

Studia I stopnia (licencjackie) na Wydziale Chemii UJ

# Chemia

## Zrównoważonego Rozwoju

### VI semestrów

#### Rdzeń

(Semestr I – V)

#### Przedmioty podstawowe

podstawy chemii, matematyka, fizyka, chemia analityczna z analizą środowiska, chemia fizyczna, chemia organiczna, chemia nieorganiczna z elementami ciała stałego, elektrochemia, podstawy chemii polimerów, elementy chemii kwantowej i modelowania molekularnego

#### Przedmioty kierunkowe

zrównoważony rozwój i technologie przyjazne środowisku, chemia środowiska, elementy technologii i inżynierii chemicznej, chemia i technologia materiałów funkcjonalnych, metody fizykochemiczne w badaniach materiałów, fizykochemia ciała stałego, elementy elektroniki, bezpieczeństwo środowiska pracy, monitoring środowiska, analiza i zarządzanie ryzykiem środowiskowym, recykling i zagospodarowanie odpadów, zrównoważona gospodarka surowcami i chemikaliami, odnawialne źródła surowców, środowiskowe aspekty produkcji, konwersji i zagospodarowania energii

#### Przedmioty ogólne

język angielski, technologia informacyjna, przedmioty humanistyczne i społeczne, kursy z zakresu ekonomii i przedsiębiorczości, ochrona własności intelektualnej, wychowanie fizyczne

#### Moduły kierunkowe

(Semestr V – VI)

Chemia Środowiska  
Energia  
Technologia Materiałów



**Projekt licencjacki (własna praca badawcza)**

# KSIĄŻKA ABSTRAKTÓW

II Uczniowska Konferencja Młodych Chemików

*Chemia – Energia - Środowisko*



Wydział Chemii  
Uniwersytetu Jagiellońskiego

*Kraków, 2 grudnia 2022 r.*



UNIwersytet JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

ISBN 978-83-963504-2-8



Studia I stopnia (licencjackie) na Wydziale Chemii UJ

## Chemia VI semestrów

### Rdzeń

(Semestr I – V)

#### Przedmioty podstawowe

podstawy chemii, matematyka, fizyka, chemia analityczna, chemia organiczna, chemia fizyczna, chemia nieorganiczna, krystalografia, podstawy chemii kwantowej, biochemia i biologia

#### Przedmioty kierunkowe

technologia chemiczna, chemia materiałów, chemia stosowana i zarządzanie chemikaliami

#### Praktyki zawodowe

#### Przedmioty ogólne

język angielski, technologia informacyjna, przedmioty humanistyczne i społeczne, kursy z zakresu ekonomii i przedsiębiorczości, wychowanie fizyczne

### Moduły kierunkowe

(Semestr V – VI)

Chemia analityczna i stosowana  
Chemia fizyczna i teoretyczna  
Chemia organiczna i biologiczna  
Chemia nieorganiczna i strukturalna

### Projekt licencjacki (własna praca badawcza)

Studia I stopnia (licencjackie) na Wydziale Chemii UJ

## Chemia Medyczna VI semestrów

### Rdzeń

(Semestr I – V)

#### Przedmioty podstawowe

podstawy chemii, matematyki i fizyki, chemia organiczna, nieorganiczna, analityczna i fizyczna, biospektroskopia, modelowanie molekularne i analiza strukturalna

#### Przedmioty kierunkowe

##### podstawy chemii medycznej

##### kursy z zakresu nauk biologicznych

biologia komórki, mikrobiologia z immunologią, biofizyka, fizjologia

##### kursy z zakresu nauk medycznych

podstawy farmakologii, toksykologia, biochemia medyczna, chemia leków

#### Przedmioty ogólne

język angielski, technologia informacyjna, przedmioty humanistyczne i społeczne, wychowanie fizyczne

### Moduły kierunkowe

(Semestr V – VI)

Zaawansowana chemia organiczna jako podstawowe narzędzie w poszukiwaniu nowych leków

Wybrane aspekty bioanalizy

### Projekt licencjacki (własna praca badawcza)

# II UCZNIOWSKA KONFERENCJA MŁODYCH CHEMIKÓW

Wydział Chemii  
Uniwersytet Jagielloński

Kraków, 02.12.2022 r.

*Konferencja została sfinansowana ze środków Wydziału Chemii  
w ramach Programu Strategicznego Inicjatywa Doskonałości  
w Uniwersytecie Jagiellońskim.*

**Komitet Organizacyjny**

Prof. dr hab. Lucjan Chmielarz  
Dr hab. Katarzyna Hąc-Wydro, prof. UJ  
Dr Karol Dudek-Różycki  
Dr Michał Płotek

**Komitet Naukowy**

Prof. dr hab. L. Chmielarz	Dr inż. P. Knihnicki
Dr hab. K. Hąc-Wydro, prof. UJ	Dr. B. Kultys
Dr hab. A. Kyzioł, prof. UJ	Dr P. Legutko
Dr hab. M. Molenda, prof. UJ	Dr M. Mach
Dr hab. P. Pietrzyk, prof. UJ	Dr K. Majzner
Dr hab. M. Srebro-Hooper, prof. UJ	Dr inż. J. Polaczek
Dr S. Buda	Dr M. Reczyński
Dr M. Jarosz	Dr inż. M. Rutkowska

**W organizacji Konferencji uczestniczyli również:**

Prof. dr hab. W. Macyk	Dr P. Miśkowiec
Dr hab. M. Woźniakiewicz, prof. UJ	Dr M. Obłozza
Dr hab. P. Wydro, prof. UJ	Dr M. Oszejca
Dr hab. Ł. Hetmańczyk	Dr A. Skórska-Stania
Dr P. Bernard	Dr inż. K. Tarach
Dr. P. Broś	Mgr J. Bała
Dr K. Chudzik	Mgr K. Barańska
Dr M Grzesiak - Nowak	Mgr A. Chromiec
Dr P. Goszczycki	Mgr W. Dubiel
Dr M. Grzesiak-Nowak	Mgr D. Głosz
Dr G. Grzybek	Mgr E. Kowa
Dr S. Jarczewski	Mgr K. Kowalczyk
Dr inż. R. Kitel	Mgr A. Pietraszek
Dr M. Kot	Mgr Ł. Płachta
Dr M. Madej	Mgr B. Wyżga
Dr K. Makyła-Juzak	Mgr M. Żurowska

## **Program Konferencji**

### **8:00 - 9:00**

Rejestracja uczestników, zawieszanie posterów.

### **9:00 - 10:00**

Powitanie uczestników Konferencji, prezentacje kierunków studiów realizowanych na Wydziale Chemii UJ (Chemia, Chemia Medyczna, Chemia Zrównoważonego Rozwoju, Chemia dla nauczycieli). Wykład popularnonaukowy Dziekana Wydziału Chemii UJ, prof. dr. hab. Wojciecha Macyka, połączony z interaktywnym konkursem.

### **10:00 - 12:00**

Prezentacje finalistów - 10 najlepszych posterów.

### **12:00 - 12:45**

Przerwa kawowa.

### **12:45 - 13:45**

Sesja posterowa połączona ze zwiedzaniem budynku Wydziału Chemii UJ.

### **13:45 - 14:45**

Wykład dr. hab. Michała Woźniakiewicza, prof. UJ, połączony z pokazem doświadczeń "Chemia sądowa, czyli kilka słów o tym, jak chemia może pomóc w badaniu śladów przestępstw" .

### **14:45 – 15:15**

Podsumowanie Konferencji, wręczenie nagród, zakończenie Konferencji.





## **Lista prezentowanych posterów**

### **P1 UZDATNIANIE WODY DESZCZOWEJ DO WYKORZYSTANIA W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH**

A. Kostrzewa, N. Kidoń, N. Maciejewska, I. Mądrzak-Litwa  
III Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Kaliszu

### **P2 NIEKRZYSTNE ASPEKTY WYTWARZANIA BIOMASY**

A. Kaczmarek, A. Romanenko, J. M. Waśko, A. J. Podlaska  
Zespół Szkół w Michałowie

### **P3 WYKORZYSTANIE EKO KATALIZATORÓW POZYSKIWANYCH NATURALNIE W POWSZECHNYCH REAKCJACH W CHEMII ORGANICZNEJ**

J. Krajnik, W. Wiśniewski, M. Wójtowicz, M. Kowalik  
V Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Gdańsku

### **P4 ENERGIA PROSTO Z OCEANU – WYKORZYSTANIE ALG JAKO NIEKONWENCJONALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII**

A. Marczewska, M. Błach, S. Brylski, K. Żołądek  
I Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Skarżysku  
Kamiennej

### **P5 ENERGIA PRZYSZŁOŚCI MOŻE ZMIENIĆ ŚWIAT**

O. Grzegorzewska, V. Velgan, M. Konopnicki, J. Rutkowska  
VI Liceum Ogólnokształcące im. Obrońców Helu w Gdańsku

### **P6 ZIELONY ATOM**

M. Dziechcińska, O. Morawska, M. Suleja  
Zespół Szkół nr 8 we Wrocławiu  
Ogólnokształcące Liceum Kreatywności nr 16

### **P7 NOWOCZESNE TECHNOLOGIE PROEKOLOGICZNE**

Z. Otocka, M. Mazerant, M. Kurabiewski, M. Jaksender  
XXIX Liceum Ogólnokształcące im. Janka Bytnara "Rudego" w Łodzi

### **P8 JAK DBAĆ O ŚRODOWISKO? EKO APLIKACJE POMOGĄ CI ZROZUMIEĆ EKOLOGIĘ!**

A. Dycha, A. Rokita, G. Kotowicz, M. Woźniak  
Szkoła Podstawowa nr 11 im. Jana Piwnika Ponurego w Starachowicach

### **P9 BADANIE ŚWIADOMOŚCI I DZIAŁAŃ WŁAŚCICIELI PLACÓWEK GASTRONOMICZNYCH Z BRZESKA I OKOLIC ZWIĄZANYCH Z PONOWNYM UŻYCIEM MATERIAŁÓW ODPADOWYCH**

J. Strąk, A. Rogowski, K. Zelek, M. Czerwicka-Pach  
Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Brzesku

### **P10 JAKIE KORZYŚCI PŁYNĄ RURAMI ŚCIEKOWYMI?**

Z. Kawałkowska, J. Szuszkowska, N. Szuszkowska, J. Stebnicka  
Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1 im. Adama Mickiewicza w Głębzczykach

### **P11 ROŚLINY – OD SŁOŃCA DO ENERGII**

M. Ratajczak, J. Pacak, M. Galasińska, E. Dojaś-Łukomska  
Publiczne Salezjańskie Liceum Ogólnokształcące im. Bł. Piątki Poznańskiej w Poznaniu

### **P12 OCHRONA ŚRODOWISKA – GAZY CIEPLARNIANE, EFEKT CIEPLARNIANY, OZON W TROPOSFERZE I STRATOSFERZE**

A. Jarząb, A. Barszczewska, K. Kwaśniewska, B. Natkaniec  
IX Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta Wróblewskiego w Krakowie



**P13 NACZYNNIA PRZYSZŁOŚCI**

J. Chlasta, M. Guździół, K. Kłaskała, I. Kapitańczyk  
IV Liceum Ogólnokształcące im. Fryderyka Chopina w Ostrowie  
Wielkopolskim

**P14 ROLA FITOREMEDIACJI W UTRZYMANIU  
PRAWIDŁOWYCH STEŻEŃ WYBRANYCH JONÓW  
W EKOLOGICZNYCH UPRAWACH WARZYW NA PRZYKŁADZIE  
SZKOLNEGO OGRÓDKA**

P. Albrecht, W. Soroko, J. Wawrzyniak, A. Michalska  
I Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi Fundacji EKOS  
w Swarzędzu

**P15 WYBRANE ASPEKTY OCHRONY ŚRODOWISKA NA  
OBSZARZE GMINY DOBCZYCE**

A. Miśkiewicz, K. Nowak, L. Szewczyk, B. Rolka  
Szkoła Podstawowa im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego w Stadnikach

**P16 GLONY I PERSPEKTYWY ICH ENERGETYCZNEGO  
WYKORZYSTANIA**

Z. Jacobi, M. Kanecka, O. Jędrzejczyk, M. Maria Gos-Sokołowska  
Publiczna Szkoła Podstawowa nr 5 im. Marii Dąbrowskiej w Radomiu

**P17 BADANIE WYBRANYCH PARAMETRÓW WÓD  
NATURALNYCH NA TERENIE MIASTA NOWY TARG Z RZEKI  
CZARNY DUNAJEC ORAZ OBSZARÓW TORFOWISKOWYCH  
REZERWATU BÓR NA CZERWONEM**

P. Jastrzębska, D. Plata, J. Polaczek, A. Róg  
I Liceum Ogólnokształcące im. Seweryna Goszczyńskiego w Nowym Targu

**P18 MASOWI GIGANCI WINNI KATASTROFIE KLIMATYCZNEJ**

J. Szyrkowska, N. Matyskiewicz, S. Szachta, B. Parfianowicz  
Akademickie Liceum Ogólnokształcące „Lingwista” im. Hymnu  
Narodowego w Gdańsku

**P19 ŹRÓDŁA ENERGII ODNAWIALNEJ I JEJ  
MAGAZYNOWANIE**

M. Woźniak, N. Kovbas, M. Szuk, E. Kober  
II Liceum Ogólnokształcące im. Tadeusza Kościuszki w Kaliszu

**P20 CO KRYJĄ W SOBIE UBRANIA?**

W. Bujkowska, L. Łuckiewicz, Z. Sawicka, M. Gaińska  
III Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Alfreda  
Lityńskiego w Suwałkach

**P21 RECYKLING ODPADÓW**

M. Tomera, J. Matuszczak, W. Noras, A. Chyra  
Liceum Ogólnokształcące im. Powstańców Śląskich w Bieruniu

**P22 ANALIZA PORÓWNAWCZA SPOSOBÓW POZYSKIWANIA  
WODORU W PROCESACH ELEKTROLIZY WODY**

Z. Kusz, B. Sukiennik, A. Dymek  
Prywatna Szkoła Podstawowa “Scherzo” w Krakowie

**P23 STAWIAMY NA ATOM**

E. Mielec, O. Kania, K. Gałuszka  
Liceum Ogólnokształcące nr 1 im. Marii Skłodowskiej- Curie w Suchej  
Beskidzkiej

**P24 PLA – POLIMER Z SUROWCÓW ODNAWIALNYCH**

K. Kordula, G. Maniecka, Z. Wrona, E. Wawrzusiak  
Szkoła Podstawowa im. Marii Konopnickiej w Brzeczowicach

**P25 BATERIAW KOSZU PRZYCZYNĄ PROBLEMU**

K. Dadał, A. Dara, E. Fryzowicz, A. Stawiarska  
Szkoła Podstawowa im. Św. Jadwigi Królowej Polski w Długoleśce - Świerkli

**P26 ZERO WASTE**

A. Krysiak, Z. Sałamaj, M. Gawłowska, E. Mamala  
Diecezjalne Liceum Humanistyczne w Nysie

**P27 WYKORZYSTANIE OCZYSZCZALNI HYDROFITOWYCH  
EKO-SZANSĄ TERENÓW WIEJSKICH**

M. Baran, A. Szczepaniak, O. Więckowska, J. Abramek  
Zespół Szkół im. Generała Franciszka Kamińskiego w Adamowie

**P28 ELASTOMERY JAKO INNOWACYJNE PALIWO  
ALTERNATYWNE**

K. Choroba, M. Chrószcz, J. Tatarczyk, H. Marcol  
Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego nr.1 w Raciborzu.

**P29 REAKTOR TERMOJĄDROWY**

H. Jędryś, M. Osuch, J. Niemczyk, M. Lasek  
Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące im. W. Kopalińskiego  
w Bielsku - Białej

**P30 JAKI JEST POZIOM TLENU W KRAKOWSKICH RZEKACH?**

A. Ryło, M. Toporowicz, Ł. Woźniakowska, K. Dudek-Różycki  
VIII Prywatne Akademickie Liceum Ogólnokształcące w Krakowie

**P31 CIECZE JONOWE - ZIELONE ROZPUSZCZALNIKI**

A. Sarek, K. Sławińska, M. Tofil, J. Trela  
Katolickie Liceum Ogólnokształcące im. św. Stanisława Kostki w Kielcach

**P32 BIOPLASTIK ZE SKROBI ALTERNATYWĄ DLA  
MATERIAŁU ZNANEGO OD LAT**

K. Rynarzewska, M. Łukaszewicz, E. Alwin-Goździk  
XXXVIII Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące im. Jana Nowaka-  
Jeziorańskiego w Poznaniu



### **P33 NIE WYRZUCAJ BIOENERGII**

P. Kowal, J. Pawłowska, J. Rosińska, D. Dziuban-Lech  
Zespół Szkół nr 21 w Warszawie

### **P34 W STRONĘ SŁOŃCA!**

W. Kuropatwa, D. Bielecka, W. Durlej, D. Grabka  
IV Liceum Ogólnokształcące w Kielcach

### **P35 SZTUCZNA FOTOSYNTeza - METODA POZYSKIWANIA ENERGII INSPIROWANA NATURĄ**

M. Jurga, W. Wyszatycki, M. Sudnik  
Zespół Szkół Ponadpodstawowych im. Adama Mickiewicza w Lubaniu

### **P36 RYBY – LEKOMANI: ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA FARMACEUTYKAMI**

M. Machado Ribeiro Da Silva, R. Leja, L. Włoch, M. Brzostowicz  
VII Prywatne Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Reja w Krakowie

### **P37 ZIELONA NANOTECHNOLOGIA**

M. Koń, K. Janeczek, A. Zegar  
II Liceum Ogólnokształcące im. Króla Jana III Sobieskiego w Krakowie

### **P38 WODÓR PALIWEM PRZYSZŁOŚCI**

A. Rong, A. Płonka, M. Wieczorek, C. Pieszko  
Akademiczne Liceum Ogólnokształcące Politechniki Śląskiej w Gliwicach

### **P39 CIĘŻKA SYTUACJA WODY - NIEPRZESTRZEGANIE ZASAD ZIELONEJ CHEMII SKUTKIEM ZAWARTOŚCI METALI CIĘŻKICH W WODACH GRUNTOWYCH**

S. Karaś, A. Wasyl, P. Bieliński, F. Dyczko, Z. Sobczak  
Liceum Ogólnokształcące im. Jana III Sobieskiego w Lublinie

**P40 CO ŁĄCZY NASA, ROŚLINY DOMOWE I WĘGIEL  
AKTYWNY? BUDOWA SYSTEMU OCZYSZCZENIA POWIETRZA  
ZAPROPONOWANEGO PRZEZ NASA**

Z. Glesmann, D. Zarańska, W. Blachowski, J. Pyziak, D. Wieczorek  
Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące nr 38 im. Jana Nowaka-  
Jeziorańskiego w Poznaniu

**P41 NOWE OBLICZA ENERGETYKI**

J. Skibicka, L. Napora, W. Sobol, A. Wójcik  
I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Jarosławiu

**P42 PALIWA PRZYSZŁOŚCI**

S. Kolet - Iciek, M. Dusza, A. Ćwiklak, E. Kobyłańska  
XLII Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Krakowie

## Abstrakty wystąpień posterowych

**P1**

### **UZDATNIANIE WODY DESZCZOWEJ DO WYKORZYSTANIA W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH**

**Aleksandra Kostrzewa, Natalia Kidoń, Natalia Maciejewska,  
Iwona Mądrzak-Litwa**

III Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Kaliszu  
e-mail nauczyciela: iwona.madrzak-litwa@kopernik.kalisz.pl

Zmieniający się na Ziemi klimat prowadzi do występowania okresowych suszy również na terenie Polski, co szczególnie zauważalne jest w zachodniej części kraju [1]. Pogłębiające się problemy dostępności wody pitnej mobilizują naukowców do poszukiwania metod pozyskiwania tej cennej cieczy. Dużą pomysłowością wykazuje się zbieranie wody z mgły na terenach o dużym zamgleniu, na przykład w Ameryce Południowej. Prosta konstrukcja systemu zbierania (tkanina rozwieszona na podporach) wymaga jednak dużych powierzchni, aby zbieranie wody było efektywne [2].

W Polsce, ze względu na niezbyt dużą częstotliwość występowania mgieł, analizowane są także inne rozwiązania, które pozwalają oszczędzać wodę i odzyskiwać ją z różnych procesów technologicznych. Uczelnie wyższe wdrażają nowe programy nauczania – technologie obiegu zamkniętego, dzięki którym gospodarowanie surowcami, będzie wpisywało się w szeroko rozumianą *ekologię* [3, 4].

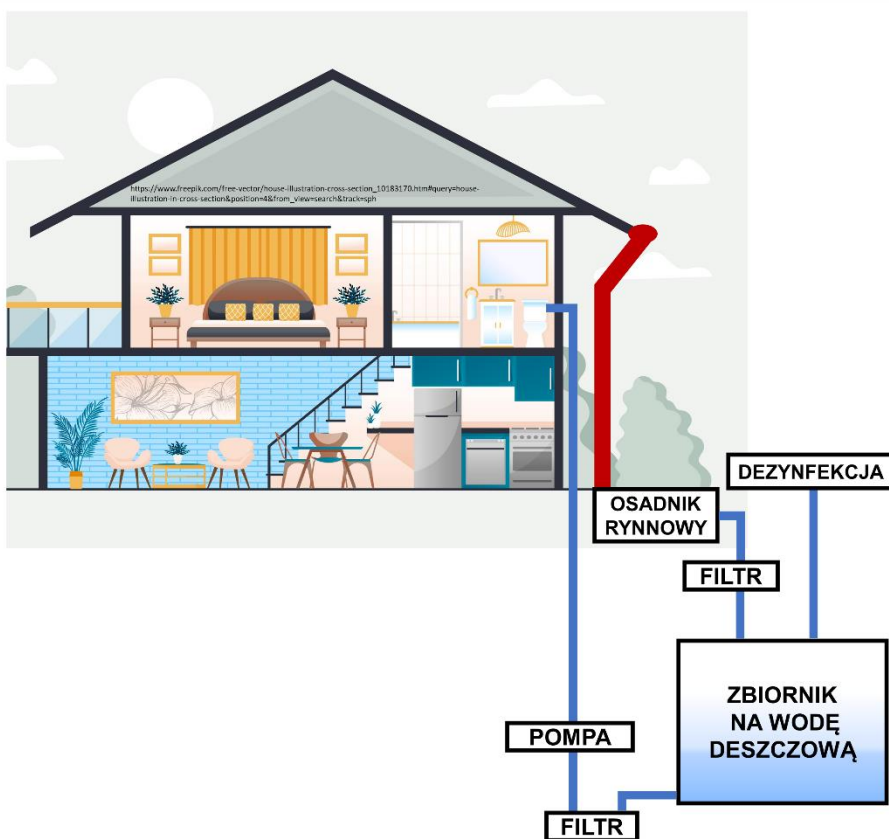
Zbieranie wody deszczowej do wykorzystania w okresie suszy jest powszechnie stosowane. Pojemniki na wodę deszczową zakopywane są w ziemi nie zabierając przestrzeni ogrodowej lub wręcz stanowią element dekoracyjny ogrodu. Zebrana woda wykorzystywana jest do podlewania roślin ozdobnych i uprawnych. W okresach deszczowej, np. jesiennej pogody, rośliny nie wymagają dodatkowego nawadniania, a nadmiar wodny można byłoby wykorzystać w innych celach. Uzdatnianie wody deszczowej do picia z pewnością wymagałoby dużych nakładów energetycznych, finansowych oraz sporych rozmiarów instalacji uzdatniającej. Ale woda potrzebna jest w gospodarstwach domowych nie tylko do picia! Chociażby pranie czy spłukiwanie toalety nie wymaga już wody spełniającej standardów wody pitnej.

Na rys. 1. przedstawiamy nasz pomysł na odzyskiwanie, oczyszczanie i ponowne wykorzystanie wody deszczowej.



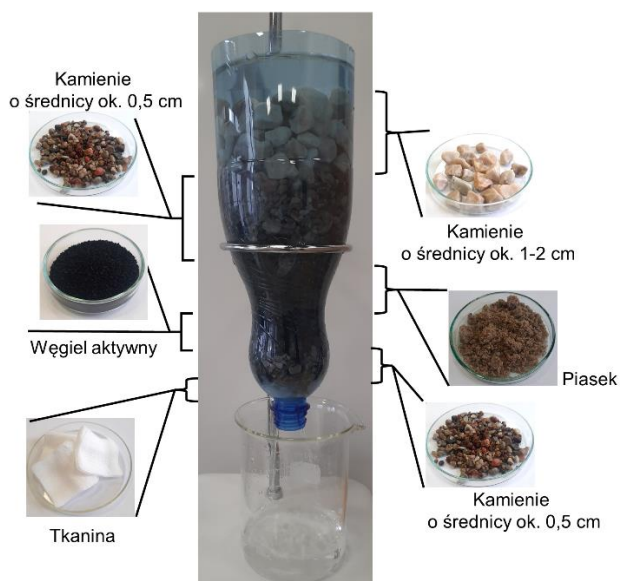
Zanim woda trafi do instalacji domowej musi przejść co najmniej trzyetapowy proces oczyszczania:

- mechanicznego - wyłapujący liście i inne zanieczyszczenia stałe na sitach (osadnikach) i filtrach;
- chemicznego - w celu uniknięcia rozwoju mikroorganizmów, w zbiornikach wody deszczowej konieczne jest stosowanie preparatów do dezynfekcji wody, takich samych jak np. w basenach kąpielowych lub w jacuzzi;
- mechanicznego - jeśli na skutek oczyszczania chemicznego będzie powstawał osad, musi być on usunięty zanim woda trafi do instalacji domowej.



Rys. 1. Schemat zbierania, oczyszczania i wykorzystania wody deszczowej.

Filtr do mechanicznego oczyszczania wody deszczowej wykonany przez nas w małej skali przedstawia rys. 2.



Rys. 2. Filtr mechaniczny wykonany przez autorki abstraktu.

Literatura:

1. [https://agrometeo.imgw.pl/monitoring/rozklad\\_opadow](https://agrometeo.imgw.pl/monitoring/rozklad_opadow); dostęp online 24.10.2022.
2. *Cloud Catchers of Peru - BBC News*, dostęp online 24.10.2022.  
<https://www.youtube.com/watch?v=G4GHGBov15U&t=4s>.
3. <https://www.put.poznan.pl/kierunek/technologie-obiegu-zamknietego>; dostęp online 24.10.2022.
4. <https://chemia.uj.edu.pl/studia/kierunki-studiow/chemia-zrownowazonego-rozwoju>; dostęp online 24.10.2022.

## P2

### NIEKRZYSTNE ASPEKTY WYTWARZANIA BIOMASY

**Anna Kaczmarek, Aleksy Romanenko, Jessica M. Waśko,  
Arleta J. Podlaska**

Zespół Szkół w Michałowie  
e-mail nauczyciela: aj.podlaska@gmail.com

Odnawialne źródła energii od wielu lat cieszą się dużą popularnością. Znalezienie taniej i wydajnej alternatywy dla surowców energetycznych jest przedmiotem zainteresowania społeczeństw całego świata. W szczególności trwający obecnie kryzys energetyczny spowodował wzrost zapotrzebowania na zapewnienie bezpieczeństwa w zakresie energii, a co za tym idzie na znalezienie innych metod jej otrzymywania. Jednym z nich jest bioenergia, której źródłem jest m. in. biomasa. Mimo niewątpliwych zalet warto zwrócić uwagę na negatywne aspekty jej wytwarzania szczególnie w obliczu narastającej krytyki i głosów przemawiających za wykluczeniem biomasy jako odnawialnego źródła energii m. in. części pozyskiwanej z lasów.[1]

#### Literatura:

1. M. Chmielowiec, *Biomasa jako źródło energii odnawialnej w unii europejskiej i w Polsce – zagadnienia ekonomicznoprawne*, 2020, 15



**P3**

**WYKORZYSTANIE EKOKATALIZATORÓW  
POZYSKIWANYCH NATURALNIE W POWSZECHNYCH  
REAKCJACH W CHEMII ORGANICZNEJ**

**Jakub Krajnik, Wiktor Wiśniewski, Małgorzata Wójtowicz,  
Mateusz Kowalik**

V Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Gdańsku  
e-mail nauczyciela: mateusz.kowalik@ug.edu.pl

Zielona chemia (ang. *Green chemistry*) w ostatnich latach, wraz z rosnącą świadomością o zanieczyszczaniu środowiska i o substancjach szkodliwych dla ludzi i planety, znacznie zyskała na znaczeniu. Jednym z założeń zielonej chemii jest zmniejszenie użycia reakcji przebiegających stechiometrycznie i preferowanie reakcji katalitycznych z użyciem selektywnych katalizatorów [1]. W związku z zagrożeniem dla środowiska, jakie sprawiają niektóre substancje używane do dnia dzisiejszego, rozwój zielonej chemii i zastępowanie tych związków ich odpowiednikami, które mogą być na przykład uzyskane z organów roślinnych, jest bardzo ważne. Ze względu na różnorodność samych ekokatalizatorów, opisanych zostało wiele metod syntezy. Są to związki pozyskiwane z często naturalnych bądź łatwo dostępnych źródeł, które mają wiele zastosowań w nowoczesnych szlakach syntezy organicznej. Została również przedstawiona różnorodność tych substancji oraz ich atuty względem konwencjonalnych katalizatorów.

Literatura:

1. P. Anastas, N. Eghbali, *Chem. Soc. Rev.* 2010, **39**, 301–312.

**P4**

## **ENERGIA PROSTO Z OCEANU – WYKORZYSTANIE ALG JAKO NIEKONWENCJONALNEGO ŹRÓDŁA ENERGII**

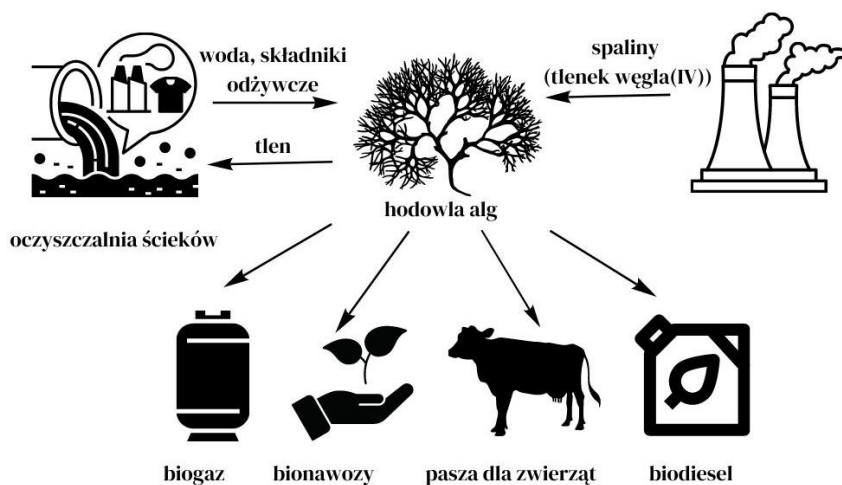
**Antonina Marczevska, Michał Błach, Stanisław Brylski, Kinga Żoładek**

I Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego w Skarżysku Kamiennej  
e-mail nauczyciela: zoladek.kinga@gmail.com

Z każdym rokiem zapotrzebowanie na energię na świecie rośnie. Produkcja energii opiera się przede wszystkim na paliwach konwencjonalnych takich jak np. węgiel. Bezpośrednim tego wynikiem jest rosnące stężenie zanieczyszczeń powietrza, przede wszystkim tlenku węgla(IV). Jest on jednym z gazów cieplarnianych, których nadmierna obecność w atmosferze prowadzi do podwyższenia temperatury planety, a w efekcie - globalnego ocieplenia. Głównym wyzwaniem dla dzisiejszego świata jest znalezienie alternatywnych źródeł energii oraz ograniczenie emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Szereg opracowań naukowych wskazuje na możliwość zastosowania biomasy z alg jako niekonwencjonalnego źródła energii, przy jednoczesnym zmniejszeniu ilości dwutlenku węgla w przyrodzie. Algi, ze względu na tempo przeprowadzania fotosyntezy, szybki przyrost masy, są wymieniane jako jeden z najbardziej obiecujących surowców do produkcji czystej energii [1].

Głony w trakcie wzrostu pobierają duże ilości tlenku węgla(IV) z atmosfery, co przekłada się na ograniczenie zanieczyszczenia powietrza przez CO<sub>2</sub>. Umieszczenie hodowli alg, tzw. farm w pobliżu zakładów energetycznych wytwarzających energię ze spalania paliw kopalnych jest sposobem na oczyszczanie spalin, a także zapewnia glonom odpowiedniej ilości tlenku węgla(IV), potrzebnego do ich wzrostu [2].

Biomasa pochodząca z alg może być przetwarzana na biogaz, bionawozy, paszę dla zwierząt czy bioolej (Rys.1) [3].



Rys. 1. Przetwarzanie biomasy z alg.

Literatura:

1. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Glony> dostęp dnia: 10.10.2022 r.
2. S. Werle, A. Michczyńska, M. Michczyńska, W. Uchman, *VII Konferencja Naukowo-Techniczna Ochrona Środowiska w Energetyce*, Katowice, **2013**, 40-47.
3. G. Schroeder, B. Messyasz, B. Łęska, J. Fabrowska, M. Pikosz, A. Rybak, *Przemysł Chemiczny*, **2013**, 92, 7, 1380.

**P5**

## **ENERGIA PRZYSZŁOŚCI MOŻE ZMIENIĆ ŚWIAT**

**Oliwia Grzegorzewska, Viktoria Velgan, Michał Konopnicki,**  
**Joanna Rutkowska**

VI Liceum Ogólnokształcące im. Obrońców Helu w Gdańsku  
e-mail nauczyciela: asiarutkowska84@gmail.com

Ogrzewanie budynków, elektryczne samochody to tylko początek nowej ery. Dotychczas cały świat korzystał z nieodnawialnych źródeł energii, takich jak węgiel, ropa czy gaz ziemny. Ich zużycie jest jednak nie tylko kosztowne i obciążające dla gospodarki, ale też niebezpieczne dla środowiska i zdrowia ludzi [1].

Źródła energii odnawialnej mają wiele zalet, które sprawiają, że trwająca właśnie transformacja energetyczna to nie tylko konieczność, ale również realna korzyść dla gospodarki, społeczeństwa i środowiska. Podczas gdy wszystkie nieodnawialne źródła energii: węgiel, gaz czy ropa, kiedyś się skończą i ich dalsze wydobycie będzie niemożliwe, energia pozyskiwana ze źródeł odnawialnych (OZE) to stałe i pewne źródło, które nigdy się nie wyczerpie. Dzięki temu możemy liczyć na bezpieczne i przewidywalne dostawy energii, bez ryzyka [2].

O tym jak szkodliwe dla środowiska są źródła energii emitujące do atmosfery szkodliwe gazy, nie trzeba nikogo przekonywać. Powietrze, którym oddychamy, jest zanieczyszczone, a w pewnych miejscach po prostu niebezpieczne. Tymczasem emisja CO<sub>2</sub> podczas produkcji energii ze źródeł odnawialnych jest niemal zerowa, a proces generowania odpadów poprodukcyjnych został zredukowany do minimum. OZE pozytywnie wpływa na jakość powietrza i nie ingeruje w środowisko naturalne, np. panele fotowoltaiczne generują energię elektryczną całkowicie ze słońca [3].

Jest to ważne nie tylko dla gospodarstw domowych, ale również dla przedsiębiorstw, w których zużycie energii jest wyjątkowo wysokie, a takie rozwiązania szczególnie korzystne. Własna mikroelektrownia i przemyślana infrastruktura do pozyskiwania energii ze źródeł odnawialnych to również większa niezależność – od dostawców energii, cen prądu i ogólnej sytuacji na rynku.

Transformacja energetyczna to inwestycja w przyszłość i można spodziewać się, że będzie ona postępować. Coraz więcej krajów decyduje się na znaczne lub całkowite przejście na pozyskiwanie energii tylko ze źródeł odnawialnych. Inwestycja w panele fotowoltaiczne, w wiatraki prądotwórcze lub w inne formy pozyskiwania energii elektrycznej z odnawialnych źródeł, to inwestycja w przyszłość i rozwój.

Literatura:

1. Zalety odnawialnych źródeł energii <https://www.otovo.pl/blog>.
2. T. Hare *Toxic Waste, Polluting the Air, Habitat Destruction*, 1992 (Almapress 1997-1999, wydawcy: Oficyna Wydawnicza Alma-Press 1992-1999, wydane w seriach: Ratujmy Naszą Planetę Alma-Press).
3. Cz. Puchała, *Chemistry, Environment, Biotechnology*, 2013, XVI, 7-15.

## P6

### ZIELONY ATOM

Maja Dziechcińska, Oliwia Morawska, Marta Suleja

Zespół Szkół nr 8 we Wrocławiu Ogólnokształcące Liceum Kreatywności nr 16  
e-mail nauczyciela: martasuleja@gmail.com

Stały dostęp do energii elektrycznej wymaga źródła niezależnego od środowiska, a energia słoneczna i wiatrowa są jedynie jego uzupełnieniem. Głównym źródłem energii są najczęściej elektrownie węglowe i jądrowe. Elektrownie jądrowe działają na zasadzie reakcji rozszczepienia jąder atomów, a najważniejszym dla ich prawidłowego działania zasobem jest wzbogacony izotopami uranu. W Europie są stosowane reaktory jądrowe PWR (reaktory wodne ciśnieniowe). W ich wnętrzu wytwarzane jest ciepło, które trafia do wody pod bardzo wysokim ciśnieniem. Woda przepływa przez wytwornicę pary, aby następnie oddać całą zgromadzoną moc cieplną wrzącej wodzie o niższym ciśnieniu. Uzyskana w ten sposób para przechodzi przez system osuszający i zasila turbinę parową oraz generator reaktora. W ten sposób wytwarzana jest energia elektryczna [1].

Bryłka uranu wielkości puszki napoju zawiera więcej energii niż człowiek jest w stanie wytworzyć przez całe życie [2]. Szacuje się, że dla elektrowni węglowej o mocy 1000 MW potrzeba rocznie ok. 2,5 mln t węgla kamiennego, a elektrownia jądrowa o tej samej mocy wymaga 40 t paliwa rocznie [3].

Odpady związane z działalnością elektrowni jądrowych to głównie zużyte rdzenie reaktorów. Są one przez 2–3 lata chłodzone w specjalnych basenach, a następnie zamyka się je w pojemnikach z betonu i stali. Jest to tak zwana metoda DCS (ang. *dry cask storage*). Ma to swoje wady, jednak tak zabezpieczone odpady nuklearne są bezpieczne – jak dotąd nie stwierdzono, by komukolwiek zaszkodziły [2].

Energetyka jądrowa budzi wiele obaw związanych z awariami w Czarnobylu oraz Fukushima. Należy jednak pamiętać, że radzieckie reaktory (w tym te w Czarnobylu) nie spełniały norm bezpieczeństwa obowiązujących w państwach zachodnich, a awaria japońskiej elektrowni jądrowej Fukushima nie spowodowała bezpośrednich ofiar śmiertelnych [2]. Z kolei w latach 1969-2000 odnotowano 2259 ofiar śmiertelnych bezpośrednich związanych z pozyskiwaniem energii z węgla [4]. Liczba ta nie obejmuje zgonów związanych z zanieczyszczeniami wytwarzanymi przez elektrownie węglowe.

Mimo początkowej potrzeby zainwestowania w elektrownię jądrową dużych środków finansowych, produkowany w niej prąd jest dla odbiorcy końcowego tańszy niż z elektrowni węglowych czy gazowych [2].

Każdy sposób pozyskiwania energii ma swoje wady oraz zalety, jednak obecnie najbardziej opłacalnym sposobem jej pozyskiwania – zarówno ekonomicznie jak i pod względem ekologicznym – wydają się być elektrownie jądrowe.

Literatura:

1. J. Kubowski, *Elektrownie Jądrowe*, Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, **2017**, 19-21, 111, 129-130.
2. M. Shellenberger, *Apokalipsy nie będzie! Dlaczego klimatyczny alarmizm szkodzi nam wszystkim*, Stare Groszki, Wydawnictwo CiS, **2021**, 157-160, 178, 186-188.
3. G. Jezierski, *Elektrownia jądrowa a konwencjonalna*, Energetyka Ciepła i Zawodowa, 10, **2009**, 1-12.
4. NEA - Nuclear Energy Agency, *Comparing Nuclear Accident Risks with Those from Other Energy Source*, Paris, France, **2010**, 35.



## P7

### NOWOCZESNE TECHNOLOGIE PROEKOLOGICZNE

**Zuzanna Otocka, Martyna Mazerant, Miłosz Kurabiewski,  
Marta Jaksender**

XXIX Liceum Ogólnokształcące im. Janka Bytnara "Rudego" w Łodzi  
e-mail nauczyciela: m.jaksender@lo29.elodz.edu.pl

Na skutek uprzemysłowienia, człowiek musiał uciekać się do coraz nowszych źródeł energii pochodzących między innymi z ziemi, na przykład ropy naftowej, gazu lub węgla. Technologie środowiskowe zapewniają rozwiązania, które promują oszczędne wykorzystanie materiałów, zmniejszając zużycie energii, oraz odzyskują cenne produkty, minimalizując problemy z usuwaniem odpadów. Jednym z nich jest energia słoneczna. Źródłem tej energii są reakcje jądrowe zachodzące na słońcu. Z każdą sekundą około 500 milionów ton wodoru zamienia się w hel, tworząc znaczne ilości energii. Tak powstała idea paneli słonecznych. Polega ona na konwersji energii promieniowania słonecznego w energię elektryczną. Takie rozwiązanie czyni z fotoogniw niezawodne źródła energii w elektrowniach słonecznych, sztucznych satelitach oraz samochodach z napędem hybrydowym. To rozwiązanie, które całkowicie eliminuje skutki uboczne zanieczyszczające powietrze, wodę i glebę.

Ochrona powietrza przed zanieczyszczeniami jest ważna, z powodu bezpośredniego wpływu jego jakości na stan zdrowia człowieka. Niemiecka firma *Green City Solutions* znalazła ciekawy sposób na walkę z zanieczyszczeniami. Opracowali projekt pod nazwą *CityTree*, dzięki któremu ściana z genetycznie zmodyfikowanego mchu jest w stanie „pożerać” smog. Twórcy poinformowali, że instalacja działa równie efektywnie jak 275 drzew, jednocześnie zajmuje znacznie mniej przestrzeni. Dodatkowo eliminuje zanieczyszczenie powietrza do 30% w promieniu 50 metrów. Konstrukcja składa się też z systemu nawadniającego kolonię, inteligentnych czujników monitorujących wzrost roślin oraz paneli słonecznych, dzięki czemu instalacja jest całkowicie samowystarczalna oraz działa w oparciu o energię solarną.

Obecnie w celu recyklingu gromadzi się w Unii Europejskiej tylko nieco ponad jedną trzecią ilości odpadów z tworzyw sztucznych. Coraz częściej mówi się jednak o możliwych alternatywach dla tworzyw sztucznych. Jedną z nich jest zaprojektowany przez Różę Rutkowską SCOBY (*Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast*), wprowadzony do MyGrowLab w 2019 roku. Projekt ten może znaleźć swoje zastosowanie u firm produkujących żywność oraz u rolników. SCOBY to tkanina o właściwościach membrany, wykonana z

grzybka kombuchy, powstająca w wyniku fermentacji cukrów z wyciągu z odpadów rolniczych. Przybiera postać membrany na powierzchni płynu. „Przez dwa tygodnie materia tka swoją formę w obrębie naczynia, w którym rośnie przez nawarstwianie, podobnie do cebuli. Proces nie wymaga światła, sterylnych warunków czy zaawansowanych technologii. Jedyne, co jest niezbędne do jego rozwoju, to temperatura około 25 st. Celsjusza” – Róża Rutkowska. Projekt ten może służyć jako alternatywa pojemnika na żywienie, tym samym stając się substytutem opakowań z tworzyw sztucznych. Dzięki temu, że SCOBY hodują mikroorganizmy, zużyty produkt może być zjedzony wraz z zawartością lub wyrzucony na kompost, tym samym nie zanieczyszczając środowiska.

Literatura:

1. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/dbaj-o-zdrowie-nie-oddychaj.html>.
2. <https://globenergia.pl/mech-pogromca-smogu-w-centrum-miast/>.
3. Patrice Maubourguet *ENCYCLOPÉDIE LAROUSSE DE LA NATURE LA PLANÈTE DE LA VIE* 1992r. *Zagrożenie dla środowiska, Rozwój technologiczny*.
4. <https://cordis.europa.eu/article/id/429109-moss-based-filters-can-measurably-improve-urban-air-quality-in-european-cities/pl>.
5. <https://www.nik.gov.pl/aktualnosci/odpady-z-tworzyw-sztucznych-w-europie-raport.html>.
6. <https://www.sof.edu.pl/pl/absolwenci/37-industrial/1055-roza-janusz-rutkowska>.

**P8**

## **JAK DBAĆ O ŚRODOWISKO? EKO APLIKACJE POMOŻĄ CI ZROZUMIEĆ EKOLOGIĘ!**

**Amelia Dycha, Anna Rokita, Grzegorz Kotowicz, Magdalena Woźniak**

Szkoła Podstawowa nr 11 im. Jana Piwnika Ponurego w Starachowicach  
e-mail nauczyciela: kucharska\_magda@poczta.fm

Nasz poster w formie ekranu smartfona porusza tematy z dziedziny ekologii. Na ośmiu „aplikacjach” przedstawiliśmy kilka z wielu problemów, jakimi zajmuje się ekologia. Pierwszy z tematów, jakie chcemy poruszyć to recykling odpadów i postrzeganie ich jako zasób a nie jako problem. W ten sposób z użyciem współczesnych technologii możemy efektywniej zamieniać góry śmieci w nowe rzeczy. Chcemy również promować recykling odpadów w naszych domach zaczynając od używania każdej rzeczy zgodnie z piramidą 3U czyli – unikaj- używaj ponownie- utylizuj [1].

Kolejny problem dotyczy pozyskiwania energii z nowych źródeł. Dlaczego tak dużo energii potrzeba nam we współczesnym życiu i jak ją pozyskać z alternatywnych źródeł, aby przy tym chronić nasze środowisko ale również zadbać aby jej nie zabrakło [2].

Następny temat porusza problem ekologicznych upraw, czy chemia w pożywieniu tylko nam szkodzi czy również pomaga? Czy można ją ograniczyć? Na czym polegają ekologiczne uprawy i dlaczego warto je promować?

Kolejna „apka” dotyczy wody i jej recyklingu. Chcielibyśmy poruszyć temat „wody szarej” i możliwości jej wykorzystania w życiu codziennym [3].

Następna aplikacja omawia problem źródeł ciepła i tego co możemy zrobić aby ogrzewanie w naszych domach było bardziej eko. Co to są ekologiczne źródła ciepła?

Kolejne aplikacje przedstawiają inicjatywy ekologiczne pozwalające uwrażliwić społeczeństwo na problem ekologii. Są to między innymi Ekologia w branży fashion (Slow Fashion, Moda cyrkularna, Sparing economy, Pre-loved fashion), Jak oszczędzać jedzenie? (Too good to go, Jadło Dzielnia) oraz przykłady akcji ekologicznych różnych przedsiębiorstw dające drugie życie starym rzeczom, dzięki czemu mogą służyć firmie na co dzień.

### Literatura:

1. <https://businessinsider.com.pl/finanse/przedmioty-ze-smieci-co-mozna-wyprodukowac-z-odpadkow/7gry0lv>
2. <https://zpe.gov.pl/a/alternatywne-zrodla-energii/D18IvCUKm>
3. <https://klimada2.ios.gov.pl/pokaz-woda-szara/>

**P9**

**BADANIE ŚWIADOMOŚCI I DZIAŁAŃ WŁAŚCICIELI  
PLACÓWEK GASTRONOMICZNYCH Z BRZESKA I OKOLIC  
ZWIĄZANYCH Z PONOWNYM UŻYCIEM  
MATERIAŁÓW ODPADOWYCH**

**Jan Strąk, Adrian Rogowski, Kamila Zelek, Małgorzata Czerwicka-Pach**

Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Brzesku  
e-mail nauczyciela: cmalgorzata@lobrzesko.edu.pl

Materiały odpadowe są jednym z głównych problemów współczesnego świata, ponieważ przyczyniają się do zanieczyszczenia środowiska. Do materiałów odpadowych zaliczamy między innymi plastiki, metal, bioodpady, papier. Jednym z elementów ograniczających niekorzystne zmiany środowiska, jest selektywna segregacja odpadów a później ich ponowne wykorzystanie. Powinny o to dbać zarówno gospodarstwa domowe, jak i placówki prowadzące działalność gastronomiczną, które produkują duże ilości odpadów. Czy jednak placówki świadomie nimi gospodarują?

W naszych badaniach postanowiliśmy sprawdzić czy osoby prowadzące działalność gastronomiczną w Brzesku i okolicach znają sposoby na ponowne wykorzystanie opakowań do żywności, bioodpadów oraz oleju posmażalniczego. Inspiracją były dla nas prace dr hab. Marii Kurańskiej, absolwentki LO im. M. Kopernika w Brzesku, która opracowała technologię przetwarzania starego oleju ze smażenia frytek na polimerową piankę budowlaną [1, 2]. Dzięki takim działaniom chronimy środowisko, bo nie wprowadzamy do niego odpadów a także ograniczamy zużycie energii izolując ściany domów. W tym celu przeprowadzono ankietę zawierającą 5 pytań dotyczących ww. tematów, w której wzięły udział osoby kierujące restauracjami typu fast food, restauracjami, przedszkolami oraz szkołami.

Po podsumowaniu wyników ankiet, mogliśmy z zadowoleniem stwierdzić, że w Brzesku i okolicach, osoby zajmujące się działalnością gastronomiczną znają sposoby na ponowne wykorzystanie materiałów odpadowych (podawali sposoby w jakie wykorzystują opakowania po żywności oraz powstałe bioodpady i olej posmażalniczy). Niestety nie zmienia to faktu, iż na świecie panuje problem z produkcją zbyt dużej liczby materiałów odpadowych, które w żaden sposób nie zostają zagospodarowane, choć znanych metod jest coraz więcej [3].

Literatura:

1. M. Kurańska, A. Prociak, *CHEMIK*, **65**, 10, **2011**, 1055-1058.

2. M. Kurańska, K. Polaczek, M. Auguścik-Królikowska, A. Prociak, J. Ryszkowska, *Polimery*, 65, **2020**, 216-225.

3. K. Formela, M. Kurańska, M. Barczewski, *Polymers*, 14, **2022**, 1050.

## **P10**

### **JAKIE KORZYŚCI PŁYNĄ RURAMI ŚCIEKOWYMI?**

**Zuzanna Kawalkowska, Julia Szuszkowska, Natalia Szuszkowska,**  
**Julita Stebnicka**

Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1 im. Adama Mickiewicza w Głubczycach  
e-mail nauczyciela: julitastebnicka@wp.pl

W swojej pracy pragnęliśmy przekazać jak ważny dla ochrony środowiska może być odpowiedni recykling wody. Chciałyśmy też przedstawić jedną sprawę z dwóch różnych perspektyw. Pokazać jak różnorodnie można podejść do jednej sprawy i jak nieograniczone mamy możliwości, gdy w grę wchodzi nowe technologie. Chciałyśmy wskazać, iż nawet ścieki można wykorzystać w pozytywny sposób by chronić środowisko.

Z jednej strony ze ścieków można pozyskać na drodze pewnych „sztuczek” chemicznych ważny dla roślin pierwiastek biogeny-fosfor, który można odzyskiwać bez końca. Nie można go jednak niczym zastąpić. Otrzymany w ten sposób nawóz można używać by dostarczyć naszym roślinom odpowiednie warunki do wzrostu.

Natomiast z drugiej strony fosfor zawarty w wodzie ściekowej umożliwia szybki wzrost i rozwój różnego rodzaju mikroalg. Organizmy te mogą zostać wykorzystane przez nas na różne sposoby. Jedną z ich cech charakterystycznych, którą chętnie wykorzystujemy, jest wytwarzanie ogromnych ilości tlenu, który jak wiemy jest niezbędny dla nas ludzi oraz innych organizmów. Ten sam tlen jednak pełni również kluczową rolę w oczyszczaniu ścieków jego duża zawartość w wodzie znacznie przyspiesza jej uzdatnianie. Dodatkowo biomasa powstała z wyhodowanych mikroalg umożliwia wytwarzanie biogazu, który może posłużyć jako paliwo samochodowe, dzięki któremu pojedziemy w siną dal, ciesząc się nie tylko czystą wodą, ale również czystszy środowiskiem.

Podsumowując musimy starać się z całych sił, by poprawić naszą sytuację na Ziemi. Powinniśmy wprowadzać nowe rozwiązania i szukać ich wszędzie, starając się przy tym naśladować doskonałą w swoim działaniu

naturę. Nie możemy bać się tego, co nas czeka, ale wyjść z tym do oktagonu ramię w ramię uzbrojeni w pistolety na fosfor i napędzani biogazem.

Literatura:

1. <https://www.opfglobal.com/>
2. <https://www.netflix.com/pl/title/81326710?s=a&trkid=13747225&t=cp&vlang=pl&clip=81338996>
3. <https://www.aqualia.com/web/aqualia-global/-/iwa-world-water-congress-and-exhibition-2022>
4. [https://www.wodkaneko.pl/wiadomosci-i-komunikaty/oczyszczanie-sciekow-za-pomoca-alg-45947-10#\\_](https://www.wodkaneko.pl/wiadomosci-i-komunikaty/oczyszczanie-sciekow-za-pomoca-alg-45947-10#_)
5. <https://laboratoryjnie.pl/2022/04/15/algi-w-uzdatnianiu-sciekow>[https://yadda.icm.edu.pl/yadda/search/page.action?qt=SEARCH&q=c\\_0language\\_0eq.all\\*sc.general\\*c\\_0all\\_0eq.Mikroglony\\*1\\_0\\*c\\_0fulltext\\_0eq.all](https://yadda.icm.edu.pl/yadda/search/page.action?qt=SEARCH&q=c_0language_0eq.all*sc.general*c_0all_0eq.Mikroglony*1_0*c_0fulltext_0eq.all)
6. <http://iks.pn.sggw.pl/z35/art9.pdf><https://repozytorium.ukw.edu.pl/>
7. <https://www.kemira.com/water/wastewater/>
8. [www.polifoska.pl/](http://www.polifoska.pl/)
9. <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-d78a0c2f-4b42-439f-a523-8c9ba7dbc822>



## **P11**

### **ROŚLINY – OD SŁOŃCA DO ENERGII**

**Maja Ratajczak, Jan Pacak, Marta Galasińska,  
Ewa Dojaś-Łukomska**

Publiczne Salezjańskie Liceum Ogólnokształcące im. Bł. Piątki Poznańskiej w Poznaniu  
e-mail nauczyciela: ewadojas.lukomska@gmail.com

Zauważyliśmy, iż w ostatnich latach coraz bardziej podnoszony jest temat rosnącego zapotrzebowania na energię i jej ekologicznego pozyskiwania. Ciągłe słyszymy o kolejnych uchwalanych przepisach z nowymi normami emisji gazów cieplarnianych tak, by nie szkodziły środowisku. Wiemy, że najpopularniejszym sposobem pozyskiwania energii w Polsce jest spalanie węgla kamiennego i brunatnego, których zasoby są ograniczone. W 2021 roku ich udział w uzyskiwaniu energii wyniósł ponad 70%. Niestety zostawia on po sobie ślad – emisję (CO<sub>2</sub>).

Stwierdziliśmy więc, że warto podjąć się przeanalizowania nowych możliwości, aby zaspokoić nasze potrzeby energetyczne. Dużo czytaliśmy na temat ekologicznego pozyskiwania energii, oraz rozmawialiśmy o tym z osobami doświadczonymi w dziedzinie chemii i biologii. Po tych wszystkich czynnościach doszliśmy do wniosku, że kluczem do czystej energii jest natura, a dokładniej rośliny energetyczne. Na początku wyjaśnimy, czym właściwie są wspomniane wcześniej rośliny energetyczne, jak powinny być one hodowane, jak działa proces pozyskiwania z nich energii oraz przybliżymy ich wpływ na środowisko. Skupimy się na wyborze odpowiednich roślin oraz określimy ile energii można uzyskać z ich spalania. Chcielibyśmy także przedstawić nasz autorski pomysł dotyczący jednoczesnego pobierania dwutlenku węgla emitowanego w trakcie spalania roślin energetycznych przez odpowiednie rośliny rosnące w pobliżu bioelektrowni, a także tworzenia nawozów z popiołów spalonych roślin. Naszym marzeniem jest nawiązanie współpracy z wyspecjalizowanymi ośrodkami naukowymi, aby przeprowadzić pogłębione analizy składu popiołów spalonych roślin energetycznych dzięki metodom atomowej spektrometrii absorpcyjnej (ASA) oraz analizatorom elementarnym (CHNSO).

Oczywiście nie możemy zapomnieć o wadach i zarzutach, które mogą nam zostać postawione przez przeciwników prośrodowiskowych sposobów pozyskiwania energii. Spróbujemy udzielić odpowiedzi na nurtujące pytania w tej dziedzinie, m.in.: Czy taki proces pozyskiwania energii jest opłacalny? Jakich warunków klimatycznych i glebowych wymagają rośliny energetyczne? Czy rośliny energetyczne zaspokoją potrzeby energetyczne

społeczeństwa? Wszystkie te informacje są na bieżąco przez nas śledzone, a także weryfikowane w rzetelnych i zaufanych źródłach. Całość wzbogacimy atrakcyjnymi dla oczu schematami w specjalnym programie graficznym.

Literatura:

1. <https://www.kpodr.pl/przedsiębiorczosc/wierzba-energetyczna-sposob-na-biede/>
2. <https://www.ppr.pl/ekologia/rolnictwo-ekologiczne/uprawa-wierzby-energetycznej-ile-to-kosztuje-43666>
3. <https://www.cire.pl/pliki/2/wesnb.pdf>
4. <https://magazynbiomasa.pl/biomasa-coraz-mniej-popularna-jako-nosnik-energii/>

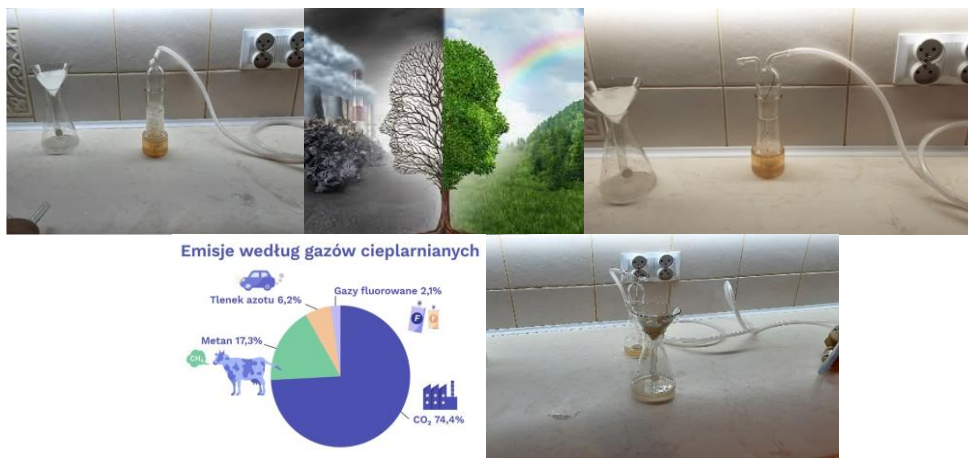
## P12

# OCHRONA ŚRODOWISKA – GAZY CIEPLARNIANE, EFEKT CIEPLARNIANY, OZON W TROPOSFERZE I STRATOSFERZE

Amelia Jarzab, Alicja Barszczewska, Kinga Kwaśniewska,  
Beata Natkaniec

IX Liceum Ogólnokształcące im. Zygmunta Wróblewskiego w Krakowie  
e-mail nauczyciela: beata\_natkaniec@interia.pl

Gazy cieplarniane są to gazy, których obecność w atmosferze jest główną przyczyną powstawania efektu cieplarnianego. Para wodna, CO<sub>2</sub> oraz chmury łącznie decydują o efekcie cieplarnianym w 90%. Wzrost stężenia przynajmniej jednego z powyższych gazów wzmaga efekt cieplarniany. W troposferze występuje ozon, który w powietrzu bierze ważny udział w procesach chemicznych i wpływa na bilans cieplny dolnych warstw atmosfery. Duże stężenie ozonu źle oddziałuje na organizm. Im wyższe stężenie ozonu w powietrzu, tym groźniejsze jego oddziaływanie na organizm człowieka. Dlatego należy dokonać odpowiednich działań, aby jego stężenie było możliwie najniższe [1].



Nadmierne stężenie CO<sub>2</sub> ma zły wpływ na zdrowie, może powodować hiperkapnię, która między innymi objawia się dusznościami, bólami oraz zawrotami głowy. Duże stężenie tego gazu ma wpływ na nasze zdolności decyzyjne. Norma stężenia CO<sub>2</sub> dla dobrej jakości powietrza jest do 600 ppm, natomiast akceptowalne przez organizm jest 1000-1400 ppm [2]. Ekologicznymi sposobami na ograniczanie dwutlenku węgla w powietrzu to

na przykład przeniesienie się na pojazdy elektryczne lub hybrydowe oraz powstanie czystych technologii węglowych. Ciekawostką jest to, że przeżuwacze wytwarzają gazy cieplarniane. Wynika to z działalności mikroorganizmów celulolitycznych i metanogennych. W procesie fermentacji żwaczowej i jelitowej produkowany jest metan i niemetanowe lotne związki organiczne [3].

Literatura:

1. A. Dziewulska-Wsiowa, *KOSMOS*, 42(1), **1993**, 79-94.  
[http://ptz.icm.edu.pl/wp-content/uploads/2011/12/PH\\_3\\_2011\\_Podkowka.pdf](http://ptz.icm.edu.pl/wp-content/uploads/2011/12/PH_3_2011_Podkowka.pdf)
2. E. Skórska, *KOSMOS*, 65 (4), **2016**, 473-667.
3. Google Scholar.
4. A. Dziewulska-Wsiowa, *KOSMOS*, 42(1), **1993**, 79-94.
5. M. Kowalik, M. Zajemska, A. Poskart, H. Radomiak, *Zeszyty Naukowe. Inżynieria Środowiska / Uniwersytet Zielonogórski*, 151(31), **2013**, 123-130.

## P13

### NACZYNIA PRZYSZŁOŚCI

**Joanna Chlasta, Małgorzata Guździol, Klaudia Kłaskała,  
Izabela Kapitańczyk**

IV Liceum Ogólnokształcące im. Fryderyka Chopina w Ostrowie Wielkopolskim  
e-mail nauczyciela: ikapitancyk@o2.pl

Naszą planetę zalewają tony odpadów plastikowych. Z najnowszego raportu NIK 2022 wynika, że wielkość produkcji wygląda niepokojąco, a unijna dyrektywa plastikowa wyraziła już dawno swoje stanowisko w tej sprawie. Do 3 lipca 2021 r. państwa członkowskie, miały wprowadzić unijny zakaz stosowania jednorazowych sztućców i naczyń.

Zainteresowała nas tematyka wytwarzania naczyń i opakowań z surowców pochodzenia naturalnego ponieważ na polskim rynku są dostępne już takie naczynia, które głównie wykorzystuje się w gastronomii. Najczęściej można się spotkać z naczyniami z otręb, skrobi kukurydzianej czy pulpy trzcinowej. Słynne jadalne talerze wymyślił Polak, Pan Jerzy Wysocki, który jest producentem pszenicy i założycielem firmy Biotrem. Firma produkuje z 1 tony sprasowanych otrębów ok 10 tys. misek i talerzy. Wyroby te mają wiele zalet. Jedną z nich jest ich szybki proces biodegradacji, jest to zaledwie 30 dni.

W naszym projekcie przedstawiamy naczynia ze skrobi ziemniaczanej jako alternatywa dla ich plastikowych wyrobów. Naczynia wykonane przez nas zostały stworzone z produktów odmierzonych w różnych stosunkach ilościowych.

W każdej próbówce została wykonana sekwencja czynności: odmierzenie odpowiednich ilości i wymieszanie wszystkich substratów, ogrzanie ich, następnie wyłożenie na szalkach Petriego oraz pozostawienie do wyschnięcia.

Doświadczenie przeprowadzono, aby na podstawie wyników móc określić jakie są najlepsze proporcje składników do wyprodukowania takiego naczynia. Porównano wygląd próbek oraz sprawdzono ich elastyczność i rozciągliwość.

#### Literatura:

1. A. Gumkowska *Laboratorium w szufladzie*, Warszawa, wyd. PWN, 2015.
2. <https://eco-akcesoria.pl/pl/c/Naczynia-biodegradowalne/16>
3. <http://biotrem.pl/pl/>
4. Odpady z tworzyw sztucznych w Europie – raport - Najwyższa Izba Kontroli (nik.gov.pl)
5. Kompendium tworzyw – opakowania z masy trzcinowej (opakowanianawynos.pl)

**P14**

**ROLA FITOREMEDIACJI W UTRZYMANIU  
PRAWIDŁOWYCH STĘŻEŃ WYBRANYCH JONÓW  
W EKOLOGICZNYCH UPRAWACH WARZYW  
NA PRZYKŁADZIE SZKOLNEGO OGRÓDKA**

**Philip Albrecht, Wiktoria Soroko, Jakub Wawrzyniak,  
Agnieszka Michalska**

I Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi Fundacji EKOS w Swarzędzu  
e-mail nauczyciela: agnieszka\_michalska@ekos.edu.pl

Nasza szkoła mieści się na obrzeżach Swarzędza, około 10 km od Poznania. Na jej terenie znajdował się wcześniej parking dla samochodów dostawczych, naprzeciw - dworzec autobusowy. Na terenie gminy obecnie zlokalizowanych jest wiele warsztatów stolarskich, tapicerskich i meblowych. Dlatego stan powietrza nie jest zadowalający, wody powierzchniowe są w złym stanie, dominują gleby IV i V klasy [1]. Mając na celu założenie szkolnego ogródka mieliśmy świadomość, że ziemia, może być zanieczyszczona jonami metali ciężkich oraz niewystarczająco bogata w składniki odżywcze dla roślin.

Przygotowanie gleby w celu wyhodowania warzyw takich jak: sałata, marchew, pietruszka, szczypierek wymagało wielu etapów przygotowań. Pierwszym było zbadanie jakości gleby [6]. Badaliśmy stężenie niektórych minerałów w glebie ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ) metodą kolorymetryczną [3]. Obecność metalu ciężkiego  $\text{Pb}^{2+}$  stwierdziliśmy przeprowadzając szereg reakcji strącania [4]. Kolejne badania: przewodności elektrycznej, kwasowości czynnej oraz całkowitej zawartości substancji organicznych potwierdziły, że nasza gleba ma odczyn zasadowy i jest uboga w substancje odżywcze [5].

Drugim krokiem jest rekultywacja gleby poprzez przeprowadzenie fitoremediacji, za pomocą nasadzeń roślin (hiperakumulatorów), doprowadzenie do usunięcia jonów  $\text{Pb}^{2+}$  z gleby i zapobieżenie ich rozprzestrzenianiu się [7]. Trzecim krokiem będzie wzbogacenia gleby w niezbędne składniki odżywcze poprzez odpowiednie nawożenie np. obornikiem i wyregulowanie jej pH. Czwarty krok to posadzenie warzyw, ich odpowiednia pielęgnacja oraz kontrola jakości gleby.

Wyhodowane rośliny posłużą do przygotowywania zdrowych posiłków. Teren upraw będzie służył jako pole eksperymentalne dla projektów interdyscyplinarnych. Ponadto chcielibyśmy zwrócić uwagę mieszkańcom Swarzędza na możliwe sposoby rekultywacji gleby w przydomowych ogródkach.



Literatura:

1. K. Lewandowska, *Prognoza oddziaływań na środowisko Programu ochrony środowiska dla miasta i gminy Swarzędz na lata 2020-2023*, **2019**, 4-15.
2. K. Felczak-Konarska, *Badanie gleby – jak pobrać próbki gleby do analizy?* Instytut Agronomiczny Fertico, **2017**.
3. J. Minczewski, Z. Marczenko Z. *Chemia analityczna*, t. 3, Warszawa, PWN, **1976**, 256-264.
4. Z. Bartynowska-Meus, wersja poprawiona: P. Miśkowiec, B. Krajewska, *Analiza jakościowa jonów*, Kraków, **1994**, 1-8.
5. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, *Monitoring chemizmu gleb ornych Polski*, **2020**.
6. T. Lityński, H. Jurkowska, E. Gorlach, *Analiza chemiczno-rolnicza: przewodnik metodyczny do analizy gleby i nawozów*, Warszawa, PWN, **1976**; 15-21, 64-78, 126-133.
7. A. Astel, A. Czyżyk, A. Parzych, *LAB Laboratoria*, R.9, 4, **2014**, 6-12.

**P15**

**WYBRANE ASPEKTY OCHRONY ŚRODOWISKA  
NA OBSZARZE GMINY DOBCZYCE**

**Alicja Miśkiewicz, Kinga Nowak, Laura Szewczyk, Barbara Rolka**

Szkoła Podstawowa im. Stefana Kardynała Wyszyńskiego w Stadnikach  
e-mail nauczyciela: drabik.basia@gmail.com

Gmina Dobczyce położona jest na południu Polski, w województwie małopolskim, w dolinie rzeki Raba. Gmina liczy ponad 15 tys. mieszkańców, przy czym stan liczby ludności zamieszkującej gminę w ostatnich latach wykazuje tendencję rosnącą.

Podstawowym narzędziem prowadzenia polityki ekologicznej na terenie Gminy jest Program Ochrony Środowiska. Wdrożenie jego założeń powinno m.in. prowadzić do poprawy stanu środowiska naturalnego i pomóc w opracowaniu mechanizmów mających na celu ochronę środowiska przed degradacją.

W ramach niniejszej pracy, podjęliśmy się analizy Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Dobczyce na lata 2017 – 2021 [1], ze szczególnym uwzględnieniem dokładnych jego celów oraz oceny stanu środowiska sprzed wdrożenia założeń programu. Aby dokonać oceny realizacji obranych celów polityki proekologicznej w Gminie Dobczyce, zapoznaliśmy się również z raportem z realizacji Programu Ochrony Środowiska za lata 2019–2020 [2].

Literatura:

1. Zakład Analiz Środowiskowych Eko-precyzja, *Program Ochrony Środowiska dla Gminy Dobczyce na lata 2017 – 2021 z perspektywą do 2025 roku*, Dobczyce, **2017**.
2. Zakład Analiz Środowiskowych Eko-precyzja, *Raport z realizacji Programu Ochrony Środowiska dla Gminy Dobczyce za lata 2019 – 2020*, Dobczyce, **2017**.

## **P16**

### **GLONY I PERSPEKTYWY ICH ENERGETYCZNEGO WYKORZYSTANIA**

**Zofia Jacobi, Maja Kanecka, Oskar Jędrzejczyk,**  
**Magdalena Maria Gos-Sokołowska**

Publiczna Szkoła Podstawowa nr 5 im. Marii Dąbrowskiej w Radomiu  
e-mail nauczyciela: magdalena.gos@onet.pl

Aktualne zapewnienie możliwości funkcjonowania kilkumiliardowej populacji ludzi wymusza coraz intensywniejszy rozwój produkcji przemysłowych, rolnictwa, transportu itp. Wszystkie te dziedziny życia wymagają coraz większych nakładów energii. Po II Wojnie Światowej nastąpił szybki wzrost światowego zapotrzebowania i zużycia energii. Szczególnie szybko wzrastało zużycie tradycyjnych źródeł energii, czyli ropy naftowej i gazu ziemnego. Dlatego w światowej gospodarce ukształtował się model funkcjonowania uzależnionego od dostępności ropy naftowej i gazu ziemnego, z jednoczesnym odchodzeniem od węgla kamiennego, który był wcześniej jednym z głównych czynników rozwoju gospodarki. Intensywne wykorzystywanie konwencjonalnych źródeł energii pociągnęło za sobą wiele negatywnych skutków dla środowiska nie tylko lokalnego, ale i globalnego. Z powodu nierównomiernego rozlokowania w skorupie ziemskiej tradycyjnych surowców energetycznych tylko nieliczne państwa mogły rozwijać się osiągając przy tym szybki wzrost gospodarczy. Nieustannie narasta wydobywanie surowców kopalnych, a co za tym idzie zmniejszają się zasoby tradycyjnych źródeł energii na Ziemi [1].

W odpowiedzi na to „zjawisko” wiele państw o rozwiniętej gospodarce zajęło się poszukiwaniami alternatywnych źródeł energii. Jednym z takich źródeł od wielu lat jest biomasa i otrzymany z niej biopaliwa. Daje to wielkie nadzieje państwom, które nie posiadają żadnego zaplecza energetycznego i do tej pory były całkowicie uzależnione od kupna konwencjonalnych źródeł energii od innych państw.

Z ekonomicznego punktu widzenia mało prawdopodobnym jest, że świat znajdzie się w obliczu problemu wyczerpania surowców, ponieważ zawsze impuls cenowy spowoduje znalezienie odpowiedniej alternatywy, np. biopaliw [2]. Jednym ze źródeł biopaliw mogą być glony (algi). Dzięki procesom technologicznym, surowiec ten staje się coraz tańszym i prostszym do pozyskania surowcem służącym do produkcji energii i paliw [3]. Tworzy tym samym nowy kierunek rozwoju energetyki odnawialnej, która wykorzystuje roślinność wodną. Wyprodukowana w ten sposób biomasa poddawana jest procesowi wytwarzania biopaliwa płynnego.

Literatura:

1. M. R. Javed, M. J. Bilal, M. A. Mehmood, M. U. F. Ashraf, Avid Science, **2019**. *Microalgae as a Feedstock for Biofuel Production: Current Status and Future Prospects, Top 5 Contributions in Energy Research and Development: 3rd Edition*, s. 1-39.
2. M. Krzemieniewski, M. Dębowski, M. Zieliński, *Czysta Energia, Glony jako alternatywa dla lądowych roślin energetycznych*, Wyd. UWM, Olsztyn, 2009, s. 3-11.
3. <https://whatnext.pl/naukowcy-chca-aby-glony-stanowily-paliwo-przyszlosci/> (dostęp z dn. 20.03.2022 r.).

## P17

### BADANIE WYBRANYCH PARAMETRÓW WÓD NATURALNYCH NA TERENIE MIASTA NOWY TARG Z RZEKI CZARNY DUNAJEC ORAZ OBSZARÓW TORFOWISKOWYCH REZERWATU BÓR NA CZERWONEM

Patrycja Jastrzębska, Dominik Plata, Jakub Polaczek, Anna Róg

I Liceum Ogólnokształcące im. Seweryna Goszczyńskiego w Nowym Targu  
e-mail nauczyciela: anna\_rog@op.pl

Parametry naturalnych wód są zależne od wielu czynników, min. zanieczyszczeń znajdujących się w atmosferze czy glebie, działalność człowieka oraz naturalne procesy zachodzące w środowisku [1]. Badania jakościowe i ilościowe wód są niezwykle istotne zarówno z punktu widzenia gospodarki jak i ekologii.

Celem badania było sprawdzenie wybranych cech wody pochodzącej z rzeki Czarny Dunajec, oraz z obszarów torfowiska znajdującego się w rezerwacie Bór na Czerwonem. Oznaczono następujące parametry: kwasowość mineralną, zasadowość; twardości: węglanową, wapniową, magnezową oraz ogólną (całkowitą). Oznaczony również został rozpuszczony w wodzie tlen metodą Winklera [2] oraz zawartość znajdujących się w niej chlorków metodą Mohra.

Doświadczenie zostało przeprowadzone by móc określić stan badanej wody [3], a na podstawie otrzymanych wyników stwierdzić czy badana woda nadaje się na potrzeby rolnictwa. Otrzymane wyniki również dadzą odpowiedź na stopień zanieczyszczenia wody oraz pozwolą zaplanować działania prewencyjne.

**Słowa kluczowe:** badania jakościowe i ilościowe wody, kwasowość mineralna, twardość ogólna, twardość węglanowa, twardość magnezowa, twardość wapniowa, metoda Winklera, metoda Mohra.

#### Literatura:

1. M. Wons, S. Szymczyk, K. Glińska-Lewczuk, *Inżynieria Ekologiczna*, 31, **2012**, 137-143.
2. M. Gromiec, A. Sadurski, M. Zalewski, *Nauka*, 1, **2014**, 99-122.
3. Ł. Augustyn, J. Kaniuczak, J. Stanek-Tarkowska, *Inżynieria Ekologiczna*, 28, **2012**, 7-19.

**P18**

**MASOWI GIGANCI WINNI KATASTROFIE KLIMATYCZNEJ**

**Julia Szynkowska, Nina Matyskiewicz, Sara Szachta,  
Brygida Parfianowicz**

Akademickie Liceum Ogólnokształcące „Lingwista” im. Hymnu Narodowego w Gdańsku  
e-mail nauczyciela: b.parfianowicz@gmail.com

Otoczająca nas natura przechodzi obecnie kryzys. Wiele danych wskazuje, iż w dużym stopniu przyczyniają się do niego ogólnoswiatowe firmy podczas produkcji “niezbędnych” nam do życia przedmiotów. Ci masowi giganci zmniejszając koszty swojej działalności tak, aby zwiększyć zyski, z dnia na dzień coraz bardziej wyniszczają planetę.

Niniejszy poster przedstawia przykładowe szkody w środowisku naturalnym wyrządzone przez wielkie koncerny. Uświadamia również z jak dużą ilością produktów poszczególnych firm spotykamy się na co dzień, nie zdając sobie sprawy, z rodzaju okropności towarzyszących procesom ich produkcji.

słowa kluczowe: Katastrofa klimatyczna, Fast Fashion, Tworzywa sztuczne, Ekologia

**P19**

## **ŹRÓDŁA ENERGII ODNAWIALNEJ I JEJ MAGAZYNOWANIE**

**Marcelina Woźniak, Nataliia Kovbas, Matylda Szuk, Ewa Kober**

II Liceum Ogólnokształcące im. Tadeusza Kościuszki w Kaliszu  
e-mail nauczyciela: ewauw@o2.pl

Celem posteru jest omówienie zagadnień związanych z tematem odnawialnych źródeł energii oraz magazynowaniem energii. Postanowiliśmy poddać naszej analizie sześć rodzajów energii; energii wodnej, wiatrowej, jądrowej, biomasy, geotermalnej i słonecznej.

Skupiliśmy się na teoretycznych rozważaniach dotyczących tego, czym tak właściwie są wyżej wymienione rodzaje energii, jak są one wytwarzane i jak działają elektronicznie z nim związane. Poster został wykonany w języku angielskim i polskim.

W zakresie omawianego przez nas tematu:

- Energia wiatrowa - czym jest energia wiatrowa, jak jest wytwarzana, budowa ostrz, turbin wiatrowych, wpływ na środowisko [4] [5] [8].
- Energia jądrowa - czym jest energia jądrowa, kiedy i jak jest wytwarzana, zalety i wady elektrowni jądrowej, uran- nośnik energii jądrowej [1] [2] [3].
- Energia wodna - czym jest energia wodna, jak jest produkowana, rodzaje elektrowni wodnych, wpływ na środowisko [6] [12].
- Energia słoneczna - sposoby wykorzystania, ogniwa fotowoltaiczne, promieniowanie słoneczne, wielkości opisujące zasoby energii słonecznej [6] [12].
- Energia biomasy - konwersja i jej rodzaje, wytwarzanie energii biomasy, czym jest biomasa [9] [10].
- Energia geotermalna - pochodzenie, do czego i jak jest wykorzystywana, cztery główne warstwy Ziemi, trzy sposoby wykorzystania wód geotermalnych do ogrzewania [11].
- Magazynowanie energii [7] [13]:
  - Hydroenergetyka; → Powietrze; → Akumulatory; → Koło zamachowe;
  - Paliwo; → Pole magnetyczne; → Ciepło

### Literatura:

1. <https://education.nationalgeographic.org/resource/nuclear-energy>
2. <https://www.britannica.com/science/nuclear-energy>
3. [https://www.naukowiec.org/wiedza/geografia/energia-jadrowa\\_847.html](https://www.naukowiec.org/wiedza/geografia/energia-jadrowa_847.html)

4. [https://chem.libretexts.org/Courses/Portland\\_Community\\_College/CH100%3A\\_Everyday\\_Chemistry/09%3A\\_Renewable\\_Energy/9.4%3A\\_Wind\\_Power](https://chem.libretexts.org/Courses/Portland_Community_College/CH100%3A_Everyday_Chemistry/09%3A_Renewable_Energy/9.4%3A_Wind_Power)
5. <https://windenergy0123.weebly.com/chemistry.html>
6. M. Hodana, G. Holtzer, K. Kalandyk, A. Szymańska, B. Szymański, S. Żymankowska-Kumon, „*Odnawialne źródła energii*” *Poradnik Kraków 2012*
7. [https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Magazynowanie\\_energii\\_elektrycznej](https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Magazynowanie_energii_elektrycznej)
8. [http://pga.org.pl/biblioteka/multimedia/prezentacje/energia%20wiatru.pdf?fbclid=IwAR2D9TksJ8VIPSFSmA5-cE44wpHAv0\\_Lsq1AN6SPUfjN4icYLgkQbu2REco](http://pga.org.pl/biblioteka/multimedia/prezentacje/energia%20wiatru.pdf?fbclid=IwAR2D9TksJ8VIPSFSmA5-cE44wpHAv0_Lsq1AN6SPUfjN4icYLgkQbu2REco)
9. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Biomasa>
10. [https://www.host.nl/en/biomass-heat-and-power-plants/?fbclid=IwAR1ZNaVCVw5oFM9R\\_zF7gg6UZJj\\_3nC-VAmB7inrrRaDb-nJq1xsYeYLvk8](https://www.host.nl/en/biomass-heat-and-power-plants/?fbclid=IwAR1ZNaVCVw5oFM9R_zF7gg6UZJj_3nC-VAmB7inrrRaDb-nJq1xsYeYLvk8)
11. <https://www.eia.gov/energyexplained/geothermal/#:~:text=Geothermal%20energy%20is%20heat%20within,buildings%2C%20and%20to%20generate%20electricity>
12. [https://drive.google.com/file/d/1bBzSqoOWbgIAcU4DflbSuf8IYnCIAX0U/view?fbclid=IwAR0DkU2Ps1mHYgg2koS1pAYFtpTZZv8l0mbm0GnBsbzJ0Kh9Sa\\_4TMCxNJ0](https://drive.google.com/file/d/1bBzSqoOWbgIAcU4DflbSuf8IYnCIAX0U/view?fbclid=IwAR0DkU2Ps1mHYgg2koS1pAYFtpTZZv8l0mbm0GnBsbzJ0Kh9Sa_4TMCxNJ0)
13. [https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Magazynowanie\\_energii\\_elektrycznej#/media/Plik%3AEnergy\\_Storage\\_Technologies.jpg](https://pl.m.wikipedia.org/wiki/Magazynowanie_energii_elektrycznej#/media/Plik%3AEnergy_Storage_Technologies.jpg)



## **P20**

### **CO KRYJĄ W SOBIE UBRANIA?**

**Weronika Bujkowska, Leon Łuckiewicz, Zuzanna Sawicka,**  
**Magdalena Gaińska**

III Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Alfreda Lityńskiego  
w Suwałkach

e-mail nauczyciela: maggai@tlen.pl

We współczesnym świecie, gdzie coraz większa jest dostępność ubrań i gdzie coraz bardziej gonimy za trendami w modzie, przestajemy zwracać uwagę na to, z jakich materiałów są one wykonane, jakiej są jakości oraz jak wygląda proces wytworzenia chociażby jednej koszulki. Kupujemy taniej, więcej, nie zastanawiając się nawet, jaki ma to wpływ na środowisko i nasze zdrowie. Co więc tak naprawdę kryją w sobie ubrania?

Bawełna jest włóknem naturalnym, ale nie można jej zaliczyć do materiałów ekologicznych. Jest wykorzystywana głównie w przemyśle odzieżowym. Do wyprodukowania jednej koszulki potrzebujemy bawełny, której uprawa pochłonie 87000 litrów wody. Cały proces odpowiada za 24% insektycydów, 11% pestycydów i wykorzystuje około 3% ziem uprawnych na świecie.

Wytworzenie włókien wymaga użycia 1750 l wody na jedną koszulkę. Dodatkowo, procesy konserwacyjne wymagają użycia związków chemicznych takich jak Prep 720 (środek rakotwórczy), chlorofenole (wysoko toksyczne środki konserwujące wchłaniane przez płuca, układ pokarmowy i skórę), 2kg CO<sub>2</sub>, czy diazometan (gaz 300 razy bardziej szkodliwy niż CO<sub>2</sub>).

Coraz mniej uwagi zwracamy na ekologiczne materiały takie jak len, bawełna, ekologiczna skóra czy wtórny poliester. Największą popularnością cieszą się włókna uzyskiwane w sztuczny sposób, czyli materiały syntetyczne (produkty przemysłu petrochemicznego, wytworzone z ropy naftowej) lub materiały sztuczne (powstałe z naturalnych komponentów poddanych obróbce chemicznej). Rozkładają się tysiące lat i odpowiadają za 30% wszystkich zanieczyszczeń.

Do farbowania ubrań wykorzystywanych jest wiele substancji, które są szkodliwe, takie jak metale ciężkie (ołów, kadm), formaldehyd, barwniki dyspersyjne i chlorofenole. Powodują one uczulenia, alergie, ale mają też właściwości rakotwórcze oraz mutagenne. Przy farbowaniu co roku zużywa się ponad 2 tryliony m<sup>3</sup> wody. Ścieki z tego procesu powodują zanieczyszczenia wód, a za aż 40% tych zanieczyszczeń odpowiadają Chiny.

Za większością zanieczyszczeń stoi tzw. fast fashion. Polega ono na wykorzystywaniu najtańszych, toksycznych materiałów i rozwoju

konsumpcjonizmu. Przeciwnieństwem tej idei jest slow fashion. Jest to racjonalne podejście do zakupów modowych oraz nowoczesne spojrzenie na potrzeby swoje i swojej garderoby, co pomaga dbać o środowisko.

Podczas całego procesu produkty muszą być przetransportowane, aby mogły się odbyć kolejne etapy produkcji. Transport stanowi ok. 22% całości wpływu przemysłu odzieżowego na klimat, ponieważ wytwarza dwutlenek węgla (przemysł ten odpowiada za ok. 10% światowej emisji CO<sub>2</sub>), metan, dwutlenek siarki czy ołów.

Podczas produkcji odzieży zużywa się ogromne ilości cennej wody słodkiej. Oprócz tego stosowane są liczne, szkodliwe zarówno dla środowiska, jak i dla człowieka środki chemiczne. Wszystko to prowadzi do pogorszenia stanu środowiska, co może mieć nieodwracalne skutki w przyszłości. Czy to wszystko jest tego warte?

Literatura:

1. <https://mskpu.pl/bawelna-nie-taka-przyjazna-srodowisku>
2. <https://ansin.pl/bawelna-supima-charakterystyka>
3. [http://zm.org.pl/?a=koalicja.broszuras\\_03](http://zm.org.pl/?a=koalicja.broszuras_03)
4. <https://zpe.gov.pl/a/wlokna-naturalne-sztuczne-i-syntetyczne/DGQKwcYV4>
5. <https://www.money.pl/gospodarka/realny-koszt-fast-fashion-tanie-marki-zalewaja-swiat-6737892357704512a.html>
6. <https://puretrends.tolpa.pl/slow-fashion-ekomoda-i-etyczne-ubrania-co-to-takiego>
7. [https://m.ekonsument.pl/a67172\\_co\\_znajdziemy\\_w\\_ubraniach\\_prawda\\_o\\_niebezpiecznych\\_substancjach\\_chemicznych.html](https://m.ekonsument.pl/a67172_co_znajdziemy_w_ubraniach_prawda_o_niebezpiecznych_substancjach_chemicznych.html)

## **P21**

### **RECYKLING ODPADÓW**

**Maja Tomera, Julia Matuszczak, Wiktoria Noras, Anna Chyra**

Liceum Ogólnokształcące im. Powstańców Śląskich w Bieruniu  
e-mail nauczyciela: anna.chyra@lobierun.edu.pl

Efektywne przetwarzanie odpadów ma ogromny wpływ na kondycję środowiska naturalnego. Niestety mimo znacznego postępu w tym zakresie, jaki dokonał się w Polsce w ostatnich latach (wskaźnik recyklingu odpadów komunalnych wzrósł z 16,3% w 2010 r. do 38,7% w 2020 r), wciąż pozostajemy daleko w tyle za takimi krajami, jak Niemcy czy Słowenia, gdzie poziom recyklingu w 2020 roku wynosił 67% w Niemczech i 59% w Słowenii [1]. Recykling odpadów jest jednym ze sposobów odzysku, którego celem jest jak najlepsze wykorzystanie zgromadzonych odpadów komunalnych przy jak najmniejszym nakładzie energii. Recykling to bardzo staranna selekcja odpadów i maksymalne ich wykorzystanie. Recykling nie obejmuje odzyskiwania energii i ponownego przetwarzania na materiały, które mają być wykorzystane w charakterze np. paliwa, co odróżnia go od odzysku [2].

Jakie materiały podlegają recyklingowi? Na przykład szkło i aluminium podlegają recyklingowi w 100% i co ważne, są przetwarzalne nieskończoną ilość razy. Recykling aluminium pozwala zaoszczędzić 97% wody i obniża o 95% emisję toksycznych gazów do atmosfery, przynosi też oszczędność przez ograniczenie zużycia ropy naftowej i energii. Dzięki recyklingowi szkła możemy ograniczyć zużycie surowców takich jak piasek czy soda. Kolejną grupą materiałów do recyklingu są tworzywa sztuczne które powstają z pochodnych ropy naftowej i mogą być przetwarzane na ubrania sportowe, namioty, długopisy, folie, buty itp. Przykładowo z 35 butelek PET może wyprodukować bluzę z polaru. Recykling papieru pozwala ograniczać nadmierną eksploatację środowiska naturalnego, zważywszy, że 42% wycinki drzew na świecie jest przeznaczane na produkcję papieru. Zebranie 59 kg makulatury pozwala ocalić jedno drzewo, jedna tona przetworzonego papieru to ok. 26 000 litrów mniej wody w procesie produkcji [3].

Niestety nie wszystkie materiały nadają się do recyklingu. Materiały które nie podlegają recyklingowi to brudne opakowania po jedzeniu, jeśli znajduje się na nich dużo tłuszczu, papierowe kubki na napoje nasycone polietylenem w celu zapewnienia wodoodporności. Oddzielenie papieru od polietylenu jest bardzo kosztowne, dlatego nie wykonuje się tego. Do recyklingu nie nadają się również: tapety, kalki, artykuły higieniczne, foliowany papier z folderów reklamowych, brudne pieluszki [3].

Oprócz recyklingu, coraz częściej można spotkać się z pojęciem upcyklingu. Upcykling to nadanie nowego życia niepotrzebnym przedmiotom, zmiana ich funkcji lub też formy. Ma on na celu zmniejszenie zużycia surowców naturalnych, liczby odpadów, a także zużycia energii elektrycznej i gazu (czym przyczynia się do dbania o nasze środowisko). Z pozostałych odpadów produkuje się wysokiej jakości produkty użytkowe o wartości większej niż materiały użyte do ich wytworzenia. Przykładem może być wyprodukowanie mebli z europalet, doniczek z puszek [4].

Literatura:

1. <https://www.ekologia.pl/wiedza/zanieczyszczenia/recykling-w-polsce-recykling-odpadow-rodzaje-i-przyklady,11033.html>
2. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Recykling>
3. <https://naszesmieci.mos.gov.pl/>
4. <https://www.national-geographic.pl/artukul/upcykling-pomysly-na-nowe-zycie-dla-starych-przedmiotow>

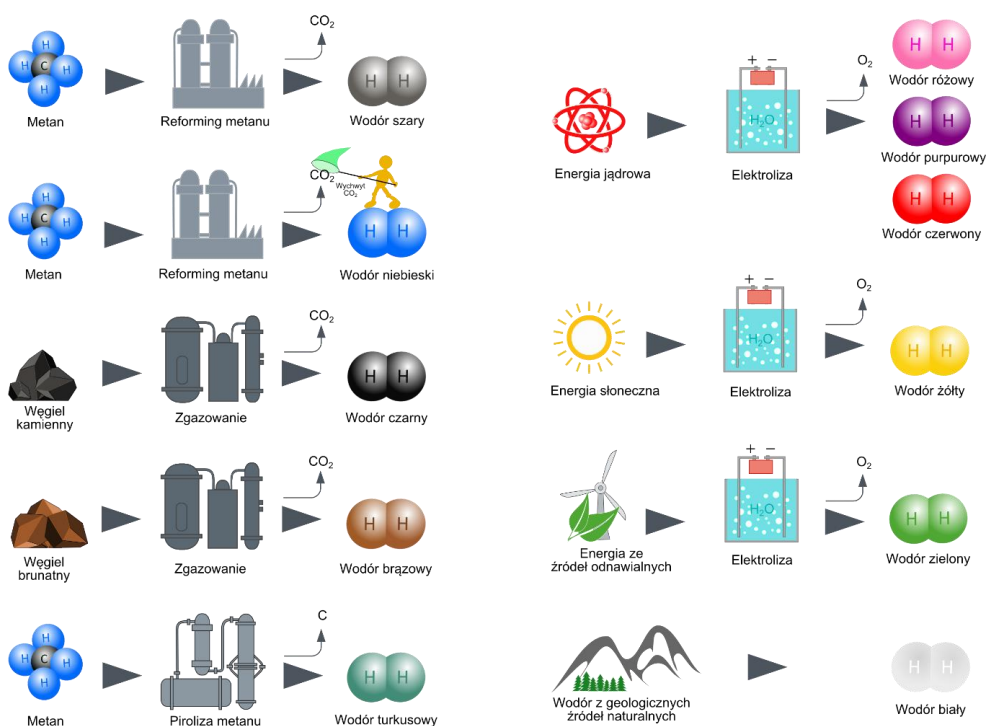
## P22

### ANALIZA PORÓWNAWCZA SPOSOBÓW POZYSKIWIANIA WODORU W PROCESACH ELEKTROLIZY WODY

**Zofia Kusz, Brunon Sukiennik, Aldona Dymek**

Prywatna Szkoła Podstawowa “Scherzo” w Krakowie  
e-mail nauczyciela: aldona.dymek@scherzo.krakow.pl

Wodór jest pierwiastkiem bardzo często występującym w przyrodzie, ale rzadko występuje on w stanie wolnym. W formie cząsteczkowej jest bezwonnym, bezbarwnym, słabo rozpuszczalnym w wodzie i łatwopalnym gazem. Jest wysoce reaktywny i natychmiast tworzy związki. Większość wodoru na Ziemi występuje w postaci wody lub związków organicznych. Wodór w energetyce klasyfikowany jest w różnych “kolorach” na podstawie źródła, z którego został pozyskany (rys.1).



Rys 1. Rodzaje “koloru” wodoru w energetyce. [3]

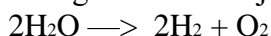
Światowa produkcja wodoru stale wzrasta. Obecnie w Polsce jego produkcja szacowana jest na około milion ton. Wykorzystywany jest głównie

w procesach chemicznych np. do produkcji amoniaku oraz w procesach rafineryjnych.

Produkcja wodoru na skalę przemysłową obejmuje dwie główne gałęzie: ze źródeł nieodnawialnych i odnawialnych. Obecnie 95% wodoru wytwarza się z paliw kopalnych. Z wodorem tzw. zielonym mamy do czynienia, kiedy został wytworzony poprzez elektrolizę wody z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii. Zielony wodór można wytwarzać za pomocą dwóch typów komercyjnych elektrolizerów: alkalicznych i polimerowych (PEM) oraz nowoczesnych elektrolizerów stałotlenkowych (SOE) i membrany do wymiany anionów (AEM).

Celem naszego opracowania jest porównanie procesów technologicznych pozyskiwania zielonego wodoru (z wody) przy użyciu elektrolizy alkalicznej i PEM. Najistotniejszym aspektem analizy będzie ocena tych technologii pod względem oddziaływania na środowisko i proekologiczność.

Elektrolizą nazywamy każdy proces, podczas którego w wyniku przepływu prądu elektrycznego przez substancję (zwykle w roztworze wodnym) zmienia się jej struktura chemiczna. Elektroliza wody jest prostym procesem elektrochemicznym, który nie wymaga skomplikowanej aparatury. Jednym z głównych produktów jest bardzo czysty wodór (>99,99%). W procesie elektrolizy dzięki energii elektrycznej zachodzi proces rozkładu wody na cząsteczki wodoru oraz tlenu zgodnie z reakcją:



Układ, w którym prowadzi się elektrolizę, nosi nazwę elektrolizera. Elektrode połączoną z dodatnim biegunem źródła prądu nazywa się anodą, a elektrodę ujemną - katodą. Na anodzie zachodzi proces utleniania a na katodzie - redukcji.

Elektrolizery, w zależności od stanu skupienia elektrolitu, można podzielić na alkaliczne i wykorzystujące polimerową membranę wymiany protonów (PEM). Elektrolizer alkaliczny pracuje w układzie z ciekłym elektrolitem, a elektrolizer PEM wykorzystuje elektrolit polimerowy.

Elektroliza alkaliczna jest najstarszą technologią elektrolizy wody i jest szeroko stosowana w zastosowaniach przemysłowych na dużą skalę od 1920 roku. Systemy AEC są łatwo dostępne, trwałe i charakteryzują się stosunkowo niskimi kosztami kapitałowymi ze względu na unikanie metali szlachetnych. Jednak niska gęstość prądu i ciśnienie robocze mają negatywny wpływ na wydajność systemu i koszty produkcji wodoru. Również dynamiczna praca (częste rozruchy i zmienny pobór mocy) jest ograniczona i może negatywnie wpływać na wydajność systemu i czystość gazu.

Elektrolizery PEM są oparte na koncepcji stałego elektrolitu polimerowego do elektrolizy wody, która została po raz pierwszy

wprowadzona w latach 60. Technologia ta jest zatem mniej dojrzała niż AEC i wykorzystywana głównie do zastosowań na małą skalę. Kluczowe zalety to wysoka gęstość mocy i sprawność ogniwa, dostarczanie wysoko sprężonego i czystego wodoru oraz elastyczna praca. Wady obejmują drogi katalizator platynowy i fluorowane materiały membranowe, dużą złożoność systemu ze względu na działanie wysokiego ciśnienia i czystość wody wymagania i krótszą żywotność niż obecnie AEC.

Kryterium	Elektroliza			
	alkaliczna (AEC)		polimerowa (PEM)	
	[1]	[2]	[1]	[2]
Temperatura pracy, C	25-100	60-80	20-80	50-80
Ciśnienie, bar	1-30	<30	1-80	<200
Sprawność, %	50-82	62-82	60-82	67-82
Wydajność produkcji, Nm <sup>3</sup> wodoru/h	1-500	<760	0,01-250	<40
Czystość wodoru, %	więcej niż 99,9	>99,5	więcej niż 99,9	99,9
Energochłonność, kWh/ Nm <sup>3</sup> wodoru	4-5	4,5-6,6	4-5	4,2-6,6
Gęstość prądu, A/cm <sup>2</sup>	0,2-0,6	0,2- 0,4	0,6-3	0,6-2,0
Rodzaj katalizatora	nikiel, kobalt, żelazo	stopy niklu, molibdenu, kobaltu	platyna	platyna, pallad RuO <sub>2</sub> , IrO <sub>2</sub>
Elektrolit	KOH, NaOH	20-40% KOH	KOH, stały polimer kwasu PSA	Membrana polimerowa (typu Nafion)
Żywotność, h	poniżej 100 tys.	-	10-50 tys.	-

Porównanie AEC i PEM, opracowanie własne na podstawie [1][2]

Technologia elektrolizerów typu PEM jest często przedstawiana w literaturze jako bardzo obiecująca alternatywa do bardziej konwencjonalnej technologii elektrolizerów alkalicznych. Technologia ta posiada szereg zalet względem starszych technologii takich jak: większa sprawność elektrolizerów oraz możliwość uzyskania ultraczystego wodoru, a także bardziej kompaktowa budowa.

Zastosowanie "zielonego" wodoru, produkowanego w procesie elektrolizy z użyciem energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii, jako

surowca w procesach przemysłowych i transporcie może pozwolić na znaczne ograniczenie wysokiej emisji dwutlenku węgla. Według przewidywań do 2050 roku, 25% wodoru na świecie będzie pozyskiwane z procesu elektrolizy. Wodór będzie stanowił jedno z kluczowych paliw w transformacji energetycznej. W 2020 roku Polska podjęła działania w celu stworzenia Polskiej Strategii Wodorowej, której głównym założeniem jest stworzenie polskiej gałęzi gospodarki i osiągnięcie neutralności klimatycznej, co daje nadzieję na realną poprawę jakości środowiska.

W naszej ocenie elektroliza AEC jest obecnie najbardziej wydajnym i proekologicznym systemem pozyskiwania "zielonego wodoru".

Literatura:

1. J. Kotowicz, K. Szykowska, *Wodór i współczesne metody jego produkcji oraz wykorzystania*, *Rynek Energii* Nr 2(153), **2021**
2. O. Schmidt, A. Gambhir, I. Staffell, A. Hawkes, J. Nelsona, S. Fewa, *Future cost and performance of water electrolysis: An expert elicitation study*, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319917339435>, dostęp 10.2022
3. W. Ostrowski, *Różne kolory wodoru* <http://www.ichpw.pl/blog/2021/08/24/rozne-kolory-wodoru/>, dostęp 10.2022
4. <https://wme-z1.pwr.edu.pl/wp-content/uploads/2019/11/Elektroliza-wody-PEM.pdf> dostęp 10.2022
5. *Elektroliza wody – metoda produkcji zielonego wodoru*, <https://e-magazyny.pl/magazyny-energii/elektroliza-wody-metoda-produkcji-zielonego-wodoru/>, dostęp 10.2022
6. [http://zs9elektronik.pl/inne/karolina/podr\\_4\\_elektrolizery.pdf](http://zs9elektronik.pl/inne/karolina/podr_4_elektrolizery.pdf), dostęp 10.2022



## P23

### STAWIAMY NA ATOM

**Emilia Mielec, Oliwia Kania, Katarzyna Gałuszka**

Liceum Ogólnokształcące nr 1 im Marii Skłodowskiej- Curie w Suchej Beskidzkiej  
e-mail nauczyciela: kgaluszka@vp.pl

W dzisiejszych czasach zapotrzebowanie na energię diametralnie wzrasta. Ze względu na niedobór surowców energetycznych (głównie węgla i ropy naftowej), ceny tych paliw podnoszą się, a ludzie szukają przez to odpowiednich alternatyw, by zatrzymać kryzys energetyczny. Ponadto poszukiwane są rozwiązania, by do atmosfery nie trafiały gazy cieplarniane, czyli głównie tlenek węgla(IV), powodujący globalne ocieplenie, które jest śmiertelne dla życia na Ziemi. Jest to ogromny problem, dlatego musimy szukać rozwiązań i jak najszybciej interweniować.

Elektrownie jądrowe to temat dosyć kontrowersyjny. Przez awarię reaktora w Czarnobylu na Ukrainie w minionym wieku, ludzie boją się promieniowania powstającego podczas rozpadu pierwiastków promieniotwórczych. Jednakże obawy te są niesłuszne, gdyż do katastrof nie dochodzi codziennie. Technologia stała się bardziej nowoczesna, a najwyższą wagę ma bezpieczeństwo.

Ekspozowane poniżej zalety jednoznacznie pokazują pozytywne aspekty energetyki jądrowej:

- Niemal całkowity brak emisji CO<sub>2</sub>,
- Zmniejszenie wykorzystania surowców energetycznych,
- Z małej ilości uranu powstaje dużo energii (średnio z 1g uranu powstaje tyle samo energii co z 3t węgla) [3]
- Działanie elektrowni nie jest uzależnione od warunków atmosferycznych

Niestety istnieją również wady:

- W przypadku awarii dochodzi do skażenia dużego obszaru
- Powstają radioaktywne odpady
- Ogromne koszty budowy
- Brak możliwości zatrzymania pracy reaktora
- Dewastacja terenów

Niestety z działaniem elektrowni jądrowych wiąże się wytwarzanie promieniotwórczych pozostałości, które są niebezpieczne. Po zużyciu składowane są one pod ziemią i pokrywane ołowiowo-betonową powłoką tak,

aby promieniowanie gamma nie przenikało do środowiska. Utylizacja odpadów jest zależna od ich właściwości, m.in. od stanu skupienia, długości okresu połowicznego rozpadu i aktywności. Pracownicy z najwyższą ostrożnością obchodzą się z zużytymi substancjami i izolują je z dala od środowiska. Każde przedsięwzięcie związane z energetyką posiada negatywy, jednakże jest to nieuniknione. Staramy się jednak wybrać najlepsze możliwości, by jak najmniej szkodzić środowisku.

Każda elektrownia w pewnym stopniu ma szkodliwy wpływ na planetę, jednakże emisja CO<sub>2</sub> musi zostać jak najbardziej ograniczona. Ludzkość dąży do tego, by szybko i efektywnie uratować Świat przed zagładą, jaką jest globalne ocieplenie. Szukamy rozwiązań, gdyż naszym priorytetem jest ochrona życia, dlatego stawiamy na atom i na przyszłość Ziemi.

Literatura:

1. <https://www.gov.pl/web/polski-atom/postepowanie-z-odpadami-promieniotworczymi>
2. <https://www.esoleo.pl/baza-wiedzy/poradnik-fotowoltaika-esoleo/oze-i-ekologia/energia-jadrowa-jakie-ma-wady-i-zalety/>
3. <https://biznes.trojmiasto.pl/Zaledwie-1-gram-uranu-generuje-tyle-energii-co-3-tony-wegla-Czas-na-atom-na-Pomorzu-n168809.html>

## P24

### PLA – POLIMER Z SUROWCÓW ODNAWIALNYCH

**Kaja Kordula, Gabriela Maniecka, Zofia Wrona, Ewa Wawrzusiak**

Szkoła Podstawowa im. Marii Konopnickiej w Brzeczowicach  
e-mail nauczyciela: ewaz89@o2.pl

PLA (z ang. polylactic acid) to polilaktyd, czyli poliester otrzymywany z kwasu mlekowego podczas syntezy biologicznej lub chemicznej. Można go uzyskać podczas fermentacji skrobi lub innych węglowodanów z wykorzystaniem mikroorganizmów[1].

Polilaktyd został uzyskany po raz pierwszy w 1932 r. dzięki pracownikom amerykańskiej firmy DuPont [2].

Jest polimerem, który budzi zainteresowanie we współczesnym świecie, ponieważ PLA w krótkim czasie jest całkowicie biodegradowalny [4].

Polilaktyd jest nietoksyczny i termoplastyczny. Ma dobre własności mechaniczne. Ma niską palność, nie powoduje dymienia. Ma małą gęstość, przez co jest lekki. Jest odporny na promieniowanie UV. Jest przyjemny w dotyku jak bawełna, czy wełna. Mało absorbuje wodę. Te cechy przyczyniły się do wykorzystania PLA w medycynie, farmacji, przemyśle opakowań, włókiennictwie, filamentach do drukarek 3D [3][5].

Polilaktyd ulega degradacji w środowisku wodnym lub wilgotnym otoczeniu. Proces ten zależy od wielu czynników m.in.: budowy i własności samego polimeru. Pierwszy etap degradacji PLA polega na hydrolizie wiązań estrowych pod wpływem wody, która przenika w głąb struktury polimeru. W drugim etapie wykorzystuje się mikroorganizmy, których zadaniem jest metabolizowanie merów i oligomerów rozpuszczalnych w wodzie do tlenku węgla(IV) i wody [7]. W temperaturze 50 – 60 stopni Celsjusza, dużej wilgotności i udziale odpowiednich mikroorganizmów PLA rozkłada się w ciągu 45 – 60 dni [8].

#### Literatura:

1. A. Duda, S. Penczek, *Polimery*, **2003**, 48, 16-27.
2. Polilaktyd – uniwersalny biodegradowalny polimer do produkcji opakowań, *Chemical Review*, 08.09.2006 [dostęp 19.10.2022].
3. A. P. Gupta, V.Kumar, *Eur. Polym. J.*, **2007**, 43, 4053-4074.
4. S. Łabużek, B. Nowak, J. Pająk, G. Rymarz: *Polimery*, **2008**, 53, 465-470.
5. B. Gupta, N. Revagade, J. Hilborn, *Prog. Polym. Sci.*, **2007**, 32, 455-482.
6. H. Nishida, J. Tokiwa, *J. Appl. Polym. Sci.*, **1992**, 46, 1467-1476.
7. J. C. Middleton, A. J. Tipton, *Biomaterials*, **2000**, 21, 2335-2346.
8. A. Jarrerat, Y. Tokiwa, *Biotechnol. Lett.*, **2003**, 25, 401-404.

**P25**

## **BATERIA W KOSZU PRZYCZYNĄ PROBLEMU**

**Katarzyna Dadał, Aleksandra Dara, Emilia Fryzowicz, Anna Stawiarska**

Szkoła Podstawowa im. Św. Jadwigi Królowej Polski w Długołęce - Świerkli  
e-mail nauczyciela: Hania\_87@poczta.onet.pl

Baterie są wykorzystywane codziennie przez każdego z Nas. Ogromne znaczenie i rozpowszechnienie urządzeń elektrycznych zasilanych bateriami oznacza, że w najbliższej przyszłości będą nadal produkowane [1]. Co z nimi robić kiedy są już zużyte? Najlepiej oddać do specjalnego punktu lub sklepu, w którym kupiło się nowe. Zgodnie z przepisami prawa nie wolno wyrzucać baterii na śmietnik. Ale... Wciąż tak się dzieje. Należy podkreślić, że w jednej tonie zużytych baterii można wyodrębnić: 270 kg dwutlenku manganu, 210 kg żelaza, 160 kg cynku, 60 kg grafitu, 35 kg chlorku amonowego, 20 miedzi, 10 kg wodorotlenku potasu, 3 kg rtęci, kilka kilogramów niklu i litu, 0,5 kg kadmu, 0,3 kg srebra oraz niewielkie ilości kobaltu [2]. Baterie zawierają związki chemiczne, z których najbardziej szkodliwe są metale ciężkie – rtęć, ołów, kadm [3]. W organizmach żywych wywołują one zatrucia, upośledzenia funkcjonowania i choroby: nerek, układu nerwowego, pokarmowego i oddechowego [4].

Baterie są tym rodzajem odpadów, które nie powinny się znaleźć w zwykłym koszu, ponieważ są po prostu szkodliwe dla środowiska, a co za tym idzie również dla człowieka. W potocznym rozumieniu niebezpieczne odpady „produkuje” wyłącznie branża przemysłowa. Tymczasem zawierające toksyczne substancje urządzenia każdy z nas ma w swoim domu i używa ich na co dzień – warto zwrócić uwagę na ten problem.

### Literatura:

1. J. Pauli -Wilga. *Selektywna zbiórka odpadów na przykładzie Krakowa. Efekty i koszty zbiórki, plany na przyszłość*. II Międzynarodowa Konferencja – Kompleksowa Gospodarka Odpadami. Wisła 1999.
2. K. Malucha, J. Sikora, A. Woźniak, J. Zemanek. *Problem gospodarki odpadami niebezpiecznymi w kontekście zużytych baterii* [w:] *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich infrastructure and ecology of rural areas* Nr 8/2008, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 135–141
3. <http://www.baterie.batteries.pl/> - 27.10.2022 r.
4. <http://www.zbierajbaterie.pl/dlaczego-baterie-sa-niebezpieczne/> - 26.10.2022 r.

## P26

### ZERO WASTE

**Amelia Krysiak, Zuzanna Salamaj, Maria Gawłowska, Elżbieta Mamala**

Diecezjalne Liceum Humanistyczne w Nysie  
e-mail nauczyciela: ela2410@vp.pl

Głównym celem rozważań jest przedstawienie problemu marnowania żywności ze szczególnym uwzględnieniem zmian środowiskowych. Każdego dnia marnuje się znaczną ilość żywności, która jest traktowana jako odpady, a idealnie nadaje się do spożycia. Rosnące problemy ekologiczne związane są z nawykami żywieniowymi i postępującym zjawiskiem marnowania artykułów spożywczych, który drastycznie wzrósł w ostatnich latach.

Produkcja żywności jest jednym z głównych czynników globalnych zmian środowiskowych. Wlicza się w to zarówno udział w zmianie klimatu (21-37% globalnych emisji gazów cieplarnianych), jak i użycie wody słodkiej.

Specjaliści przewidują, że przy obecnych preferencjach i wzorcach konsumpcji, do 2050 roku nastąpi podwojenie emisji GHG (ang. greenhouse gases - gazy cieplarniane), powstałych w związku z produkcją żywności, co będzie skutkowało katastrofami środowiskowymi. Zatem, produkty jakie spożywamy – ilość/jakość, jak dużo z nich jest marnowanych oraz sposób i ilość produkcji, ma kluczowe znaczenie w przeciwstawianiu się zmianom klimatu.

Stosując się do zaleceń ekspertów związanych z zrównoważonym rozwojem, możemy znacząco zahamować stale postępujący wzrost ilości gazów cieplarnianych w atmosferze. A więc skoro istnieje silny związek między żywnością, środowiskiem i zmianami klimatycznymi to samo nasuwa się popularne stwierdzenie: „Globalne ocieplenie rozpoczyna się na talerzu”.

#### Literatura:

1. N. Genstwa, *Rozwój gospodarczy regionów Polski a zmiany emisji gazów cieplarnianych (badania w kontekście środowiskowej krzywej Kuzneta)*, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu Wydział Ekonomiczny, **2022**.
2. J. Domagała, *Ekonomika i Organizacja Logistyki*, Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, **2021**.
3. A. Dąbrowska, M. Janoś-Kresło, *Marnowanie żywności jako problem społeczny*, SGH w Warszawie, **2013**.
4. E. Drozłowska, M. Sobieraj, *Problemy transportu i logistyki*, 4, **2019**, 17-24.
5. Federacja Polskich Banków Żywności, *Nie marnujmy. Perspektywy zapobiegania marnotrawstwu żywności w Polsce do 2030 roku*, Warszawa **2021**.

6. Redakcja naukowa: dr hab. Joanna Kulczycka, prof. Iłgsmie Pan, *Ewaluacja gospodarki o obiegu zamkniętym – wyzwania, bariery, korzyści*, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków **2021**.
7. K. Jasikowska, M. Pałasz, (red.) (2022), *Za pięć dwunasta koniec świata. Kryzys klimatyczno-ekologiczny głosem wielu nauk*. Kraków: Uniwersytet Jagielloński w Krakowie, Biblioteka Jagiellońska, **2022**.
8. J. Zarzyńska, R. Zabielski, *Adaptacja produkcji zwierzęcej do zmian klimatycznych*, Polska Akademia Nauk, **2020**.

## P27

### WYKORZYSTANIE OCZYSZCZALNI HYDROFITOWYCH EKO-SZANSĄ TERENÓW WIEJSKICH

**Mikołaj Baran, Aleksandra Szczepaniak, Oktawia Więckowska,  
Jagoda Abramek**

Zespół Szkół im. Generała Franciszka Kamińskiego w Adamowie  
e-mail nauczyciela: jagoda.abramek.lo@gmail.com

Na terenie Polski wszelkie działania dotyczące gospodarki ściekowej, związane z racjonalnym kształtowaniem środowiska i – co ważne – ochroną zasobów wodnych, reguluje obowiązująca ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne [1,2], a mimo to, w dalszym ciągu widać ogromną dysproporcję w funkcjonowaniu gospodarki ściekowej w naszym kraju. Z najnowszych danych Głównego Urzędu Statystycznego, pochodzących z 2021 roku, trochę ponad 70 % Polaków ma dostęp do sieci kanalizacyjnej. Szczególnie trudna i skomplikowana sytuacja dotyczy terenów wiejskich [3].

Celem pracy jest przedstawienie możliwości zastosowania hydrofitowych oczyszczalni ścieków na terenach wiejskich jako alternatywnego sposobu na oczyszczanie ścieków przy braku dostępu do kanalizacji zbiorowej [4].

Oczyszczalnie hydrofitowe są to naturalne i środowiskowo przyjazne układy, które wykorzystują m.in. zakorzenione lub pływające rośliny do procesowego oczyszczania ścieków. Technologie stosowane w działaniu hydrofitowych oczyszczalni mogą produkować o wiele wyższej jakości ścieki [5]. Bogactwo zachodzących procesów biochemicznych w hydrofitowych systemach oczyszczania ścieków zapewnia pozbycie się z nich nie tylko substancji organicznych, ale co więcej redukcję – względnie niebezpiecznych dla środowiska – związków azotu i fosforu [6,7]. Oczyszczalnie hydrofitowe są tym samym doskonałym rozwiązaniem technologicznym, zgodnym z założeniami zrównoważonego rozwoju. Mogą one z ogromnym powodzeniem zaspokoić potrzeby mieszkańców wsi w zakresie oczyszczania ścieków, powstających w ich domach [8].

#### Literatura:

1. Ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. - Prawo wodne (Dz.U. 2017 poz. 1566).
2. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, *Poradnik dotyczący gospodarki ściekowej w kontekście wykonania krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych*, Warszawa, 2010, s. 7.
3. Główny Urząd Statystyczny, *Ochrona Środowiska 2021*, Warszawa, 2021, s. 65-67.

4. T. Bergier, A. Włodyka-Bergier, *Efektywność oczyszczania ścieków w przydomowej hybrydowej oczyszczalni hydrofitowo-biologicznej*, *Woda – Środowisko - Obszary Wiejskie*, 12 (1), **2012**, 25-36.
5. E. Kochańska (red.), *Innowacyjne rozwiązania w zakresie zagospodarowania odpadów na cele energetyczne dla przemysłu mleczarskiego*, Łódź, CBI Pro-Akademia, **2014**, 58-62.
6. M. Gajewska, *Złoża hydrofitowe z pionowym przepływem ścieków. Charakterystyka procesów i zastosowań*, Warszawa, Wydawnictwo PAN, 37, **2019**, 47-79.
7. B. Jawecki, J. Marszałek, K. Pawęska, M. Sobota, B. Malczewska, *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich*, II/2, **2016**, s. 504-505.
8. K. Józwiakowski, *Badania skuteczności oczyszczania ścieków w wybranych systemach gruntowo-roślinnych*, Kraków, Stowarzyszenie Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, **2012**, s. 11-30, 202-203.



**P28**

## **ELASTOMERY JAKO INNOWACYJNE PALIWO ALTERNATYWNE**

**Kacper Choroba, Monika Chrószcz, Joanna Tatarczyk, Halina Marcol**

Centrum Kształcenia Zawodowego i Ustawicznego nr.1 w Raciborzu.  
e-mail nauczyciela: halina-marcol@wp.pl

Elastomery to polimerowe tworzywa sztuczne lub naturalne, w tym gumy oraz kauczuk. Coraz częściej znajduje się ich zastosowanie w wypełnianiu opon samochodowych. Te zaś posiadają wysoką wartość opałową i są doskonałym źródłem paliw alternatywnych. Do badań przygotowano trzy próbki różnych gum, które są wykorzystywane do produkcji paliw alternatywnych. Wykonano badania pod kątem ciepła spalania i wartości opałowej owych gum oraz zawartości chloru w stanie roboczym. Przygotowane gumy mielono na młynku, aby zmniejszyć frakcję, następnie wykorzystano młynek kriogeniczny, aby zapobiec roztopieniu i doprowadzić próbkę do jak najmniejszego rozdrobnienia. Tak przygotowaną próbkę zbadano pod kątem ciepła spalania oraz wartości opałowej w kalorymtrze. Kolejno za pomocą titratora oraz spektroskopii w podczerwieni zbadano zawartość chloru.

Nie ma jednak rzeczy idealnych, paliwo alternatywne również posiada wady. Wraz ze wzrostem kaloryczności wzrasta również ilość chloru zawartego w materiale opałowym. Spalanie takiego paliwa wiąże się z wydzieleniem znacznej ilości gazowego chloru, który powoduje rdzewienie elementów pieców.

Zaproponowano schemat ideowy odprowadzenia chloru z instalacji spalających niekonwencjonalne paliwa.

### Literatura:

1. J. Olawińska-Wypych *Gospodarka Materialowa i Logistyka - Material Economy and Logistics Journal*, LXXIII, 2021, 33-41.
2. <https://www.umww.pl/artykuly/56482/pliki/prezentacjapaliwastale.pdf>
3. <https://pl.wikipedia.org/wiki/Elastomery>
4. [https://worldchlorine.org/wp-content/themes/brickthemewp/pdfs/chlorine\\_safety.pdf](https://worldchlorine.org/wp-content/themes/brickthemewp/pdfs/chlorine_safety.pdf)
5. [https://docplayer.pl/20405321-Odzysk-energii-w-przemyslowych-procesach-spalania-i-wspolspalania-zuzytych-opon-samochodowych.html?fbclid=IwAR3CJ2weOCXs3NeVAgfxxis9smoK\\_Y71M07Wn6dsYrm1E2PyfOHF6FG1x8c](https://docplayer.pl/20405321-Odzysk-energii-w-przemyslowych-procesach-spalania-i-wspolspalania-zuzytych-opon-samochodowych.html?fbclid=IwAR3CJ2weOCXs3NeVAgfxxis9smoK_Y71M07Wn6dsYrm1E2PyfOHF6FG1x8c)
6. <https://oponyalbert.pl/utyliczacja-opon-a-ekologia,210.html>

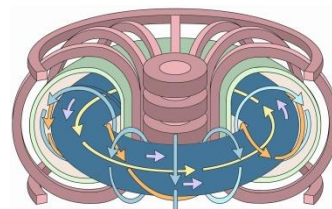
P29

## REAKTOR TERMOJĄDROWY

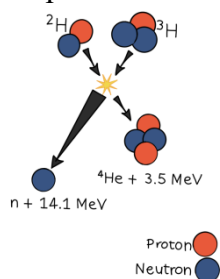
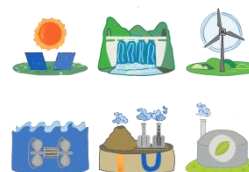
**Hanna Jędrys, Małgorzata Osuch, Jan Niemczyk, Magdalena Lasek**

Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące im. W. Kopalińskiego w Bielsku - Białej  
e-mail nauczyciela: magdalena.lasek@e-kopalinski.edu.pl

Reaktory termojądrowe mają rozwiązać problem pozyskiwania energii, oferując nam jedno z bardziej ekologicznych rozwiązań. Umożliwiają one przeprowadzenie reakcji fuzji jądrowej, na przykład deuteru i trytu [1]. Będzie to możliwe wyłącznie przy wysokiej



temperaturze. Dzięki specjalnej budowie, reaktory będą w stanie utrzymać plazmę i odpowiednie warunki na wystarczającą ilość czasu, by wyprodukować oczekiwaną ilość energii. Głównymi dwoma koncepcjami do utrzymania plazmy są magnetyczne (wykorzystujące pole magnetyczne) i inercyjne uwięzienie plazmy [2]. Pomimo długiej pracy naukowców nad tematem, nie posiadamy jeszcze efektywnych rozwiązań, jednak jesteśmy coraz bliżej. Międzynarodowy Eksperymentalny Reaktor Termonuklearny (z angielskiego *International Thermonuclear Experimental Reactor*, w skrócie ITER) jest jednym z przykładów inwestycji i współpracy międzynarodowej, który posłużyć ma do zdobycia doświadczenia oraz przetestowania nowej technologii, którą wykorzystamy następnie do budowy w pełni zadowolającej elektrowni. Wykorzystuje on magnetyczne uwięzienie plazmy



oraz ma kształt torusa. Jego pierwsza próba zaplanowana jest na 2025 r. [2] W porównaniu do sposobu uzyskania energii z paliw kopalnych, nie będzie powodował produkcji gazów cieplarnianych. W przeciwieństwie do odnawialnych źródeł energii nie będzie zależny od klimatu. Ważną jego cechą jest nie produkowanie odpadów radioaktywnych [3].

### Literatura:

1. Oficjalna strona internetowa Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy, Jak działa fuzja?, 1-4.
2. Zintegrowana Platforma Edukacyjna, Wykorzystanie reakcji termojądrowych do celów energetycznych.
3. Oficjalna strona internetowa ITER, What is ITER?.
4. A. Gałkowski, M. Kubkowska, *Postępy techniki jądrowej*, 63, 2020, 2-11.

## **P30**

### **JAKI JEST POZIOM TLENU W KRAKOWSKICH RZEKACH?**

**Anna Ryło, Maria Toporowicz, Lucja Woźniakowska,  
Karol Dudek-Różycki**

VIII Prywatne Akademickie Liceum Ogólnokształcące w Krakowie  
e-mail nauczyciela: karol.dudek-rozycki@viiiipalo.edu.pl

W ramach naszego projektu zajęliśmy się badaniem poziomu tlenu w trzech krakowskich rzekach - Bałusze, Wiśle oraz Rudawie. Swoje rozważania poparliśmy danymi magazynu "Nature" [2], w którym opublikowano artykuł dotyczący spadającego poziomu pierwiastka w wodach lądowych. Istotnym czynnikiem tego zjawiska jest ocieplenie klimatu, gdyż rozpuszczalność gazów w wodzie maleje wraz ze wzrostem temperatury. Jest to niepokojący efekt, z uwagi na to, że spadek poziomu tlenu zagraża życiu organizmów żyjących w wodzie; jego zawartość poniżej 4 mg/L prowadzi do przyduszy [3]. Metodą, jaką użyliśmy do określenia ilości tlenu w wodzie była miareczkowa metoda Winklera, a wykorzystywanymi odczynnikami: 40-procentowy roztwór  $MnSO_4$ , alkaliczny roztwór KI, stężony roztwór  $H_2SO_4$  oraz mianowany roztwór  $Na_2S_2O_3$ .

By móc stwierdzić ilość tlenu, najpierw pobrałyśmy wodę z badanych rzek. W przypadku każdej z nich, sposób pobrania próbki był inny, gdyż różniły się one od siebie m. in. głębokością i porywistością nurtu. Dane wraz z godzinami poboru zawarłyśmy w tabeli, a miejsca jego dokonania, zaznaczyłyśmy na mapie poglądowej.

Następnie przeszłyśmy do wykonania badania, które opisałyśmy krok po kroku na plakacie. Na podstawie końcowych obliczeń, mogłyśmy stwierdzić ilość tlenu w próbce pochodzącej z każdej z rzek i porównać je do siebie pod względem tego parametru. Wyniki naszych działań (zawartych w tabeli, jak i na wykresie słupkowym) wykazały, że obecny poziom tlenu w zbiornikach utrzymuje się w granicach normy i że spośród badanych przez nas rzek, największą zawartością tlenu cechuje się Rudawa, jak też było w przeszłości [1]. Dodatkowo zauważyłyśmy, że rzeki w Krakowie często zakręcają (nie mają prostego koryta, jak zbiorniki poddane regulacji przez człowieka), występują w nich progi wodne oraz mają brzegi pokryte roślinnością, co sprzyja utrzymywaniu odpowiedniego poziomu natlenienia [4], ten zaś ma bezpośrednio wpływ na jakość i poziom zarybienia [5].

#### Literatura:

1. P. Górski, Wpływ zanieczyszczeń dopływów na jakość wód Wisły w Krakowie. *Rocznik Naukowo-Dydaktyczny WSP w Krakowie*, 184, **1996**, 101-104.

2. Jane, S.F., Hansen, G.J.A., Kraemer, B.M. *et al.* Widespread deoxygenation of temperate lakes, *Nature*, 594, **2021**, 66-70.
3. S. Bajkowski, Wpływ budowli wodnych na warunki tlenowe w rzece, *Przegląd Naukowy Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska*, 15, **1998**, 145-152.
4. J. Antychowicz, R. Kujawa, Niekorzystne zmiany zachodzące w śródlądowych zbiornikach wodnych spowodowane działalnością człowieka. *Życie Weterynaryjne*, 92 (10), **2017**, 735-744.
5. A. Brysiewicz, P. Wesołowski., Ł. Potkański, Połowy ryb w śródpolnych oczkach wodnych w gminie Stare Czarnowo na tle warunków tlenowych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 12(1), **2012**, 37- 48.

## P31

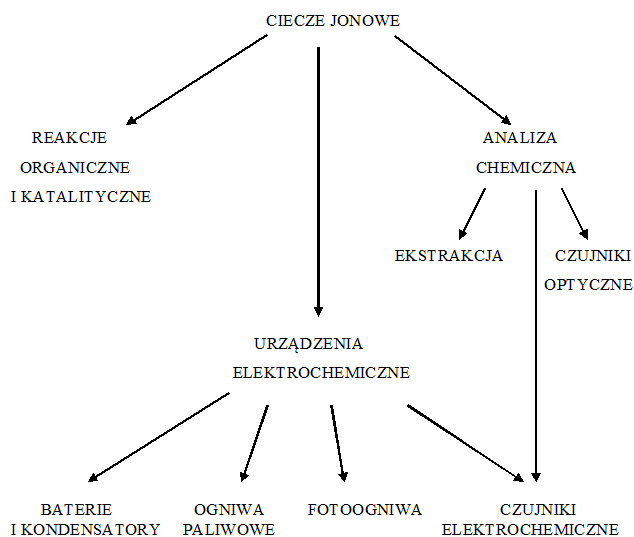
### CIECZE JONOWE - ZIEŁONE ROZPUSZCZALNIKI

**Amelia Sarek, Kaja Sławińska, Milena Tofil, Joanna Trela**

Katolickie Liceum Ogólnokształcące im. św. Stanisława Kostki w Kielcach  
e-mail nauczyciela: trela.joanna@kostka-kielce.pl

Ciecze jonowe (ILs) to substancje chemiczne, w skład których wchodzi jedynie kationy i aniony. Są solami większego, organicznego kationu o niesymetrycznej budowie uwarunkowanej długością podstawników alkilowych i mniejszego, organicznego bądź nieorganicznego anionu [1,2].

ILs wykorzystywane są w chemii organicznej, analizie chemicznej i elektrochemii. Przykłady zastosowania cieczy jonowych zostały przedstawione na schemacie nr 1.



Ciecze jonowe stały się popularne pod koniec XX wieku za sprawą rozwoju „zielonej chemii” [2], która jest ruchem naukowo – społecznym koncentrującym się na projektowaniu produktów oraz procesów technologicznych, w taki sposób, aby, możliwa była eliminacja lub ograniczenie użycia i pozyskiwania substancji szkodliwych i niebezpiecznych dla środowiska. ILs jako związki chemiczne szeroko wpisują się w zasady „zielonej chemii”, i spełniają przynajmniej trzy z tych zasad, tj. zasadę 5 (jako bezpieczniejsze rozpuszczalniki), 6 (pozwalają na efektywne wykorzystanie

energii) i 9 (są stosowane w reakcjach katalitycznych) [3]. Dzięki tym właściwościom stanowią alternatywę dla tradycyjnych, lotnych, łatwopalnych i często toksycznych rozpuszczalników organicznych [4]. W ostatnich latach zaczęto doceniać unikalną zaletę ILS, jaką jest projektowalność. Można bowiem tak dobrać odpowiedni kation i anion, aby otrzymać związek o oczekiwanych właściwościach. Możliwa jest zmiana takich właściwości ILS jak lepkość, gęstość, temperatura topnienia, mieszalność z wodą i rozpuszczalnikami organicznymi. Ciecze jonowe okazały się skutecznymi rozpuszczalnikami w wielu reakcjach, m. in. w reakcji Dielsa–Aldera, arylowania Friedela–Craftsa lub reakcji polimeryzacji. Wymienione reakcje w obecności cieczy jonowych przebiegają w łagodnych warunkach z większą selektywnością i wydajnością, a stosowane katalizatory mogą być używane wielokrotnie. Potwierdzono też przydatność ILS do przeprowadzenia reakcji: dimeryzacji, oligomeryzacji, polimeryzacji olefin, depolimeryzacji, nitrowania, redukcji wodorkami metali, izomeryzacji i krawingu, oraz halogenowania. Hydrofobowe ciecze jonowe, mogą być wykorzystane jednocześnie jako rozpuszczalnik i elektrolit, wykazując szeroki zakres stabilności elektrochemicznej, dobre przewodnictwo, termiczną stabilność oraz trwałość. Są bardzo wydajnym i bezpiecznym elektrolitem w bateriach litowych. Kolejnym polem zastosowań cieczy jonowych jest wszelkiego rodzaju analityka, gdzie wykorzystywane są np. w elektroforezie kapilarnej, chromatografii gazowej i cieczowej.

Literatura:

1. R. D. Rogers, K. R. Seddon, *Science*, 302, **2003**, 792–793.
2. J. Pernak, T. Rzemieniecki, K. Materna, *Chemik*, 70, 9, **2016**, 471–480.
3. J. Pernak, *Przemysł Chemiczny*, 82, **2003**, 521–524.
4. T. Paryjczak, *Problemy Ekorozwoju*, 3, **2008**, 39–44.

## P32

### BIOPLASTIK ZE SKROBI ALTERNATYWĄ DLA MATERIAŁU ZNANEGO OD LAT

**Katarzyna Rynarzewska, Mikołaj Łukaszewicz, Emilia Alwin-Goździk**

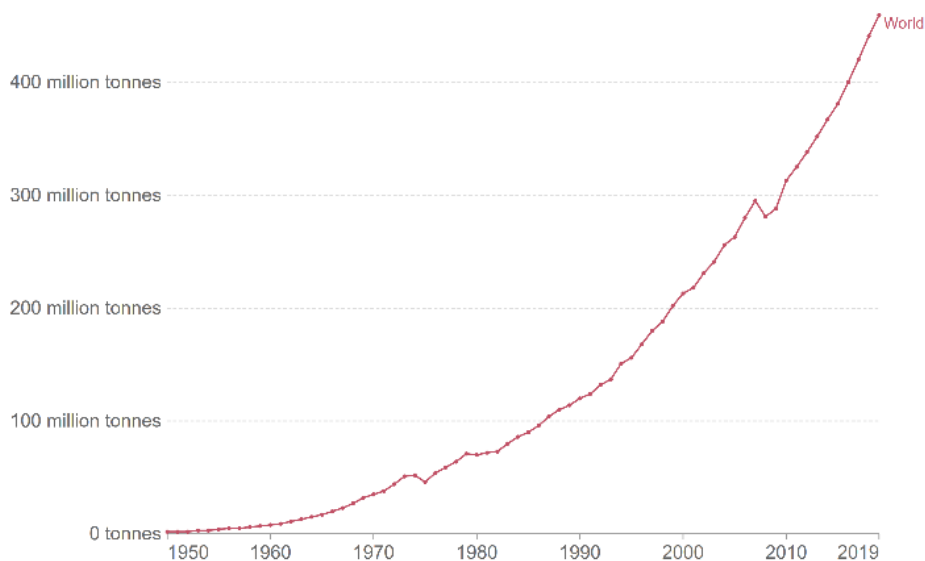
XXXVIII Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące im. Jana Nowaka-Jeziorańskiego  
w Poznaniu ul. Drzymały 4/6, 60-613 Poznań  
e-mail nauczyciela: emilia.alwin@liceum38-poznan.pl

Tworzywa sztuczne, dzięki wytrzymałości i plastyczności, zyskały popularność w różnych dziedzinach naszego życia. Jednakże zarówno ich produkcja, jak i użytkowanie, niosą ze sobą negatywne konsekwencje dla środowiska oraz zdrowia. Plastik produkowany jest w ilości ~500 milionów ton rocznie [1-2] (wykres 1). Aż 40% wytworzonego materiału nie jest poddawane recyklingowi, a sam proces generuje koszty [1-3]. Ponadto, plastik pozostawiony w nieodpowiednim miejscu może ulegać rozpadowi do mikroplastiku, który jest przyczyną groźnych zaburzeń funkcjonowania ludzkiego organizmu [4].

#### Global plastics production

Plastic production refers to the annual production of polymer resin and fibers.

Our World  
in Data



Source: Our World in Data based on Geyer et al. (2017) and the OECD Global Plastics Outlook [OurWorldInData.org/plastic-pollution](https://OurWorldInData.org/plastic-pollution) • CC BY

Wykres 1. Wzrost produkcji plastiku [1-2].

Jedną z alternatyw dla konwencjonalnego plastiku jest bioplastik. Produkcja jest niedroga, a wyjściowym materiałem jest łatwo dostępny surowiec – skrobia (m.in. ziemniaczana, kukurydziana). Bioplastik zyskuje przewagę nad plastikiem głównie z powodu jego biodegradowalności – możliwy jest jego rozkład przez mikroorganizmy do wody i dwutlenku węgla. Nie są przy tym generowane odpady, a jego utylizacja przebiega bez dodatkowych nakładów finansowych [3]. Ponadto, proces syntezy bioplastiku może być modyfikowany, prowadząc do uzyskania pożądanych właściwości końcowego produktu (zwiększenie odporności na ściskanie i rozciąganie, twardości). Powyższe cechy czynią go interesującym materiałem i dają szerokie spektrum zastosowań, między innymi jako opakowania czy w produkcji leków [3, 5-6].

Problematyka syntezy, jak i wykorzystania bioplastiku, wzbudza zainteresowanie naukowców. Również i naszym celem było otrzymywanie tego materiału. Podjęto próbę samodzielnej syntezy ze skrobi ziemniaczanej, wody i glicerolu, który pełni funkcję plastyfikatora. Podczas zachodzącego procesu, każdy łańcuch w skrobi zostaje otoczony małymi cząsteczkami plastyfikatora, a luźniejsza struktura materiału jest bardziej podatna na kształtowanie. Zastosowanie gliceryny nie jest przypadkowe – pozwala ona uzyskać w trakcie ogrzewania masę miękką i elastyczną. Proces otrzymywania został udokumentowany graficznie na posterze.

Literatura:

1. R. Geyer, J. R. Jambeck, K. L. Law, *Science Advances*, 3, **2017**, e1700782
2. H. Ritchie, M. Roser, published online at OurWorldinData.org, **2018**
3. H. Cheng et al., *Trends in Food Science & Technology*, 114, **2021**, 70–82
4. J. Hwang, D. Choi, S. Han et al., *Scientific Reports*, 10, **2020**, 7391
5. K. Thakur, A. Rajhans, B., Kandasubramanian, *Environmental Science and Pollution Research*, 26, **2019**, 32013–32028
6. S. Pachori, A. Sarkar, A. Dutta, J. Palanivelu, R. Chidambaram, *Polymers for Agri-Food Applications*, Springer, Cham., **2019**, 317-338



## **P33**

### **NIE WYRZUCAJ BIOENERGII**

**Przemysław Kowal, Julita Pawłowska, Julia Rosińska,**  
**Dorota Dziuban-Lech**

Zespół Szkół nr 21 w Warszawie  
e-mail nauczyciela: DDziuban@eduwarszawa.pl

Rocznie w Polsce wyrzucanych jest około 5 mln ton żywności [1]. Odpady biodegradowalne, dzięki szybkiemu procesowi rozkładu nie stanowią znaczącego problemu środowiskowego. Do tej grupy zalicza się odpady, które ulegają rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów [2]. Warto jednak zauważyć, że mimo niskiej szkodliwości dla środowiska, selektywna zbiórka bioodpadów jest uzasadniona, gdyż mają one potencjał energetyczny. Będąc zazwyczaj produktami o wysokiej zawartości związków organicznych, mogą stanowić źródło energii cieplnej bądź elektrycznej. Wyrzucając niepozorne resztki (obierki, skórki, niedojedzone posiłki, skorupki jajek, nienadające się do spożycia owoce i warzywa) do odpadów zmieszanych tracimy możliwość pozyskania wartościowej energii, a odpowiednia selekcja tych odpadów może wszystkim przynieść wymierne korzyści. Mieszkańcy domów jednorodzinnych mogą je wykorzystać jako cenny nawóz organiczny. Natomiast w skali gminy i powiatu bioodpady z gospodarstw domowych powinny trafiać do biogazowni i tam być przetwarzane w celu uzyskania energii cieplnej. Ten system gospodarki odpadami komunalnymi może stać się przyszłościowy dla Polski [3].

Odpady organiczne ulegają fermentacji beztlenowej powstałej w wyniku kompostowania. Fermentacja metanowa jest wieloetapowym procesem biochemicznym, w którym udział biorą mikroorganizmy. Zachodzi ona w warunkach anaerobowych, w którym złożone substancje organiczne zawarte w kompoście są przekształcane przez bakterie metanowe [4]. Proces ten zachodzi tylko w ściśle określonych warunkach fizykochemicznych, z których najważniejszymi są: brak dostępu do tlenu i światła, odpowiednie pH czy temperatura. W wyniku degradacji związków organicznych powstaje biogaz, który składa się z metanu i dwutlenku węgla oraz pełnowartościowy nawóz organiczny [3,4,5].

Wykorzystanie bioodpadów ma wiele zalet. Utylizacja odpadów organicznych przyczynia się do zmniejszenia ilości odpadów wywożonych na wysypiska. Wytwarzanie energii odnawialnej jest przyjazne dla środowiska, CO<sub>2</sub> powstający ze spalania biogazu ma niewielki wpływ na efekt cieplarniany, zdecentralizowana jej produkcja nie wymaga budowy linii transmisyjnych,

brak strat związanych z jej przesyłaniem. Poza tym w skali gminy lub powiatu rozwój biogazowni tworzy miejsca pracy – elektrownie wykorzystujące biogaz potrzebują wielu ludzi, którzy byliby je w stanie obsłużyć. Niestety technologia nie jest pozbawiona wad – obecnie biogaz nie jest wykorzystywany w tak efektywny sposób, jak mógłby być, sama technologia wymaga ciągłego monitorowania warunków procesu. Jest to spowodowane tym, że technologia wykorzystująca go bardzo wolno się rozwija, za sprawą czego minie wiele lat, nim stanie się on ekonomicznie przystępny i efektywny, ponieważ wydajność biogazowni jest stosunkowo niska i ciężko jest ją zwiększyć, dlatego konieczne jest zainwestowanie w większą ilość takich instytucji [5,6].

Literatura:

1. <https://projektprom.pl/index.php/aktualnosc/94-strategia-racjonalizacji-strat-i-ograniczania-marnotrawstwa-zywnosci>
2. (Dz.U. 2010 nr 185 poz. 1243)
3. E. Krasuska, Technologie przetwarzania selektywnie zbieranych bioodpadów pochodzenia komunalnego – fermentacja metanowa, recykling organiczny i odzysk energii z segregowanych u źródeł; <https://www.proakademia.eu>
4. E. Czerwińska, K. Kalinowska, Warunki prowadzenia procesu Fermentacji metanowej w biogazowni, *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 2/2014, s. 12-14
5. A. Nowak, Zagospodarowanie osadów nadmiernych- fermentacja metanowa. Skrypt dla studentów PG.
6. <http://www.e-biotechnologia.pl/artykuly/fermentacja-metanowa>

## P34

### W STRONĘ SŁOŃCA!

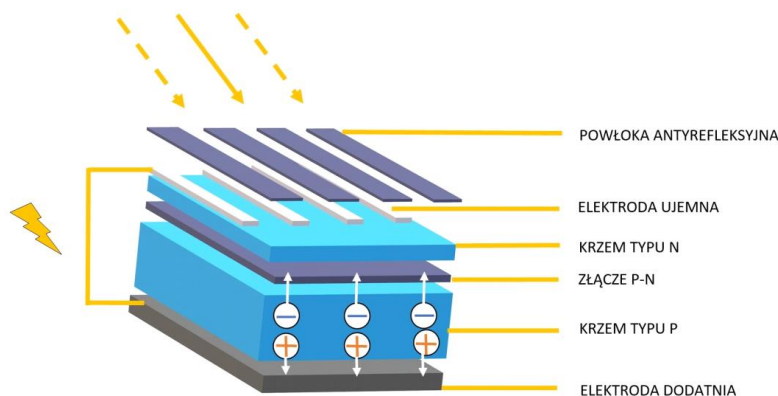
**Wiktoria Kuropatwa, Dominika Bielecka, Wiktoria Durlej,**  
**Danuta Grabka**

IV Liceum Ogólnokształcące w Kielcach  
e-mail nauczyciela: danuta\_grabka@4lo.kielce.eu:

Obawy o wyczerpanie surowców kopalnych i stan środowiska powodują, że zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii (wiatr, woda, słońce) jest coraz większe [1]. Jedną z metod wykorzystywania energii odnawialnej jest przetwarzanie energii słonecznej na elektryczną przez panele fotowoltaiczne.

Proces produkcji prądu ze słońca odbywa się etapami. Promienie słoneczne przekształcane są w fotoogniwie w prąd stały, który przekazywany jest do inwertera. Tam energia elektryczna zamieniana jest w prąd zmienny.

Fotoogniwo zbudowane jest z dwóch warstw półprzewodnika oddzielonych barierą potencjałów (Rys. 1). Pierwsza z nich jest cienka i przezroczysta. Nad nią umieszczona jest elektroda ujemna i powłoka antyrefleksyjna. Na dole drugiej, grubszej warstwy, znajduje się elektroda dodatnia.



Rysunek 1 - schemat budowy ogniw fotowoltaicznych

Do budowy fotoogniw wykorzystuje się najczęściej: krzem, german i selen. Zjawisko fotoemisji zachodzi najszybciej w atomach, które posiadają najwięcej elektronów walencyjnych. Krzem posiada na ostatniej powłoce

cztery elektrony. Dlatego łączy się go z innymi pierwiastkami np. selenem, by uzyskać większą liczbę elektronów walencyjnych [2].

Moduły fotowoltaiczne składają się z połączonych ze sobą ogniw słonecznych. Różnią się od siebie materiałem półprzewodnikowym, z którego są wykonane.

Pozyskiwanie energii ze słońca i przetwarzanie jej na prąd pokrywa zapotrzebowanie na energię słoneczną i daje oszczędności finansowe właścicielom instalacji [3]. Fotowoltaika wpływa również korzystnie na środowisko. Do jej głównych zalet należy bezemisyjność, czyli brak wprowadzania do atmosfery substancji takich jak tlenki węgla i azotu, tlenek siarki(IV) oraz pyłów. Nie są generowane żadne odpady stałe, ścieki czy inne zanieczyszczenia gleby, które zwykle towarzyszą produkcji energii ze źródeł konwencjonalnych. Ślad węglowy, który pozostawiają instalacje fotowoltaiczne, jest znikomy i z roku na rok mniejszy, dzięki nowym rozwiązaniom technologicznym. Problemem, który należy rozwiązać, aby w pełni chronić środowisko, jest wykorzystywanie podczas produkcji paneli fotowoltaicznych toksycznych związków chemicznych takie jak np.: siarczek kadmu, arsenek galu czy krystaliczny krzem.

Efektywność wykorzystania energii słonecznej zależy od nasłonecznienia. Zatem położenie geograficzne i pora roku mają istotne znaczenie w produkcji prądu poprzez fotowoltaikę.

#### Literatura:

1. R. Figura, W. Zientarski „Autobusy” 12/**2016** str. 602-611.
2. M. Waclawek, T. Rodziewicz, „Ogniwa słoneczne wpływ środowiska naturalnego na ich pracę” Wydawnictwo WNT **2014**.
3. K. Piech, P. Dybowski, J. Kozik, E. Ciesielka, T. Siostrzonek, W. Milej, Jakub Wójcik, M. Rad, T. Lerch, T. Drabek *Maszyny Elektryczne - Zeszyty Problemowe Nr 2/2019 (122)*.

**P35**

**SZTUCZNA FOTOSYNTENZA - METODA POZYSKIWANIA  
ENERGII INSPIROWANA NATURĄ**

**Miłosz Jurga, Wiktor Wyszatycki, Marta Sudnik**

Zespół Szkół Ponadpodstawowych im. Adama Mickiewicza w Lubaniu  
e-mail nauczyciela: marta.sudnik@zspmickiewicz.edu.pl

Polepszenie jakości życia zwiększyło na przestrzeni wieków liczbę ludności świata. Proces ten wraz z rewolucją przemysłową przyczynił się do zwiększenia zapotrzebowania na paliwa kopalne, których stale ubywa oraz do intensyfikacji emisji gazów cieplarnianych, a w szczególności dwutlenku węgla oraz pary wodnej. Powyższe zjawiska mają katastrofalne skutki dla ludzkości i wymagają podejmowania jasno określonych działań.

W niniejszej pracy chcemy przedstawić sztuczną fotosyntezę jako przykład alternatywnego źródła energii. Nazywamy tak procesy przeprowadzane przez urządzenia, które wykorzystują energię świetlną do przemian wody, dwutlenku węgla lub azotu w celu otrzymania wysokoenergetycznych związków chemicznych lub płynnego paliwa [1]. Dokonamy również porównania procesu sztucznej fotosyntezy z naturalną przeprowadzaną przez fotoautotrofy, w której kluczowa jest grupa związków zwanych chlorofilami.

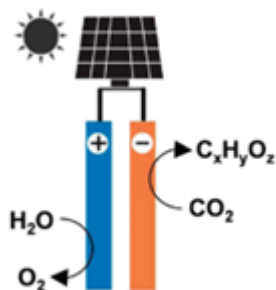
Badania nad metodami sztucznej fotosyntezy naukowcy prowadzą od lat 70. XX wieku. Od tego czasu pojawiło się wiele konceptów odtworzenia fotosyntezy przy użyciu systemów określanych mianem sztucznego liścia. Proces zachodzący w naturze okazał się niełatwy do powtórzenia w laboratorium ponieważ składniki naturalnego systemu fotosyntezy nie działają w warunkach laboratoryjnych. Skupiono się na poszukiwaniach katalizatorów naśladujących funkcję tych naturalnych. W naszej pracy przedstawimy wybrane koncepcje [2-3].

Jedną z technologii sztucznej fotosyntezy była metoda oparta na fotokonwersji CO<sub>2</sub> wykorzystująca jako katalizator TiO<sub>2</sub>. Polegała ona na jonizacji powierzchni tlenu poprzez absorpcję promieniowania świetlnego. Powstałe dziury elektronowe powodowały, że zachodzące kolejno przemiany prowadziły do redukcji CO<sub>2</sub> do prostych związków organicznych oraz do utlenienia H<sub>2</sub>O. Do fotokonwersji dwutlenku węgla użyto również tlenu kobaltu (Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>), osadzonego na powierzchni krzemionki. Te metody okazały się nieekonomiczne, więc w dalszym ciągu poszukiwano kolejnych rozwiązań [3].

Inny system wykorzystuje kompleksy metaloorganiczne rutenu i manganu. Skład on się z triady, którą tworzy donor, akceptor oraz część

ulegająca wzbudzeniu poprzez falę świetlną o odpowiedniej energii. Proces ten ładząco przypomina fazę jasną naturalnej fotosyntezy, a w jego trakcie dochodzi do fotolizy wody podobnie jak w fotosystemie II i to właśnie w tym tkwi jego wyjątkowość [4].

Przybliżyć pragniemy również opracowaną w 2020 r. metodę elektrochemiczną, na którą składa się zintegrowany z panelem fotowoltaicznym elektrolizer.



Rysunek 1: Przykładowy system zintegrowany do przeprowadzania redukcji tlenku węgla(IV) [5].

W zależności od zastosowanego metalu budującego katodę, czyli ujemny biegun, na którym zachodzi redukcja tlenku węgla(IV) otrzymujemy inne produkty konwersji tego gazu. Wśród nich znajdują się CO oraz proste związki organiczne. Jednocześnie w trakcie tego procesu na dodatnim biegunie (anodzie) zachodzi utlenienie wody. W metodzie tej zużywany jest dwutlenek węgla, co niewątpliwie stanowi jej dodatkowy atut [5].

Systemy, które naśladują fotosyntezę mogą wytwarzać paliwo czy prąd elektryczny, wykorzystując światło. Nie są one jednak pozbawione wad: obecnie ich wydajność jest bardzo niska i wiąże się z ogromnymi kosztami badań i wdrażaniem nowych technologii. Pozostaje nam oczekiwać coraz bardziej wydajnych metod sztucznej fotosyntezy oraz takich podczas których powstają związki o energii większej niż ta, która zużyła się w przebiegu procesu. Fotosynteza jest procesem niezbędnym w naturze, miejmy nadzieję, że w przyszłości jej sztuczna wersja posłuży nam jako źródło niskoemisyjnych paliw, ale także jako sposób na ograniczenie ilości dwutlenku węgla, a w konsekwencji uratowania planety przed zmianami klimatu [1].

#### Literatura:

1. <https://zpe.gov.pl/pdf/P19GZyWWN>.
2. W. Song, Z. Chen, M. K. Brennaman, J. Concepcion, A. o T. Patrocinio, N. Y. Murakami, T. J. Meyer, *Making solar fuels by artificial photosynthesis, Appl. Chem.*, 83, 2011, 749–768.

3. J. Hupka, A. Zaleska, *Sztuczna fotosynteza – utopia czy szansa na tanie paliwa?* *Czysta Energia*, 12, **2009**.
4. M. D. Kärkäs, E. V. Johnston, O. Verho, B. Åkermark, *Artificial Photosynthesis: From Nanosecond Electron Transfer to Catalytic Water Oxidation*, *Acc. Chem. Res.* 47, **2014**, 100-111.
5. K. Kamiya, K. Fujii, M. Sugiyama, S. Nakanishi, *CO<sub>2</sub> Electrolysis in Integrated Artificial Photosynthesis Systems*, *Chem. Lett.* 50, **2021**. 166–179,
6. M. Nango *Artificial Leaf Based on Artificial Photosynthesis for Solar Fuel Production*, Nagoya Institute of Technology Nagoya Japan, Technical Report, Jun 2017.

**P36**

**RYBY – LEKOMANI: ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA  
FARMACEUTYKAMI**

**Marta Machado Ribeiro Da Silva, Radosz Leja, Lena Włoch,  
Monika Brzostowicz**

VII Prywatne Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Reja w Krakowie  
e-mail nauczyciela: monika.brzostowicz@wp.pl

Zwiększona obecnie konsumpcja leków, a tym samym wzrost ilości farmaceutyków w środowisku prowadzą do uzasadnionego wzrostu niepokoju społeczeństwa. Mało wiemy jeszcze o wspomnianym rodzaju zanieczyszczeń, jednak bez wątpliwości pozostaje fakt, że zanim ulegną degradacji mogą być transportowane na znaczne odległości, dzięki udziałowi ekosystemów wodnych. Coraz większą grupę badaczy zaczyna interesować opisany problem, stając się tematem wielu artykułów naukowych [1].

Narażenie środowiska naturalnego na aktywne składniki farmaceutyczne (API) może mieć negatywny wpływ na kondycję ekosystemów i ludzi. Z tego względu tak ważne jest zwrócenie uwagi społeczeństwa na ten problem. Uświadamianie na temat właściwej utylizacji odpadów, a także prezentowanie możliwych rozwiązań problemu.

Gdy boli Nas głowa czy brzuch chętnie sięgamy po różnego rodzaju farmaceutyki, nie dziwi więc fakt, że obok środków przeciwdepresyjnych czy leków na cukrzycę to środki przeciwbólowe są jednym z głównych źródeł zanieczyszczeń wód. Z opisanymi chorobami boryka się znaczna część społeczeństwa [2].

W swoim wystąpieniu chcemy zwrócić uwagę na problem, a także możliwe strategie walki z nim. Skupimy się na wykorzystaniu światła, a więc terapii fotodynamicznej (PDT), która mogłaby stać się wyzwalaczem degradacji dla farmaceutyków [3][4]. Elementy składające się na sposób jej działania pojedynczo są nieszkodliwe, ale razem dają spektakularny efekt. Kolejnym istotnym elementem jest właściwe stosowanie antybiotyków: nieskracanie czasu leczenia, a także spożywanie określonych dawek ze zleconą częstotliwością.

Jak mówi tytuł Naszego posteru obecnie to ryby stają się lekomanami, przyroda ponosi więc najdotkliwsze skutki braku odpowiedzialności wśród społeczeństwa.

Budujmy więc odpowiedzialność i świadomość, szczególnie wśród młodych osób.



Literatura:

1. <https://www.theguardian.com/environment/2022/feb/14/drugs-have-dangerously-polluted-the-worlds-rivers-scientists-warn>,
2. J. L. Wilkinson *et al.*, *PNAS*, 119, **2022**, 1–10.
3. J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, M. A. Ferro-García, G. Prados-Joya, R. Ocampo-Pérez, Pharmaceuticals as emerging contaminants and their removal from water. A review. *Chemosphere* 93 (7), **2013**, 1268-1287,
4. M. Oszajca, M. Brindell, Ł. Orzeł, J. Dąbrowski, K. Śpiewak, P. Łabuz, M. Pacia, G. Stochel-Gaudyn, W. Macyk, R. van Eldik, G. Stochel., Mechanistic studies on versatile metal-assisted hydrogen peroxide activation processes for biomedical and environmental incentives. *Coordination Chemistry Reviews*. 327-328, **2016**, 143-165.

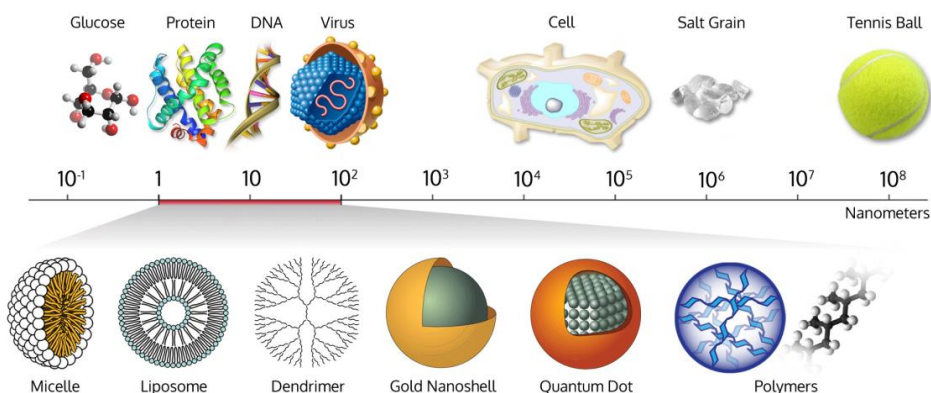
P37

## ZIELONA NANOTECHNOLOGIA

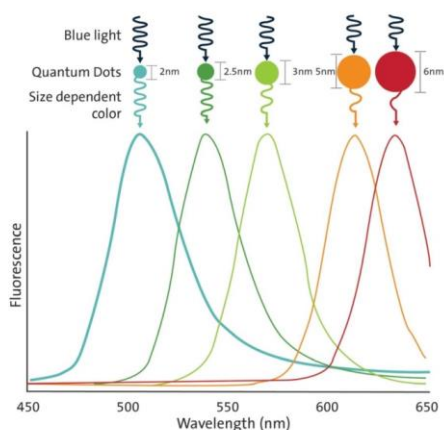
**Magdalena Koń, Kamil Janeczek, Agata Zegar**

II Liceum Ogólnokształcące im. Króla Jana III Sobieskiego w Krakowie  
e-mail nauczyciela: agata.zegar.nh@gmail.com

Nanotechnologia to niezwykle prężnie rozwijająca się dyscyplina nauki, która wykorzystuje kwantowe właściwości materii objawiające się na poziomie pojedynczych atomów i cząsteczek. Nanotechnologia zajmuje się wytwarzaniem oraz badaniem obiektów, których skala wielkości sięga jednej miliardowej części metra.

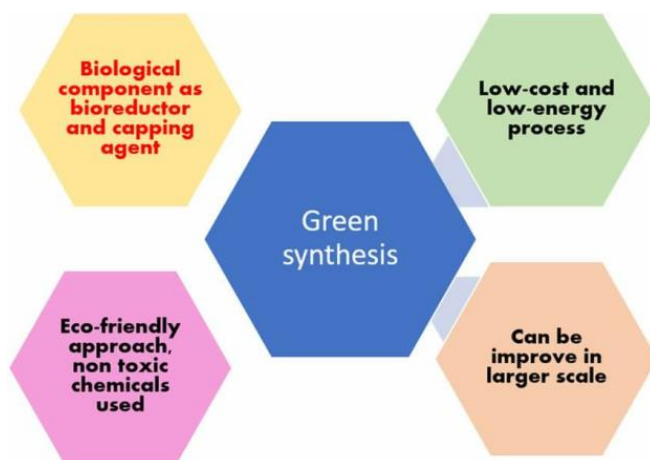


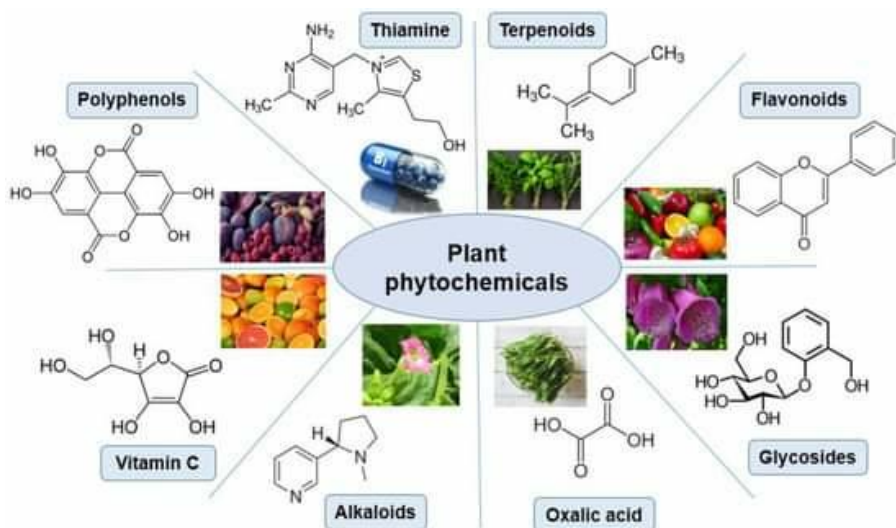
Nanocząstki są stosowane zarówno w inżynierii, transporcie, jak również w medycynie, gdzie odgrywają kluczową rolę w opracowywaniu nowych terapii. Szerokie spektrum zastosowania nanozwiązków wynika w głównej mierze z możliwości kontrolowania ich właściwości fizykochemicznych. Zdecydowanie najpopularniejsze nanozwiązki to nanosrebro, nanozłoto, nanomiedź czy nanoplatyna oraz nanocząstki tlenków metali, jednakże warto zwrócić uwagę również na nanocząstki soli nieorganicznych, które przejawiają zaskakujące właściwości optyczne i są określane jako kropki kwantowe [5] [6].



Główne metody produkcji oraz obróbki nanocząstek obejmują ablację laserową, chemiczne osadzanie z fazy gazowej (ang. *Chemical vapor deposition*) oraz syntezę hydrotermalną (ang. *Hydrothermal synthesis*). Strategie te, aczkolwiek efektywne i pozwalające na regulowanie istotnych parametrów charakteryzujących powstające materiały, są kosztowne i niosą za sobą konsekwencje w postaci emisji szkodliwych substancji [2].

W związku z kryzysem klimatycznym konieczne stało się zaprojektowanie oraz wdrożenie innowacyjnych rozwiązań dotyczących syntezy nanozwiązków, które pozwolą zminimalizować ilość toksycznych produktów pośrednich stanowiących zagrożenie dla środowiska naturalnego. Naprzeciw tym oczekiwaniom wychodzi zielona nanotechnologia (ang. *Green nanotechnology*), która do produkcji nanocząstek wykorzystuje enzymy wydzielane przez grzyby i bakterie oraz związki pochodzenia roślinnego o właściwościach fotochemicznych [1] [3] [4].





W niniejszej pracy przedstawiamy innowacyjne rozwiązania ułatwiające czerpanie energii z odnawialnych zasobów. Naszym nadrzędnym celem jest przybliżenie idei wykorzystania kropek kwantowych w nowoczesnych panelach fotowoltaicznych oraz opisanie metod syntezy nanocząstek metali za pośrednictwem substancji pochodzenia naturalnego, dzięki którym nanotechnologia i produkcja nanomateriałów jest mniej obciążająca dla ziemskiej biosfery.

#### Literatura:

1. J. Singh et al., *Journal of Nanobiotechnology*, 16, **2018**, 84.
2. N. Abid et al., *Advances in Colloid and Interface Science*, 300, **2022**, 102597.
3. F. Khan et al., *Nanomaterials*, 12, **2022**, 673.
4. S. Hun Lee and Bong-Hyun Jun, *International Journal of Molecular Sciences*, 20, **2019**, 865.
5. A. Tyagi et al., *Royal Society of Chemistry Advances*, 6, **2016**, 72423.
6. S. Chahal et al., *Society of Chemistry Advances*, 11, **2021**, 25354.

P38

## WODÓR PALIWEM PRZYSZŁOŚCI

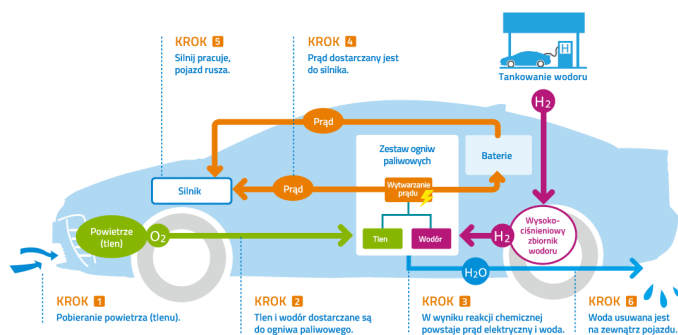
**Alicja Rong, Antoni Płonka, Mateusz Wiczorek, Celina Pieszko**

Akademickie Liceum Ogólnokształcące Politechniki Śląskiej w Gliwicach  
e-mail nauczyciela: celina.pieszko@alogliwice.polsl.pl

Wraz z przyjęciem Europejskiego Zielonego Ładu i ograniczeniem emisji spalin do 2050 roku muszą zajść poważne zmiany w podejściu do napędu samochodowego oraz paliw. Świat stawia na napędy elektryczne (bateryjne lub wodorowe). Oczywiście prąd elektryczny może pochodzić z różnych źródeł, to może być bateria, ale też ogniwo wodorowe.

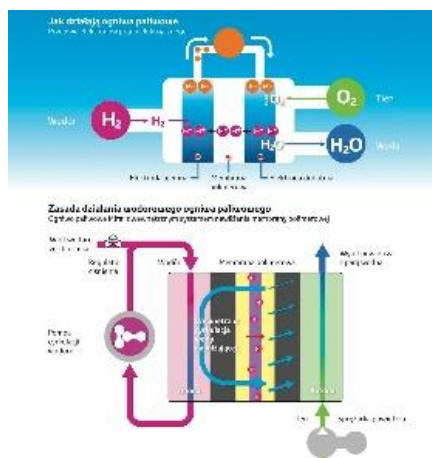
Wodór w przyszłości będzie można tankować w ten sam sposób, jak tradycyjne paliwo – na stacji. Oczywiście będzie to zielony wodór, z którego energia powstaje w wyniku reakcji [1].

Zasada działania aut wykorzystujących wodór jest prosta. Koła napędzane są przez silnik elektryczny, który energię bierze z działania ogniwa wodorowego. To tam, dzięki specjalnej błonie, cząsteczki wodoru są rozbijane na protony i elektrony. Te pierwsze łączą się z tlenem, dając wodę, a elektrony przepływają do katody zewnętrznym obwodem, generując prąd [2].



Źródło: Materiały producenta – Toyota [5]

Wodór jako paliwo samochodowe powstaje w wyniku odpowiedniego przetworzenia, np. w procesie elektrolizy wody. Polega ona na rozkładzie wody na jony czystego wodoru i tlenu pod wpływem przepływającego przez nią napięcia.



Źródło: Materiały producenta – Toyota Mirai[6]

Zastosowanie paliwa wodorowego posiada swoje wady i zalety. Najważniejszą zaletą korzystania z ogniw wodorowych jest brak emisji szkodliwych związków do atmosfery a jednocześnie wodór jako paliwo ma wysoką wartość opałową. Ponadto wodór jako pierwiastek jest wszechobecny w naturze, dlatego jego zasoby nie ulegną wyczerpaniu.

Największym problemem związanym z wykorzystaniem wodoru jako paliwa jest jego transport i magazynowanie. Bez względu na stan skupienia tego pierwiastka – gazowy czy ciekły, zawsze dochodzi do strat podczas transportu oraz dodatkowego zużycia energii elektrycznej potrzebnej do sprężania czy skraplania tego gazu. Kolejnym aspektem jest również jego wysoka palność w kontakcie z powietrzem, co może budzić obawy potencjalnych użytkowników [3].

*W Europie Zachodniej funkcjonuje już ponad 200 stacji tankowania wodoru, dlatego w Polsce wodór też będzie paliwem przyszłości.*

#### Literatura:

1. M. Rosmanowska, *Rozmowa R. Rudzińskim*, <https://www.money.pl/> 9.06.2021.
2. M. Lubczański, *Poradnik i mechanika*, <https://e.autokult.pl/>, 23.03.2021.
3. oferta: *Zalety i wady paliwa wodorowego do samochodu*, <https://knaufautomotive.com/pl/>, 5.08 2022.
4. J. Cichosz, *Wywiad* <https://biznes.newseria.pl/>, 11.05.2021.
5. Materiały producenta Toyota, <https://www.toyota-europe.com/world-of-toyota/feel/environment/better-air/fuel-cell-vehicle>, lepiej.tauron.pl, 23.07.2021.
6. A. Stanisławska, *Jeździliśmy samochodem na wodór. Czy silniki wodorowe się przyjmą?* <https://www.crazynauka.pl/>, 25.04.2016, Materiały producenta – Toyota Mirai

### **P39**

## **CIEŻKA SYTUACJA WODY - NIEPRZESTRZEGANIE ZASAD ZIELONEJ CHEMII SKUTKIEM ZAWARTOŚCI METALI CIEŻKICH W WODACH GRUNTOWYCH**

**Szymon Karaś, Alicja Wasyl, Piotr Bieliński, Filip Dyczko,  
Zbigniew Sobczak**

Liceum Ogólnokształcące im. Jana III Sobieskiego w Lublinie  
[zbigniew.sobczak@sfera.lublin.pl](mailto:zbigniew.sobczak@sfera.lublin.pl)

Celem niniejszego plakatu jest przedstawienie wyników pomiarów stężenia metali ciężkich w rzece Czarniejówce (dopływ Bystrzycy) oraz ankiety dotyczącej poziomu wiedzy ekologicznej i Zielonej Chemii. Pojęcie to zostało po raz pierwszy użyte przez P. T. Anastasa w 1991 roku. Idea zakłada przeprowadzanie i projektowanie procesów i badań chemicznych tak, aby ograniczyć powstawanie szkodliwych substancji [1, 2, 3].

Dokonałiśmy pomiaru zawartości metali ciężkich w rzece Czarniejówce na terenie Lublina, żeby sprawdzić, czy zasady Zielonej Chemii są znane i stosowane na Lubelszczyźnie. Po niedawnych wypadkach związanych z zanieczyszczeniem rzeki Odry i masowym śnięciem ryb w tej rzece i jej dopływach, chcieliśmy zbadać sytuację zanieczyszczenia lubelskich wód gruntowych w jednej z jej niewielkich rzek. Analizę wykonywaliśmy na Wydziale Chemii UMCS oraz w Zakładzie Technologii i Żywności Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Wyniki przeprowadzonych badań przedstawione są w formie tabeli (patrz: *Tabela 1*) [4].

W posterze przedstawiliśmy także w sposób graficzny idee zrównoważonego rozwoju i zależności między człowiekiem, gospodarką i środowiskiem (patrz: *Schemat 1*) [1]. Chcieliśmy tym samym zwrócić uwagę, jak te płaszczyzny wpływają na siebie wzajemnie. Prezentujemy wpływ niestosowania zasad „Zielonej Chemii” na zanieczyszczenie środowiska, obecność metali ciężkich w wodach gruntowych, organizmach roślin, zwierząt i człowieka. Skutki kontaktu z metalami ciężkimi zaprezentowane w formie diagramu.

Ze względu na trudną sytuację ekologiczną w naszym kraju i na świecie, nasza grupa zdecydowała się zweryfikować podstawowy poziom wiedzy o ochronie środowiska [1, 2, 3]. Ankietę (patrz: *Rysunek 1*) przeprowadzono na grupie 150 badanych w różnych grupach wiekowych. Ponad 99% ankietowanych nie zna żadnych zasad Zielonej Chemii. 70% ankietowanych nie ma świadomości wpływu metali ciężkich na organizm człowieka, faunę i florę. Pomysły ankietowanych na wdrożenie w życie codzienne przedsięwzięć



związanych z ekologią, oszczędnością zużywanej wody oraz minimalizowaniu odprowadzanych ścieków były bardzo zróżnicowane.

Literatura:

1. P.T. Anastas, J.C. Warner, *Green Chemistry: Theory and Practice*, New York, Oxford University Press, **1998**.
2. Cz. Puchała, *Chemistry, Environment, Biotechnology*, XVI, **2013**, 7-15.
3. Anon., *Orbital*, 1, **2001**.
4. *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.*

Data Pobrania Godz. 18:00	Zawartość całkowita metali mg/kg s.m.				
	Cd	Cr	Hg	Pb	Zn
19.09.2022	0,246	31,41	0,0407	11,21	40,41
20.09.2022	0,621	29,68	0,0206	26,18	82,87
21.09.2022	0,211	57,08	0,0482	12,72	102,87
22.09.2022	0,265	11,42	0,028	10,5	31,62
23.09.2022	0,343	33,33	0,0296	13,13	55,66
24.09.2022	0,357	65,25	0,04	17,3	76,17
25.09.2022	0,184	116,58	0,0431	6,1	33,82
26.09.2022	0,715	54,07	0,091	29,62	114,21
27.09.2022	0,23	8,5	0,0402	8,05	52,21
28.09.2022	0,554	10,96	0,0196	36,78	54,75
29.09.2022	0,657	34,92	0,0246	26,64	79,82
30.09.2022	0,221	14,3	0,0305	11,59	42,21
01.10.2022	0,184	27,7	0,384	11,22	38,68
02.10.2022	0,146	27,42	0,0321	7,97	41,27
03.10.2022	0,668	44,82	0,0425	21,44	83,86
04.10.2022	0,092	32,75	0,0298	10,79	40,1
05.10.2022	0,441	16,61	0,0475	12,37	42,38
06.10.2022	0,376	33,49	0,0378	10,52	55,85
07.10.2022	0,372	19,26	0,0474	12,57	52,3
10.10.2022	0,399	27,15	0,0341	13,54	52,46
11.10.2022	0,202	11,64	0,0311	4,31	20,54
12.10.2022	0,14	45,79	0,0299	7,88	35,5
13.10.2022	0,15	22,39	0,0116	3,76	16,67
14.10.2022	0,605	20,42	0,0248	20,46	77,71
17.10.2022	0,306	0,31	0,0126	18,37	66,83
18.10.2022	0,342	18,25	0,0209	19,18	134,88
19.10.2022	0,647	14,52	0,0251	17,84	66,27
20.10.2022	0,19	10,2	0,0296	9,38	19,18
21.10.2022	0,105	9,26	0,0253	9,91	26,19
24.10.2022	0,219	15,61	0,0355	22,1	40,63
25.10.2022	0,137	10,78	0,0207	7,24	36,16

*Tabela 1 Wyniki pomiarów stężeń metali ciężkich w Czerniejówce*



### Zrównoważony rozwój



Schemat 1 Idea zrównoważonego rozwoju

### Ankieta na II Uczniowską Konferencję Młodych Chemików

1. Czy wiesz co to jest **Zielona Chemia** i do czego odnoszą się jej zasady? **99%**  
 TAK  NIE  
 Jeśli zaznaczyłeś odpowiedź TAK, to napisz kilka znanych ci zasad Zielonej Chemii :  
 .....

2. Czy wiesz jaki negatywny wpływ na funkcjonowanie wodnej fauny i flory ma obecność w wodnych akwenach metali ciężkich ( Pb, Zn, Cu, Cr, Cd ) ? **70%**  
 TAK  NIE  
 Jeśli zaznaczyłeś odpowiedź Tak, to wymień kilka takich znanych ci negatywnych wpływów:  
**Przykładowe odpowiedzi (30% TAK):**  
 metale ciężkie uśmierniają rośliny w zbiornikach wodnych  
 metale ciężkie gromadzą się w ciałach zwierząt  
 metale ciężkie powodują zmniejszenie różnorodności gatunkowej

3. Czy wiesz jaki wpływ na organizm człowieka mają metale ciężkie wymienione w pytaniu 2, które mogą dostać się do naszego organizmu z ujęć wody zanieczyszczonych tymi metalami ? **70%**  
 TAK  NIE  
 Jeśli zaznaczyłeś odpowiedź TAK, to wymień kilka takich negatywnych wpływów:  
**Przykładowe odpowiedzi (30% TAK):**  
 metale ciężkie powodują choroby układu męskiego  
 metale ciężkie odkładają się w kościach  
 są przyczyną demencji i białek

4. Co w życiu codziennym mógłbyś zrobić jako obywatel Polski i mieszkaniec dużego miasta ażeby zmniejszyć ilość zanieczyszczeń, jakie dostają się z gospodarstw domowych do ścieków komunalnych. Wymień kilka takich przykładów:  
**Przykładowe odpowiedzi:**  
 segregowanie śmieci i używanie leków odpowiednio i sposób  
 zbieranie wody deszczowej  
 używanie organicznych środków czystości

5. Efekt cieplarniany i związane z tym podwyższenie temperatury na naszej Planecie powoduje, że zasoby wody kurczą się. Co jako mieszkaniec Ziemi mógłbyś zrobić, ażeby zmniejszyć zużycie wody oraz ilość wytwarzanych odpadów i ścieków w swoim domu? Wymień kilka takich działań :  
**Przykładowe odpowiedzi:**  
 podlewanie roślin deszczówką  
 kupowanie produktów w biodegradowalnych opakowaniach  
 prać ubranie przy pełnej pralce  
 brać prysznic zamiast kąpieli

Dzięki

Rysunek 1 Ankieta na II Uczniowską Konferencję Młodych Chemików

**P40**

**CO ŁĄCZY NASA, ROŚLINY DOMOWE I WĘGIEL  
AKTYWNY?  
BUDOWA SYSTEMU OCZYSZCZENIA POWIETRZA  
ZAPROPONOWANEGO PRZEZ NASA**

**Zofia Glesmann, Dominika Zarańska, Wojciech Blachowski,  
Jadwiga Pyziak, Daria Wieczorek**

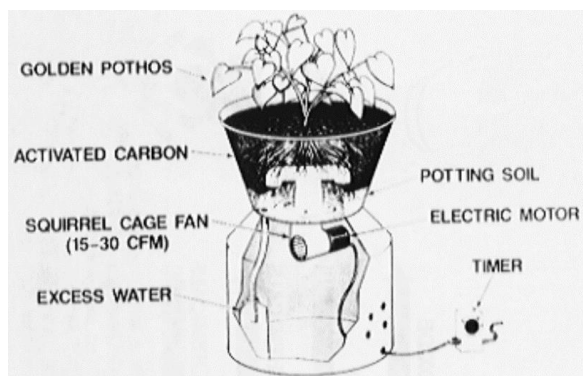
Dwujęzyczne Liceum Ogólnokształcące nr 38 im. Jana Nowaka-Jeziorańskiego w Poznaniu  
e-mail nauczyciela: [jadwiga.pyziak@liceum38-poznan.pl](mailto:jadwiga.pyziak@liceum38-poznan.pl), [wieczorekd2002@gmail.com](mailto:wieczorekd2002@gmail.com)

W późnych latach 70 kryzys energetyczny sprawił, że budynki projektowane były w sposób, który miał zaoszczędzić zużycie energii. Na wydajność energetyczną miała wpłynąć tzw. superizolacja oraz zredukowana wymiana świeżego powietrza. Zauważono jednak, że szczelność pomieszczeń doprowadzała do problemów zdrowotnych takich jak suche oczy, bóle głowy, problemy z górnymi drogami oddechowymi u pracowników w nowych budynkach.

Ograniczona wentylacja doprowadziła do tzw. „zespołu szczelnego budynku” (ang. *sick building syndrome*), czyli braku cyrkulacji świeżego powietrza prowadzącego do problemów z układem oddechowym.

Pod koniec lat 80 National Aeronautics and Space Administration (NASA) w współpracy z Associated Landscape Contractors of America (ALCA) zaproponowali ekonomiczne rozwiązanie tego problemu z wykorzystaniem naturalnych filtrów powietrza – roślin [1]. Wykonano badania sprawdzające skuteczność roślin domowych w zmniejszeniu ilości codziennych zanieczyszczeń obecnych w powietrzu. W eksperymentach wykorzystano 18 roślin, które miały zredukować stężenie benzenu, trichloroetylenu (TCE) i formaldehydu.

Za pomocą rośliny doniczkowej i węgla aktywnego zaprojektowano domowy system oczyszczania powietrza [1].



Schemat prototypu oczyszczacza powietrza zaproponowanego przez NASA [1]

Celami badań było ustalenie, które rośliny najlepiej filtrują powietrze oraz sprawdzenie, jak można wpłynąć na zachodzące reakcje, by były najbardziej wydajne.

Uzyskane wyniki wskazały, że niektóre rośliny doprowadzały do zredukowania nawet 90% zanieczyszczeń. Najlepsze wyniki NASA otrzymała przy zastosowaniu gerbery, bluszczu pospolitego oraz sansewiery gwinejskiej – należy zauważyć, że są to rośliny niewymagające jeżeli chodzi o dostęp do światła słonecznego, czyli łatwe do codziennego zastosowania w szczelnych budynkach.

Celem naszego projektu było zbudowanie oraz sprawdzenie jakości działania prototypu oczyszczacza powietrza zaproponowanego przez NASA.

#### Literatura:

1. B.C. Wolverton, W.L. Douglas, K. Bounds, *Interior landscape plants for indoor air pollution abatement*, NASA, **1989**

**P41**

## **NOWE OBLICZA ENERGETYKI**

**Jagoda Skibicka, Laura Napora, Weronika Sobol, Anna Wójcik**

I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Jarosławiu  
e-mail nauczyciela: wojcik.anna@lo.kopernik.jaroslaw.pl

W dobie szeroko zakrojonego i dynamicznego rozwoju zainteresowania energetyką odnawialną, plakat wspiera ideę wykorzystywania odnawialnej energii słonecznej w celu zmniejszenia negatywnego wpływu emisji dwutlenku węgla przez spaliny samochodowe.

Porusza temat farb solarnych jako estetyczniejszej i tańszej w produkcji alternatywy dla paneli fotowoltaicznych.

Ciekawym prototypem wspierającym wykorzystanie odnawialnej energii słonecznej jest odzież zawierająca ogniwa fotowoltaiczne, które umożliwiają wytwarzanie prądu, gdy zostanie skierowane na nie światło. Takie zastosowanie ogniw fotowoltaicznych umożliwia rozpowszechnienie i popularyzację odnawialnych źródeł energii oraz skutkuje ułatwieniami w życiu codziennym – w każdym miejscu będzie możliwość naładowania urządzenia elektrycznego.

Plakat promuje zastosowanie nowoczesnych oraz ekologicznych ogniw perowskitowych, które dzięki swym właściwościom stanowią atrakcyjny sposób absorpcji promieni słonecznych.

### Literatura:

1. R. Tytko, Fotowoltaika, Kraków, Towarzystwo Słowaków w Polsce, **2020**.
2. R. Tytko, Urządzenia i systemy energetyki odnawialne, Kraków Towarzystwo Słowaków w Polsce, **2020**.
3. B. Wodecka-Duś, Właściwości perowskitowej ceramiki ferroelektrycznej na bazie tytanianu baru, Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, **2017**.
4. T. Chmielniak, Technologie energetyczne, Wydawnictwo Naukowe PWN, **2021**.

**P42**

## **PALIWA PRZYSZŁOŚCI**

**Stanisław Kolet - Iciek, Maria Dusza, Aleksandra Ćwiklak,**  
**Ewelina Kobyłańska**

XLII Liceum Ogólnokształcące im. Adama Mickiewicza w Krakowie  
e-mail nauczyciela: ekobylanska42lo@gmail.com

Do biopaliw zaliczamy wszystkie paliwa uzyskane drogą przetworzenia produktów pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego. Są powszechnie stosowane jako alternatywne oraz czystsze źródła paliwa od paliw kopalnych (np. gaz ziemny). Paliwa alternatywne emitują do środowiska niską ilość dwutlenku węgla, tym samym nie wpływają znacząco na postępujące globalne ocieplenie. Można je klasyfikować ze względu na stan skupienia lub metodę wytworzenia.

Biopaliwa stałe - słoma w postaci bel lub kostek, biopaliwa ciekłe - otrzymywane są w drodze fermentacji alkoholowej. Biopaliwa gazowe - otrzymywane w drodze fermentacji beztlenowej

Biopaliwa I generacji są pozyskiwane z cukru, skrobi lub oleju roślinnego. Biopaliwa II generacji pozyskuje się z odpadów roślinnych lub roślin niejadalnych. Biopaliwa III generacji są najbardziej wydajnymi pod względem produkcji paliwami alternatywnymi. Efektywność glonów, z których między innymi pozyskiwane są paliwa tej generacji, jest 30 razy większa niż pozyskiwanie jakiegokolwiek innego rodzaju paliwa. Przykładem może być paliwo glonowe.

Korzyści płynących z zastosowania biopaliw jest wiele np. emisja zanieczyszczeń jest dużo mniejsza od paliw kopalnych, biopaliwa produkowane są z zasobów odnawialnych oraz nie przyczyniają się do globalnego ocieplenia.

Biopaliwa stosowane są nie tylko w transporcie, ale również zasilają wszczepialne urządzenia medyczne (np. biosensory glukozy), mogą być wykorzystane do usuwania związków organicznych ze strumienia odpadów bez dodatkowych kosztów oraz do ogrzewania budynków (paliwo grzewcze – „bio-ogrzewanie”) [1,2]

Biodiesel jest paliwem biodegradowalnym co oznacza, że do jego produkcji wykorzystujemy materiały odnawialne w tym przypadku jest to przetworzony chemicznie olej roślinny lub zwierzęcy, jednak najczęściej do jego produkcji używa się oleju rzepakowego. Estry metylowe kwasów tłuszczowych, które są głównym składnikiem, zapewniają lepsze własności smarne silnikom niż tradycyjny olej napędowy. Spalanie biodiesla emituje zdecydowanie mniej tlenu węgla(IV) niż tradycyjne paliwo, które jest teraz

najczęściej stosowane. Dzięki temu biodiesel jest korzystniejszy dla globalnego bilansu CO<sub>2</sub> [3].

Bioetanol jest to odwodniony spirytus etylowy, produkowany z surowców rolniczych (zboża, ziemniaki, buraki cukrowe). Wykorzystuje się go w przemyśle paliwowym, może być stosowany jako paliwo silnikowe bezpośrednio i pośrednio - samoistne paliwo do zasilania silników lub dodatek do benzyn silnikowych o zawartości ok. 5% bez zmiany konstrukcyjnej silnika. Bioetanol spala się całkowicie, nie wydzielając zapachu ani dymu, w wyniku spalania powstaje para wodna i tlenek węgla(IV) w ilościach bardzo zbliżonych do powietrza wydychanego przez człowieka. Jest zatem w pełni bezpieczny dla zdrowia [1,4,5].

Literatura:

1. dr inż. M. Michalski, wykład *Biopaliwa*.
2. Materiały inżynierskie, *Biopaliwo: Co to jest?*.
3. K. Lis, artykuł (aktualizacja) *Biodiesel*, **2013**.
4. A. Mędrzak, artykuł *Bioetanol – czy to biopaliwo zastąpi ropę naftową? Jakie problemy wiążą się z jego produkcją?*, **2022**.
5. W. Piekarski, G. Zając, artykuł *Możliwości wykorzystania biopaliw płynnych do zasilania silników spalinowych*, **2011**.