykle zawiera się w granicach 20-40%, ale w skali powiatowej przyjmuje i wyższe wartości.

Wypalanie traw realizowane nawet przed rozpoczęciem wegetacji roślin przynosi szkody ekologiczne, ale jest szczególnie niebezpieczne, gdy flora i fauna obudzą się ze snu zimowego. Ogień przechodząc przez dany teren niszczy jego ekosystem. Oprócz martwej biomasy, wypala i uszkadza tkanki żywych roślin, które są wrażliwe już na temperaturę przekraczającą 50°C. Uszkodzone są rośliny dwuliścienne przez niszczenie płytko zalegających korzeni, szyjek korzeniowych i rozet liściowych [1, 12, 13].



Tabela 1. Liczba ogólna pożarów w Polsce w zestawieniu z pożarami traw i nieużytków w latach 2016-2020 [7, 8, 11]

Rok	Liczba ogólna pożarów	Liczba pożarów traw, upraw leśnych i rolnych lub nieużytków	Procent pożarów traw, upraw leśnych i rolnych lub nieużytków
2020	128 754	41 713	32,40
2019	153 520	55 912	36,42
2018	149 434	46 767	31,30
2017	125 871	38 634	30,69
2016	126 214	36 442	28,87

Tabela 2. Statystyka interwencji Straży Pożarnej (PSP i OSP) z terenu powiatu oświęcimskiego w latach 2016-2020 [6]

Rok	Liczba ogólna pożarów	Liczba pożarów traw, upraw leśnych i rolnych lub nieużytków	Procent pożarów traw, upraw leśnych i rolnych lub nieużytków
2020	435	153	35,17
2019	487	225	46,20
2018	469	199	42,43
2017	467	186	39,82
2016	397	122	30,73

Ogień powoduje negatywną selekcję środowisk roślinnych, bowiem niszczy trawy cenne pod względem paszowym oraz liczne gatunki ziół [2, 7]. Rośliny małowartościowe i chwasty, np. trzcinnik czy perz, są na działanie ognia znacznie odporniejsze. Zniszczona zostaje flora bakteryjna i grzybowa przyspieszająca rozkład martwej roślinności. Ogień zabija owady, zarówno pożyteczne jak i szkodniki, które znajdują się w wypalanej biomase oraz powierzchniowej warstwie gleby [12, 13]. Giną również zwierzęta, zwłaszcza młode potomstwo ssaków, np. zajęcy czy jeży. Niszczony są także gniazda ptasie wraz z jajami, np. bażantów, kuropatw i skowronków. Na skutek działania temperatury i dymu giną zwierzęta żyjące w glebie, w tym krety i dżdżownice. W czasie wypalania są niszczone naturalne siedliska roślin i owadów, a jednocześnie dogodne miejsca do gniazdowania ptaków. Trawa uszkodzona ogniem rozwija się powoli, a młode drzewa niekiedy usychają [1, 3, 5, 12].

W czasie palenia się traw lokalnie osiągnęte są znaczne temperatury, przekraczające nawet 700°C na wysokości od 5 do 20 cm nad powierzchnią ziemi. W takich warunkach straty ekologiczne są nieuniknione. Nie rekompensuje ich pewien wzrost zawartości substancji mineralnych w formie popiołu, bowiem te są łatwo wyflukiwane przez deszcze. Ponadto ilość wartościowych składników pokarmowych, która powstałaby w procesie naturalnego rozkładu biomasy, byłaby i tak większa [12,13]. Podczas wypalania traw powstaje duszący dym, unoszący się nisko nad powierzchnią ziemi, zawierający lotny popiół oraz cząstki sadzy z toksycz-

nym benzo- α -pirenem. Do atmosfery emitowane są lotne, niedopalone składniki biomasy oraz ditlenek siarki [2, 3].

Zagrożenia dla lasów i torfowisk oraz koszty akcji ratowniczej

Nieostrożność i lekkomyślność wypalających sprawia, że ogień z łąk łatwo przenosi się na pobliskie zagajniki, szuwały, trzciniowiska, obszary leśne, sady i tym podobne miejsca. Ogień może również objąć płytko zalegające warstwy torfu, które mogą płonąć przez wiele dni, stanowiąc ciągłe zagrożenie pożarowe dla lasów nie mówiąc już o szkodliwym i długo utrzymującym się zadymieniu okolicy. Pożary torfowisk są bardzo trudne do ugaszenia, bowiem proces spalania następuje pod powierzchnią gleby [1, 3, 4-8, 14, 15]. Największe straty materialne powstają jednak w lasach, gdyż ogień rozszerzający się w tym środowisku jest bardzo trudny do opanowania. Pożary lasów stanowią również duże zagrożenie dla zabudowań. Rocznie w Polsce, zależnie od ilości wiosennych opadów powstaje od kilkuset do kilku tysięcy pożarów, których przyczyną jest wypalanie suchych traw. Sprawcą ponad 94% pożarów jest człowiek [4, 5, 12, 15]. **Nie pozwalajmy, aby powtarzało się to co roku wiosną!**

Pożar w Biebrzańskim Parku Narodowym i jego skutki

Największy w ostatnich latach i jeden z najbardziej dramatycznych pożarów traw w drugiej połowie kwietnia 2020 roku Biebrzański Park Narodowy (BPN). Ogień objął

5 526 hektarów parku, co stanowiło 9,5% jego powierzchni. Prokuratura powiadomiła, iż przyczyną pożaru mogło być wypalanie traw lub celowe podpalenie suchej roślinności na terenie parku. Na skutek klęski ucierpiało tysiące zwierząt, w tym gatunki ptaków – cietrzew i orlik grubodzioby, które są pod ochroną ścisłą, a ich liczebność jest skrajnie niewielka. Na terenie parku w 2019 roku wykazano 10-13 samców cietrzewia, natomiast przed pożarem potwierdzono 5 par orlika grubodziobego, z czego trzy z nich były poważnie zagrożone ogniem. W działania gaśnicze zaangażowano łącznie około 1500 strażaków, których w walce z żywiołem wspomagano z różnych stron. Pomocą bezpośrednią oraz pośrednią służyli pracownicy: Lasów Państwowych, BPN, Policji, Straży Granicznej, jednostek samorządowych, żołnierze Wojsk Inżynieryjnych i Obrony Terytorialnej, mieszkańcy okolicznych miejscowości, harcerze i wolontariusze oraz inne instytucje i stowarzyszenia. Koszty pożaru w BPN oszacowano na około 10 mln złotych [4, 16].

Wiosenne pożary generują ogromne straty materialne i niematerialne, których nie sposób pominąć. Należy zwrócić uwagę na postępujący kryzys klimatyczny i ogromną rolę wody w życiu człowieka. Jedynie w roku 2020, podczas gaszenia pożarów traw wykorzystano 139 736 m³ wody, co odpowiada pojemności 37 basenów olimpijskich. Gaszenie statystycznego pożaru traw średnio trwało 53 minuty [11]. To długi i cenny czas, w którym strażacy nie byli dostępni w innych miejscach, gdzie także mogło istnieć zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi.

Podsumowanie – nadzieja w edukacji

Należy uświadamiać społeczeństwo o złudnych efektach wypalania traw i nauczać o realnych konsekwencjach. Każda akcja popularyzująca to krok w dobrą stronę. Jedną z nich jest kampania „*Stop pożarom traw i lasów!*” patronowana przez Komendę Główną Państwowej Straży Pożarnej, Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji oraz Lasy Państwowe [5-8]. W ostatnim roku przebieg kampanii ze względu na pandemię koronawirusa był ograniczony do jej promowania w mediach, lecz każdy za pośrednictwem Internetu, mógł pobrać darmowe materiały promocyjne, zaznajomić się z nimi i udostępnić je dalej przekazując innym bezcenną wiedzę. W ten sposób możemy także dołożyć swoją cegiełkę w akcjach promujących rozwiązanie problemu wypalania traw.

Literatura

- [1] Witek R., 2010, Wiosenne wypalanie traw, *Przyroda Polska*, 4, 10-11.
 [2] Futa B., Mocek-Płóćniak A., 2016, The influence of uncontrolled grass burning on biochemical qualities of soil, *Journal of*



*Pogorzelnisko trawy na obrzeżu Andrespola (powiat łódzki wschodni).
Fot. A. Żarczyński*

Research and Applications in Agricultural Engineering, 61(3), 98-100.

[3] Radzikowska A., 2021, Projekt pt. „Wpływ wiosennego wypalania traw na zanieczyszczenie powietrza i degradację środowiska przyrodniczego” – zaliczający przedmiot Technologia w ochronie środowiska – ochrona powietrza, sem. VI, Wydział Biologii i Ochrony środowiska, Uniwersytet Łódzki.

[4] Majewska P., Sobieszczyk J., Żarczyński A., 2020, Pożary w Biebrzańskim Parku Narodowym, *Aura*, 47(7-8), 13-15.

[5] Portal GDOŚ oraz Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej, Wypalanie traw szkodzi i jest zabronione, <https://www.gdos.gov.pl/wypalanie-traw-szkodzi-i-jest-zabronione>, 30.04.2021.

[6] Portal KP PSP w Oświęcimiu, Stop Pożarom Traw, <https://www.gov.pl/web/kppsp-oswiecim/stop-pozarom-traw>, 29.04.2021.

[7] Kłosiński M., 2021, Stop pożarom traw i lasów! KG PSP/KCKRiOL, <https://spark.adobe.com/page/GNFKiAdiYEekb/>, 29.04.2021.

[8] KG PSP, Kampania Stop Pożarom Traw Sezon 2021, <https://www.gov.pl/web/kgpsp/Kampania-Stop-Pozarom-Traw-sezon-2021>, 28.04.2021.

[9] Radecki W., 2005, Kary za wypalanie traw, *Aura*, 5, 24.

[10] Biuro Prewencji KGP Policja przypomina – Wypalanie traw jest niedozwolone! <https://www.policja.pl/pol/aktualnosci/170650,Policja-przypomina-wypalanie-traw-jest-niedozwolone.html>, 30.04.2021.

[11] Wodzień A., 2020, Statystyki wypalania traw. Spłonęło prawie 239 hektarów użytków rolnych w Kujawsko-Pomorskiem, <https://pomorska.pl/statystyki-wypalania-traw-splonelo-prawie-239-hektarow-uzytkow-rolnych-w-kujawskopomorskiem/ar/c8-14859559>, [25.04.2021].

[12] Waniek E., Oglęcki P., 2007. Wypalanie traw i pożary – zagrożenie dla bioróżnorodności i zasobów przyrody nieożywionej, w: *Zasoby przyrodnicze szansą zrównoważonego rozwoju*, Red. Hewelke P., Wyd. SGGW, Warszawa, 209-215.

[13] Prędecka A., Chojnicki J., Russel S., 2010, Wpływ wiosennego wypalania traw na liczebność bakterii i aktywność dehydrogenaz glebowych. *Nauka Przyroda Technologie*, 4(6), #93(1-9).

[14] Kania J., Malawska M., Gutry P., Kamiński J., Wiłkomirski B., 2006, Zmiany przyrodnicze torfowiska niskiego spowodowane pożarem, *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 6(2), 155-173.

[15] Szczygieł R., 2012, Wielkoobszarowe pożary lasów w Polsce, *Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza*, 26(1), 67-78.

[16] Grygoruk A., Henel A., Marczakiewicz M., 2020, Informacja o stanie po pożarze w Biebrzańskim Parku Narodowym (2020-04-28), <https://www.biebrza.org.pl/1151,informacja-o-stanie-po-pozarze-w-bbnpn>, 29.04.2020.



Filip Kapuściński, Aleksandra Wdowiak

239978@edu.p.lodz.pl; 218693@edu.p.lodz.pl

Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, SKN „Polimer”, Politechnika Łódzka

5 lat POLIMERyzacji

Nasze studenckie koło naukowe skończyło w grudniu 2020 roku okrągłe 5 lat istnienia.. Jesteśmy najmłodszym kołem naukowym Wydziału Chemicznego, jednak przez ten czas działamy prężnie na terenie Uczelni i poza nią. W ciągu ostatnich lat braliśmy udział w około 20 konferencjach naukowych oraz sesjach wykładowych prezentując ponad 70 wystąpień ustnych i posterów, zdobywając przy tym liczne nagrody i wyróżnienia. Braliśmy udział w wielu projektach badawczych realizowanych w Instytucie Technologii Polimerów i Barwników oraz Wydziale Chemicznym. Uważamy, że nauka jest super i lubimy przekonywać do niej innych, dlatego od dawna regularnie angażujemy się w pokazy, festyny oraz warsztaty popularyzujące wiedzę wśród dzieci i młodzieży.

Działania SKN Polimer nie ograniczają się do samej



Fot. 1. Ciemnia fluorescencyjna z naszego stoiska podczas Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki w Łodzi (fot. Karol Tutek)

popularyzacji nauki. Stawiamy również na rozwój umiejętności miękkich i twardych Członków naszego Koła. Nawiązujemy kontakty z firmami, dzięki czemu możemy brać udział w wizytach studyjnych i przyglądać się jak wygląda rzeczywistość przemysłu technologii polimerów. Niekiedy nawiązujemy dalszą współpracę i realizujemy projekty badawcze. W poprzednim numerze Elikiru chwaliliśmy się Wam naszym wyjazdem do Niemiec w ramach seminarium Student Chapter of the American Chemical Society: Rubber Division. Dzisiaj chcemy Wam opowiedzieć o dwóch kolejnych wycieczkach, na które udaliśmy się, kiedy jeszcze było to możliwe. 6 listopada 2019 złożyliśmy wizytę w firmie Sempertrans Bełchatów Sp. z o.o. będącego globalnym dostawcą taśm przenośnikowych. Podczas odwiedzin mieliśmy okazję zobaczyć unikatowe, olbrzymie maszyny połączone w nowoczesne linie produkcyjne służące do otrzymywania niezwykle wytrzymałych taśm przenośnikowych stosowanych m. in. w przemyśle górniczym, stalowym czy cementowym. Mieliśmy również okazję porozmawiać z ekspertami oraz na własne oczy zobaczyć, jak to co do tej pory słyszeliśmy na wykładach lub obserwowaliśmy w małej skali laboratoryjnej, przekłada się na skalę przemysłową.

W dniach 2–3 grudnia 2019 roku przyglądaliśmy się codziennej pracy w zakładzie Sanok Rubber Company SA. Dzięki gościnności tego europejskiego lidera w zakresie produkcji wyrobów gumowych oraz kombinacji gumy z innymi tworzywami spędziliśmy aż dwa dni zapoznając się z aparaturą przemysłową. Pracujący tam specjaliści przygotowali dla nas wykłady, dotyczące praktycznych aspektów przemysłowej produkcji gumy, a także problemów z nią związanych. Możliwość tego typu wizyt studyjnych pozwala nam na zdobycie praktycznej wiedzy, sprawdzenie, która gałąź przemysłu odpowiadałaby nam najbardziej w kontekście przyszłej pracy i jakie problemy technologiczne są obecnie kluczowe. Co więcej, firma stała się także naszym partnerem do dalszych badań naukowych, dzięki czemu Członkowie naszego Koła mogli realizować wolontariaty i prace dyplomowe bezpośrednio we współpracy z Sanok Rubber Company SA.

Nasze wyjazdy były nie tylko świetną okazją do nawiązania współpracy i zdobycia nowego doświadczenia oraz wiedzy praktycznej, ale przede wszystkim pobudzały



Fot. 2. Prezentacja działalności SKN Polimer podczas wizyty studyjnej w Sempertrans Bełchatów (fot. Karol Tutek)



Fot. 3. Wykłady podczas wizyty w Sempertrans Bełchatów. Pierwsza z lewej to dr inż. Anna Kosmalska – Opiekun Koła (fot. Karol Tutek)



Fot. 4. Członkowie SKN Polimer podczas zwiedzania części fabrycznej zakładu Sempertrans w Bełchatowie (fot. Karol Tutek)



Fot. 5. Członkowie SKN Polimer przed zakładem produkcyjnym firmy Sanok Rubber Company SA. (fot. Karol Tutek)

naszą ciekawość tematyką nowoczesnej, przemysłowej technologii polimerów. Obecna sytuacja nie pozwala na taką działalność, ale to nie zmniejsza naszych ambicji! Organizujemy spotkania na platformie Microsoft Teams oraz bierzemy udział w wolontariatach naukowych, szkoleniach online oraz spotkaniach z przedstawicielami świata pre-

myślu. 5 lat działalności SKN Polimer było bardzo owocne. Jednak nasza POLIMERYzacja trwa dalej i szukamy nowych monomerów, które do nas dołączą. Chcesz zostać jednym z nas? Zapraszamy wszystkich zainteresowanych tematyką tworzyw sztucznych do kontaktu przez naszą stronę na Facebook'u lub adres e-mail polimer@info.pl.lodz.pl. ●



Ewa Jędrych

e-mail: ewa.jedrych@p.lodz.pl

Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Nagrodzone dyplomy z chemii

11. edycja konkursu

Kapituła Nagrody im. prof. Osmana Achmatowicza pod przewodnictwem prof. Osmana Achmatowicza jr. wyłoniła najlepsze prace dyplomowe wykonane na Wydziale Chemicznym PŁ w roku akademickim 2018/2019. Była to 11. edycja konkursu.

W kategorii najlepsza magisterska praca dyplomowa nagrodę otrzymał mgr inż. Stefan Cichosz za pracę pt. *Kompozyty kopolimeru etylenowo-norbornenowego wzmocnione włóknami celulozy hydrofobizowanymi na drodze hybrydowej modyfikacji chemicznej*. Promotorem pracy była dr hab. inż. Anna Masek, prof. PŁ. Sponsorem nagrody jest uznany producent wyrobów farmaceutycznych POLFARMEX S.A., a prezes firmy mgr inż. Mieczysław Wośko był przez lata członkiem Kapituły (zm. w lutym 2021 r.).

W kategorii najlepsza inżynierska praca dyplomowa najwyżej oceniono pracę inż. Karoliny Beton pt. *Analiza histochemiczna tkanek ludzkiego gruczołu piersiowego*, wykonaną pod kierunkiem dr hab. inż. Beaty Brożek-Płuska, prof. PŁ. Fundatorem nagrody jest znany producent wyrobów chemii budowlanej ATLAS Sp. z o.o., a jej wiceprezes dr inż. Jacek Michalak jest członkiem Kapituły.

W Kapitulę nagrody zasiadają ponadto profesorowie: Ireneusz Zbiciński, Tomasz Janecki, Jacek

Ulański, Piotr Ulański, Marian Zaborski oraz mgr Włodzimierz Piętek (ICHEM Sp. z o.o.) i dr hab. inż. Rafał Kruszyński (zm. we wrześniu 2020 r.). Zgłoszone prace ocenili profesorowie: Agnieszka Olejniczak (Instytutu Badań Molekularnych PAN), Grzegorz Młostoń i Bogna Rudolf (UŁ), Krzysztof Rolka (UG), Janusz Datta (PG), Kinga Pielichowska (AGH) oraz Elżbieta Piesowicz (ZUT)*.

Konkurs o nagrodę imienia profesora Osmana Achmatowicza dotyczy prac dyplomowych wykonanych i obronionych na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej w danym roku akademickim, w terminie zgodnym z Regulaminem Studiów. Celem Konkursu jest dążenie do poprawy jakości prac dyplomowych, promowanie najlepszych absolwentów i popularyzacja tematyki badawczej realizowanej na Wydziale Chemicznym. Kwestie szczegółowe Konkursu zawiera jego Regulamin**.

* Przedruk z Życia Uczelni, nr 154, 35, 2020, <https://www.zu.p.lodz.pl/ewa-jedrych-wydzial-chemiczny>; 20.02.2021.

** https://chemia.p.lodz.pl/attachments/article/151/Regulamin_Konkursu_im._prof._Osmana_Achmatowicza.pdf, 20.02.2021.

JACEK KRYPEK

Ocena oddziaływania na ŚRODOWISKO

TEORIA I PRAKTYKA

 PWN
Tytuł

Ocena oddziaływania na środowisko.
Teoria i praktyka

Autor

Jacek Krystek

Format B5

Rodzaj oprawy miękka

Liczba stron 617

ISBN 978-83-01-21370-1

Rok wydania 2020

EPUB/MOBI – TAK

IBUK – TAK

Kategoria i podkategoria: Ekologia, środowisko

Słowa kluczowe: ocena oddziaływania na środowisko, ekologia, ochrona środowiska

Opis: Autor przedstawia procedurę oceny oddziaływania na środowisko. Jest to pierwsze polskie opracowanie, które w tak szerokim zakresie omawia zarówno zagadnienia teoretyczne procedury oceny oddziaływania na środowisko, jak i praktyczne aspekty wykonywania opracowań środowiskowych.

Informacja o autorze: dr inż. Jacek Krystek, profesor uczelni, Instytut Chemii Ogólnej i Ekologicznej, Politechnika Łódzka

Notka: Prezentujemy pierwsze wydanie monografii dotyczącej oceny oddziaływania na środowisko. Oprócz zagadnień prawnych i proceduralnych (dostęp do informacji o środowisku, udział społeczeństwa w procedurach

administracyjnych dotyczących środowiska, procedura administracyjna oceny oddziaływania na środowisko), szeroko omówiono metodykę sporządzania opracowań środowiskowych, szczególnie kart informacyjnych przedsięwzięcia oraz raportów oceny oddziaływania na środowisko. Zaprezentowano również metody oceny stanu środowiska przyrodniczego oraz metody oceny wpływu na środowisko. Omówiono typowe rodzaje oddziaływań na środowisko jak i charakterystykę typowych przedsięwzięć poddawanych ocenie oddziaływania na środowisko.

Jest to pierwsze polskie opracowanie, które w tak szerokim zakresie omawia zarówno zagadnienia teoretyczne procedury oceny oddziaływania na środowisko, jak i praktyczne aspekty wykonywania opracowań środowiskowych. Zaprezentowano sposoby wyszukiwania informacji, w tym do obliczeń wpływu przedsięwzięcia na środowisko.



Książka zawiera odwołanie do prawie 1400 pozycji literaturowych, które umożliwiają dalsze analizowanie szczegółowych zagadnień poruszanych w monografii.

Co to jest ocena oddziaływania na środowisko?

Ustawa Prawo ochrony środowiska¹ wprowadziła kilka zasad ochrony środowiska. Najważniejsze z nich to zasady: kompleksowej ochrony, zapobiegania i przeczności. Pierwsza z nich dotyczy kompleksowej ochrony środowiska i zwana jest też zasadą kompleksowości ochrony środowiska. Znaczy to, że ochrona jednego lub kilku elementów przyrodniczych powinna być realizowana z uwzględnieniem ochrony pozostałych elementów. Kolejne dwie zasady – zapobiegania i przeczności – uzupełniają się wzajemnie. Zasada zapobiegania, zwana też zasadą prewencji, mówi że kto podejmuje działalność mogącą negatywnie oddziaływać na środowisko, jest obowiązany do zapobiegania temu oddziaływaniu. Zasada przeczności zobowiązuje natomiast każdego podejmującego działalność, której negatywne oddziaływania na środowisko nie jest jeszcze w pełni rozpoznane, aby podjął wszelkie możliwe środki zapobiegawcze.

W celu realizacji tych zasad wprowadzono właśnie mechanizm oceny oddziaływania na środowisko, który obecnie jest umocowany prawnie w ustawie o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (ustawa OOS)². Polega on na tym, że przed zrealizowaniem planowanego przedsięwzięcia należy dokonać oceny jego możliwego oddziaływania na środowisko. Aby takiej oceny dokonać w sposób możliwie pełny, należy przeanalizować oprócz wariantu proponowanego przez inwestora również racjonalny wariant alternatywny oraz racjonalny wariant najkorzystniejszy dla środowiska. Po ocenie tych wariantów należy wybrać ten, który będzie w najmniejszym stopniu wpływał niekorzystnie na środowisko. Organ administracji wydający decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach realizacji przedsięwzięcia tylko na taki wariant może wyrazić zgodę.

Aby decyzja środowiskowa została wydana, inwestor musi przedstawić albo kartę informacyjną przedsięwzięcia, albo raport oceny oddziaływania na środowisko. To, który z powyższych dokumentów należy przedstawić zależy w głównej mierze od rodzaju i wielkości przedsięwzięcia. Żeby nie pozostawiać zbyt dużych możliwości uznaniowości organowi administracji prowadzącemu postępowanie, Rada Ministrów wydała rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko³.

Przedsięwzięcia generalnie dzieli się na: mogącego zawsze znacząco oddziaływać na środowisko (grupa I), mogące potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (grupa II) oraz inne planowane przedsięwzięcia mogące znacząco oddziaływać na obszar Natura 2000, gdy nie są one związane z ochroną tego obszaru lub z tej ochrony nie wynikają, a obowiązek przeprowadzenia oceny oddziaływania został stwierdzony przez właściwy organ (grupa III).

Raporty oceny oddziaływania na środowisko mogą wykonywać tylko osoby uprawnione, legitymujące się wykształceniem wyższym i odpowiednim doświadczeniem zawodowym, albo studia wyższe na kierunku związanym z kształceniem w zakresie: nauk ścisłych z dziedziny nauk chemicznych, nauk przyrodniczych z dziedzin nauk biologicznych oraz nauk o Ziemi, z dziedzin nauk technicznych z dyscyplin: biotechnologia, górnictwo i geologia inżynierska, inżynieria środowiska lub nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych z dziedzin nauk rolniczych, nauk leśnych.

Jak widać każdy z absolwentów Wydziału Chemicznego Politechniki Łódzkiej, po ukończeniu studiów I lub II stopnia, nabywa automatycznie uprawnienia do wykonywania raportów oceny oddziaływania na środowisko. Na naszym wydziale prowadzone były również wykłady omawiające metodykę oceny oddziaływania na środowisko na kierunku Ochrona środowiska. Kierunek ten niestety nie prowadzi już kształcenia studentów. Wielu absolwentów tego kierunku znalazło zatrudnienie przy wykonywaniu takich opracowań. Wykładu tego będzie jednak można wysłuchać (np. jako wolny słuchacz) na VI semestrze studiów na kierunku Informatyka w ochronie środowiska, czyli już za dwa lata.

Wydana w 2020 r. książka *Ocena oddziaływania na środowisko. Teoria i praktyka*⁴ omawia podstawy prawne metodyki oceny oddziaływania na środowisko, stosowane procedury administracyjne, metody opisu stanu środowiska jak i sposoby oceny wpływu na środowisko. Jest to pierwszy taki podręcznik na polskim rynku.

Literatura:

[1] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2020 r., poz. 1219 z późn. zm.).

[2] Ustawa z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2020 r., poz. 283 z późn. zm.).

[3] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 września 2019 r. w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz.U. z 2019 r., poz. 1839).

[4] Krystek J. (2020), *Ocena oddziaływania na środowisko. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo Naukowe PWN.


przemysł chemiczny

www.przemchem.pl

Najstarsze, liczące 105 lat, polskie czasopismo chemiczne
notowane na liście filadelfijskiej, adresowane do menedżerów,
inżynierów i technologów w przemyśle

- 12 wydań w roku
- 70 pkt na liście MEiN
- Impact Factor 0,464 (za 2020 r.)
- Baza ponad 2800 publikacji jako *open access*
z lat 2014–2021 dostępnych na Portalu Informacji Technicznej
www.sigma-not.pl

Kontakt: tel. 22 818 51 71
Redakcja: przemyslchemiczny@sigma-not.pl
Prenumerata: prenumerata@sigma-not.pl
Reklama: reklama@sigma-not.pl

WYDAWNICTWO SIGMA-NOT 





19-23.06.2022 Łódź

XI POLSKA KONFERENCJA CHEMII ANALITYCZNEJ



Kierunki studiów na Wydziale Chemicznym PŁ

Studia I stopnia – inżynierskie

Kierunek: Chemia

Specjalność:

- Chemia biomedyczna
- Chemia materiałów polimerowych
- Kontrola jakości w chemii
- Synteza organiczna i bioorganiczna

Kierunek: Chemia budowlana

Kierunek: Nanotechnologia

Specjalność:

- Nanomateriały funkcjonalne
- Polimerowe materiały inżynierskie

Kierunek: Analityka Chemiczna

Kierunek: Technologia chemiczna

Specjalność:

- Gospodarka odpadami
- Technologia barwników i chemii gospodarczej
- Technologia chemiczna organiczna
- Technologia polimerów
- Technologie biomedyczne

Kierunek: Informatyka w ochronie środowiska

Specjalność:

- Technologie EEIA w ochronie środowiska
- Technologie środowiskowe

**Kierunek studiów inżynierskich
w języku angielskim**



Studia II stopnia – magisterskie

Kierunek: Chemia

Specjalność:

- Chemia analityczna i strukturalna
- Chemia medyczna
- Materiały inteligentne
- Nowoczesna synteza i analiza organiczna
- Techniki fizykochemiczne i obliczeniowe w chemii, biologii i medycynie

Kierunek: Chemia budowlana

Kierunek: Nanotechnologia

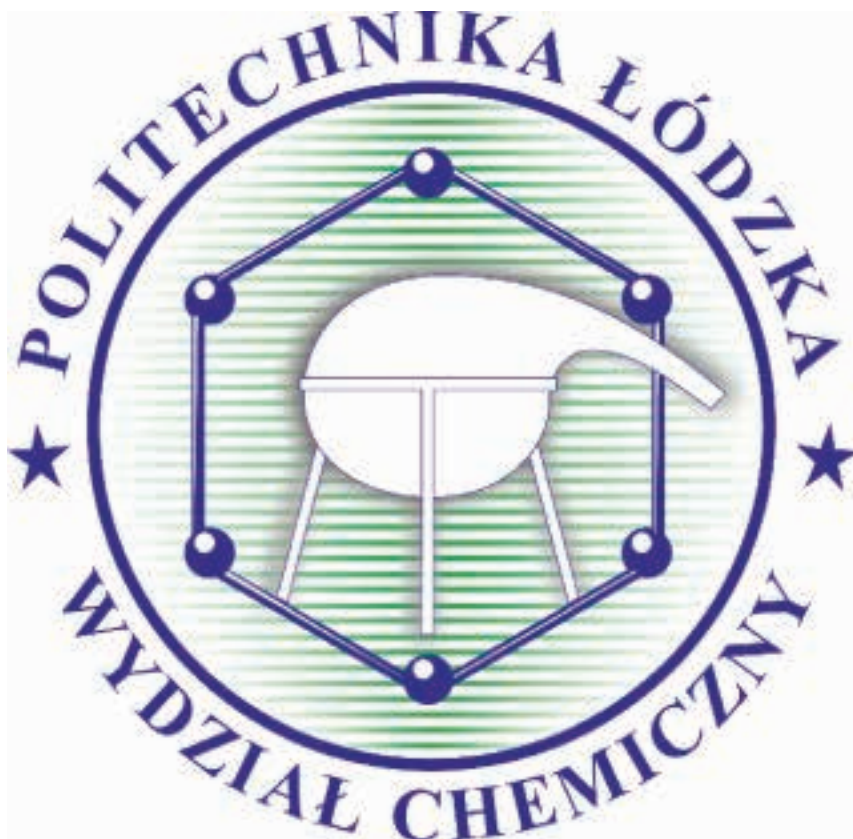
Kierunek: Nanotechnologia od roku 2020/2021 w języku angielskim

Kierunek: Chemia w kryminalistyce

Kierunek: Technologia chemiczna

Specjalność:

- Inżynieria biomedyczna i radiacyjna
- Kataliza przemysłowa
- Technologia barwników, środków pomocniczych i chemii gospodarczej
- Technologia leków i środków ochrony roślin
- Technologia polimerów



www.chemia.p.lodz.pl

 www.facebook.com/Wydzial.Chemiczny

