

**Nazwa w języku polskim: Nowoczesne technologie produkcji ekologicznych paliw gazowych – biogazu i wodoru – z biomasy**

**Nazwa w jęz. angielskim: Sustainable green technologies – engineering of biogas and biohydrogen production from biomass**

**Dane dotyczące zajęć:  
Information on course:**

**Jednostka oferująca: Wydział Chemiczny // prowadzący dr hab. inż. Krzysztof Piotrowski, prof. Pol. Śl.**  
**Course offered by: Faculty of Chemistry // prowadzący dr hab. inż. Krzysztof Piotrowski, prof. Pol. Śl.**

**Język wykładowy:**

Angielski

**Language:**

English

**Strona WWW:**

**Course homepage:**

**Skrócony opis:**

Celem przedmiotu jest podanie podstaw teoretycznych zagadnień związanych z nowoczesnymi technologiami produkcji ekologicznych paliw gazowych – biogazu oraz wodoru – wykorzystując jako surowiec odnawialny ogólnodostępną biomasę.

**Short description:**

An objective of the course is providing the students with theoretical background of processes used in modern green technologies of biogas and biohydrogen production from biomass resources and solid wastes.

**Opis:**

**Treści programowe**

**Wykład**

1. Analiza potencjalnych możliwości otrzymywania paliw gazowych z biomasy – główne technologie konwersji – stosowane katalizatory.
2. Zróżnicowanie zasobów biomasy.
3. Wodór jako ekologiczny nośnik energii – problematyka ekonomiczna stopniowego wprowadzania paliwa wodorowego w krajach Unii Europejskiej.
4. Ekonomiczne i środowiskowe aspekty produkcji paliwa wodorowego z biomasy.
5. Przegląd technologii produkcji wodoru z biomasy – piroliza, gazyfikacja, biologiczne metody produkcji wodoru (bezpośrednia i pośrednia biofotoliza, biologiczna water – gas shift reaction, fotofermentacja, ciemna fermentacja) – podstawy teoretyczne i zjawiska limitujące, ekologiczna fermentacyjna produkcja biowodoru – podstawy teoretyczne i zastosowania praktyczne (inoculum – czyste i mieszane kultury bakteryjne, indukowane stresy w środowisku bakterii, substraty, typ reaktora, pH, temperatura, okresowy i ciągły tryb pracy).
6. Podstawy teoretyczne procesów transportu masy i energii w bioreaktorach – metody projektowe.
7. Modele kinetyczne procesu i ich zastosowanie przy projektowaniu i optymalizacji bioreaktora.
8. Wodorowe ogniwa paliwowe, infrastruktura przechowywania i dystrybucji wodoru.
9. Koncepcja biorafinerii i rozwiązania praktyczne.
10. Rozwój systemów produkcji wodoru z biomasy.
11. Potencjalne możliwości produkcji biogazu oraz aktualne technologie jego wytwarzania.

12. Czystość biogazu oraz metody eliminacji zanieczyszczeń gazowych z jego składu – przegląd wymagań technicznych odnośnie czystości biogazu dla wybranych zastosowań.
13. Ograniczenia ekonomiczne. Optymalne metody produkcji biogazu z biomasy ze względu na wybrane czynniki.
14. Instalacje produkcji biogazu – zasadnicze elementy, wskazówki projektowe – integracja z infrastrukturą typowego gospodarstwa rolniczego, typy reaktorów do produkcji biogazu (reaktor zbiornikowy i lagunowy).
15. Metody przechowywania i dystrybucji biogazu. Wielokryterialna optymalizacja procesu produkcji biogazu. Nowoczesne złożone systemy hybrydowe bioreaktorów.

**Wykład:**

- **Stacjonarne: 30 h**

**Liczba punktów ECTS: 2**

**Description:**

**Lecture**

1. Gaseous fuels from biomass – main conversion technologies – applied catalysts.
2. Biomass residues, wastes and energetic crops.
3. Hydrogen as an energy carrier – problems of systematic transition to a hydrogen economy in EU countries.
4. Economic and environmental impacts of biomass-based hydrogen.
5. Overview of biohydrogen production technologies from biomass – hydrogen from biomass pyrolysis, gasification, biological processes for hydrogen production (direct and indirect biophotolysis, biological water – gas shift reaction, photo-fermentation, dark fermentation) – fundamentals and limiting processes, sustainable fermentative biohydrogen production – theoretical basis and practical applications (inoculum – pure and mixed bacterial cultures, bacterial stress enrichment, substrates, reactor type, pH, temperature, batch and continuous mode).
6. Fundamentals of mass end energy transport in bioreactors – design methods.
7. Process kinetic models and their implementation in bioreactor design and optimization.
8. Hydrogen fuel cells, storage and distribution infrastructure.
9. Bio/catalytic refinery concept and practical solutions.
10. Industrial implementation of hydrogen production systems from biomass.
11. Potential biogas resources and current biogas production technologies.
12. Biogas purity and its upgrading methods – review of technical requirements concerning biogas purity for specific final applications.
13. Economic constraints. Optimal methods of biogas production from biomass in respect to selected factors.
14. Biogas production plants – main elements, design considerations – integration of biogas reactor with typical agricultural farm infrastructure, biogas reactor types (tank reactor, lagoon reactor).
15. Biogas storage and distribution. Optimization of biogas production processes. Modern advanced hybrid biogas reactors.

**Lecture:**

- **full-time studies: 30 h**

**Number of ECTS credits: 2**

**Literatura:**

Clark J.H., Deswarte F., Introduction to Chemicals from Biomass, Wiley 2008.

Klass D., Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, Academic Press 1998.  
 Deublein D., Steinhäuser A., Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction, Wiley 2010.  
 Silveira S., Bioenergy – Realizing the Potential, Elsevier 2005.  
 Kamm B., Gruber P.R., Kamm M., Biorefineries – Industrial Processes and Products: Status Quo and Future Directions, Wiley 2010.  
 da Rosa A., Fundamentals of Renewable Energy Processes, Academic Press 2009.  
 Vertes A., Qureshi N., Youkawa H., Blaschek H.P., Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries, Wiley 2010.

**Bibliography:**

Clark J.H., Deswarte F., Introduction to Chemicals from Biomass, Wiley 2008.  
 Klass D., Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals, Academic Press 1998.  
 Deublein D., Steinhäuser A., Biogas from Waste and Renewable Resources: An Introduction, Wiley 2010.  
 Silveira S., Bioenergy – Realizing the Potential, Elsevier 2005.  
 Kamm B., Gruber P.R., Kamm M., Biorefineries – Industrial Processes and Products: Status Quo and Future Directions, Wiley 2010.  
 da Rosa A., Fundamentals of Renewable Energy Processes, Academic Press 2009.  
 Vertes A., Qureshi N., Youkawa H., Blaschek H.P., Biomass to Biofuels: Strategies for Global Industries, Wiley 2010.

**Efekty uczenia się:**

**Wiedza:** zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i techniki  
**Umiejętności:** potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie  
**Kompetencje społeczne:** jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

**Learning outcomes:**

**Knowledge:** knows and understands the basic problems of modern civilization in relation to the achievements of science and technology  
**Skills:** is able to independently plan and implement his/her own lifelong learning  
**Social competences:** is ready to critically evaluate the knowledge he/she possesses and the content he/she receives, to recognize the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems and to consult experts in case of difficulties in solving the problem independently.

**Metody i kryteria oceniania:**

Wykład  
 Zaliczenie w formie:  
 Prezentacja multimedialna na zadany temat  
 Kryterium zaliczenia:  
 Pozytywna ocena z prezentacji

**Assessment methods and assessment criteria:**

Lecture  
 Passing the course in the form of multimedia presentation on a given topic  
 Criterion for passing the course:  
 Positive grade for the presentation

**Dodatkowe informacje**  
**Element of course groups in various terms:**

Opis zajęć Course group description	
--	--

<u>zajęcia z bazy UBZO</u> <u>studia stacjonarne</u> stopień studiów – <u>dowolny</u> kierunek studiów – <u>dowolny</u> , semestr <u>dowolny</u>  <u>elective courses</u> <u>full-time studies</u> degree - <u>any</u> field of study - <u>any</u> semester - <u>any</u>	
cykl	2025/2026