

CREATIVETIME

doktorant.com.pl



12

ZAGADNIENIA  
AKTUALNIE  
PORUSZANE  
PRZEZ  
MŁODYCH  
NAUKOWCÓW

**Redaktor Wydania:** Krzysztof Piech

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, al. A. Mickiewicza 30, Kraków 30-059.

**Skład tekstów i projekt graficzny okładki:** Marcin Kuczera

**Korekty:** Krzysztof Piech, Marcin Kuczera

Opracowanie pt. ZAGADNIENIA AKTUALNIE PORUSZANE PRZEZ MŁODYCH NAUKOWCÓW zawiera recenzowane prace naukowe Młodych Naukowców współpracujących z CreativeTime, którzy wzięli udział w Konferencji Młodych Naukowców nt. NOWE WYZWANIA DLA POLSKIEJ NAUKI – II edycja – 10.09.2017 w Gdańsku, 2.12.2017 we Wrocławiu, 9.12.2017 w Krakowie, 13.01.2018 w Warszawie, 20.01.2018 w Poznaniu oraz w Konferencji Młodych Naukowców nt. BIOLOGIA, CHEMIA I ŚRODOWISKO - SPOJRZENIE MŁODYCH NAUKOWCÓW - 9.12.2017 w Krakowie. Skład opracowania wykonano na podstawie dostarczonych przez autorów tekstów. Wszystkie artykuły zostały opublikowane na odpowiedzialność ich autorów. Za treść odpowiadają autorzy poszczególnych tekstów.

ISBN: 978-83-63058-81-4

### **Opracowanie**

Niniejsza książka elektroniczna DVD ma służyć młodym naukowcom. Propagujemy podejmowane działania wśród młodych naukowców, wiedzę, innowacyjne badania oraz rozwój nauki. Nauka musi charakteryzować się ciągłym rozwojem. Dzisiejsi naukowcy korzystają z coraz to nowocześniejszych metod badawczych, prowadzą różnego rodzaju projekty, których efekty w nieodległej przyszłości mają służyć całej społeczności i otaczającemu nas środowisku. Niniejsze opracowanie zawiera zbiór zagadnień prezentujących zainteresowania naukowe młodych adeptów nauki.

### **Młody naukowiec**

Absolwenci studiów drugiego stopnia coraz częściej podejmują decyzję o rozpoczęciu studiów doktoranckich. Decyzja ta często podyktowana jest chęcią pozostania na uczelni w charakterze naukowca i wykładowcy. Niestety po otrzymaniu dyplomu doktora nauk tylko część młodych naukowców pozostanie na uczelni macierzystej. Część młodych doktorów zasili inne uczelnie i jednostki naukowe, a zdecydowana większość rozpocznie kolejny etap swojego życia w instytucjach państwowych i firmach prywatnych. Dlatego też obok realizacji własnych badań naukowych i pisania pracy, doktoranci powinni podjąć wszelkie możliwe działania zmierzające do nawiązania współpracy z firmami prywatnymi, aby realizować dalszą karierę zawodową. Włączanie się doktorantów w różnego rodzaju projekty międzyuczelniane, współpracę w modelu naukowiec-firma, udział we wszelkich konferencjach i szkoleniach o charakterze biznesowo-naukowym zwiększa szanse doktorantów na rozwój naukowy i zawodowy, a przede wszystkim może przynieść upragnioną satysfakcję.

Młodzi naukowcy, którzy pozostali na uczelni wyższej w charakterze często asystenta, adiunkta mają również wiele możliwości nawiązania współpracy ze stale rozwijającym się polskim biznesem. Należy zastanowić się, w jaki sposób przenieść własne dokonania i pomysły naukowe do realizacji w biznesie.

### **Biznes**

Niewątpliwie szansą dla biznesu są innowacje, które niosą ze sobą między innymi młodzi naukowcy. Każdy dobry biznesmen powinien zdać sobie sprawę, że nie ma innowacji bez nowych pomysłów i badań naukowych.

Sami spróbujmy zachęcić właścicieli polskich firm, osoby decyzyjne, menedżerów do nawiązywania współpracy z nami - Młodymi Naukowcami.

### **Wydawca:**

Wydawca: CREATIVETIME, [www.creativetime.pl](http://www.creativetime.pl)  
biuro@creativetime.pl  
Skrytka Poczтовая nr 92, 30-093 Kraków 23

Nakład 110 egzemplarzy

**Wydanie ISBN**

# ZAGADNIENIA AKTUALNIE PORUSZANE PRZEZ MŁODYCH NAUKOWCÓW 12

Wydawca: CREATIVETIME

Kraków 2018



## SPIS TREŚCI

BIOLOGIA  
 BIOCHEMIA  
 FIZYKA  
 MEDYCYNĄ

<b>BADANIA FIZYKOCHEMII POWIERZCHNI Z WYKORZYSTANIEM SPEKTROSKOPII FOTOLEKTRONÓW</b>	14
<i>Adam Sarnecki, Paweł Adamski, Agata Komorowska, Marlena Nadziejko</i>	
<b>ANALIZA KATALIZATORÓW KOBALTOWYCH DO SYNTEZY AMONIAKU Z WYKORZYSTANIEM SPEKTROSKOPII FOTOLEKTRONÓW</b>	18
<i>Adam Sarnecki, Paweł Adamski, Agata Komorowska, Marlena Nadziejko</i>	
<b>BADANIA POWIERZCHNI TLENKÓW NIKLU I KOBALTU METODĄ SPEKTROSKOPII FOTOLEKTRONÓW</b>	21
<i>Adam Sarnecki, Paweł Adamski, Agata Komorowska, Marlena Nadziejko</i>	
<b>BADANIA POWIERZCHNI NANOCELULOZY MODYFIKOWANEJ ZWIĄZKAMI KRZEMOORGANICZNYMI</b>	25
<i>Adam Sarnecki, Paweł Adamski, Agata Komorowska, Marlena Nadziejko</i>	
<b>MODELOWANIE ZMIAN WIELKOŚCI KRYSTALITÓW PODCZAS AZOTOWANIA NANOKRYSTALICZNEGO ŻELAZA</b>	29
<i>Agata Komorowska, Paweł Adamski, Marlena Nadziejko, Adam Sarnecki</i>	
<b>WPLYW TEMPERATURY I POTENCJAŁU AZOTOWEGO NA PROCES AZOTOWANIA NANOKRYSTALICZNEGO ŻELAZA</b>	33
<i>Agata Komorowska, Paweł Adamski, Marlena Nadziejko, Adam Sarnecki</i>	
<b>REAKCJA AZOTOWANIA NANOKRYSTALICZNEGO ŻELAZA – SYMULACJA PROCESU</b>	37
<i>Agata Komorowska, Paweł Adamski, Marlena Nadziejko, Adam Sarnecki</i>	
<b>ZASTOSOWANIE DYFRAKCJI RENTGENOWSKIEJ DO BADANIA ŚREDNIEJ WIELKOŚCI NANOKRYSTALITÓW</b>	42
<i>Agata Komorowska, Paweł Adamski, Marlena Nadziejko, Adam Sarnecki</i>	
<b>PRZEMIANY FAZOWE PODCZAS AZOTOWANIA NANOKRYSTALICZNEGO ŻELAZA</b>	46
<i>Agata Komorowska, Paweł Adamski, Marlena Nadziejko, Adam Sarnecki</i>	
<b>PROJEKTY ARCHITEKTONICZNE ZGODNE Z NATURĄ - CZYLI O OPTYMALIZACJI GEOMETRII Z WYKORZYSTANIEM UKŁADÓW BIOLOGICZNYCH</b>	49
<i>Agata Mrowiec</i>	
<b>MIKROORGANIZMY W DEGRADACJI CELULOZY</b>	53
<i>Agata Terebieniec, Natalia Filipowicz</i>	
<b>BIUROWE KLEJE POLILAKTYDOWE</b>	55
<i>Agnieszka Świętoń, Dominika Misiura</i>	
<b>ANALIZA POTENCJAŁU ENERGETYCZNEGO WIATRU DLA POLSKIEJ CZĘŚCI MORZA BAŁTYCKIEGO</b>	59
<i>Aleksandra Szulc, Anna Sowiżdżał</i>	
<b>ZNACZENIE SKAŁ JOTUNITOWYCH (MONZODIORYTÓW HIPERSTENOWYCH) W EWOLUCJI MASYWÓW ANORTOZYTOWYCH (PÓŁNOCNO-WSCHODNIA POLSKA)</b>	65
<i>Anna Grabarczyk, Michał Ruszkowski</i>	
<b>SYSTEMY OCZYSZCZANIA ŚCIEKÓW I UPRAWY ROŚLIN W OBIEKTACH KOSMICZNYCH</b>	70
<i>Anna Jurga</i>	
<b>CHŁODZENIE WYPARNE Z M-OBIEGIEM W SORPCYJNYCH SYSTEMACH KLIMATYZACYJNYCH W WARUNKACH POLSKIEGO KLIMATU</b>	74
<i>Anna Pacak</i>	
<b>WPLYW MIKROZANIECZYSZCZEŃ NA PROCES FERMENTACJI METANOWEJ OSADÓW ŚCIEKOWYCH</b>	77
<i>Bartłomiej Macherzyński</i>	
<b>WSPÓLNA FERMENTACJA KOMUNALNYCH OSADÓW ŚCIEKOWYCH I OSADÓW WYDZIELONYCH ZE ŚCIEKÓW KOKSOWNICZYCH</b>	82
<i>Bartłomiej Macherzyński, Maria Włodarczyk-Makula, Dominik Wojewódka, Ewa Ładyga</i>	
<b>WPLYW WYBRANYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA ORGANIZM CZŁOWIEKA</b>	88
<i>Dariusz Góra</i>	

<b>ZRÓŻNICOWANIE RUNA LEŚNEGO NADRZECZNYCH LASÓW POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI POLSKI</b>	94
<i>Dariusz Kozik</i>	
<b>ZDEFINIOWANIE WYMAGAŃ STRUKTURALNYCH DLA SELEKTYWNOŚCI WOBEC RECEPTORA SEROTONINOWEGO 5-HT7</b>	97
<i>Sabina Podlewska, Stefan Mordalski, Rafał Kafel, Grzegorz Satała, Andrzej J. Bojarski</i>	
<b>RECYKLING OPAKOWAŃ DREWNIANYCH W ASPEKTACH ŚRODOWISKOWYCH</b>	101
<i>Ilona Olsztyńska, Sebastian Scholz</i>	
<b>PLATFORMA ANALIZY FIZYKO-CHEMICZNEJ ŚRODOWISKA W BUDYNKACH INTELIGENTNYCH</b>	107
<i>Jarosław Utracki</i>	
<b>SYSTEMY DOMÓW INTELIGENTNYCH – ZAKRES FUNKCJONALNY KONTROLI ŚRODOWISKA W ASPEKcie OSZCZĘDNOŚCI WYDATKOWANIA ENERGETYCZNEGO W BUDYNKACH INTELIGENTNYCH WSPARTYCH ALGORYTMIKĄ ROJOWĄ</b>	112
<i>Jarosław Utracki</i>	
<b>SYSTEMY DOMÓW INTELIGENTNYCH – ANALIZA PRECYZYJNA CZYNNIKÓW ŚRODOWISKOWYCH W SYSTEMACH ZARZĄDZANIA ENERGIĄ (IBEMS), A WPŁYW CZYNNIKÓW ŚRODOWISKOWYCH NA KOMFORT CIEPLNY W BUDYNKACH INTELIGENTNYCH</b>	118
<i>Jarosław Utracki</i>	
<b>SYSTEMY DOMÓW INTELIGENTNYCH – PRZETWARZANIE DANYCH W ZAKRESIE AKWIZYCJI DANYCH ŚRODOWISKOWYCH W SYSTEMACH ZARZĄDZANIA ENERGIĄ (IBEMS)</b>	123
<i>Jarosław Utracki</i>	
<b>SYSTEMY DOMÓW INTELIGENTNYCH – SCHEMAT FUNKCJONOWANIA SPRZĘŻEŃ ZWROTNYCH W SYSTEMIE ZARZĄDZANIA ENERGETYCZNEGO W BUDYNKACH INTELIGENTNYCH</b>	126
<i>Jarosław Utracki</i>	
<b>PROJEKTOWANIE POSADOWIENIA MORSKICH ELEKTROWNI WIATROWYCH NA MORZU BAŁTYCKIM WEDŁUG PRZEPISÓW I ZALECEŃ EUROPEJSKICH</b>	131
<i>Kamila Międlarz, Paweł Więclawski</i>	
<b>ANALIZA WYKORZYSTANIA INSTALACJI FOTOWOLTAICZNEJ TYPU ON-GRID Z MAGAZYNEM ENERGII DO PRODUKCJI ENERGII W BUDYNKU UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ</b>	137
<i>Małgorzata Anna Dutka</i>	
<b>KATECHOL – NAJWAŻNIEJSZY PRODUKT POŚREDNI SZLAKÓW BIODEGRADACJI WĘGLOWODORÓW MONOAROMATYCZNYCH</b>	143
<i>Natalia Filipowicz, Malwina Momołko, Agata Terebieniec</i>	
<b>GOSPODARKA ODPADAMI, JAKO ASPEKT ŚRODOWISKOWY PRZEDSIĘBIORSTWA</b>	146
<i>Sebastian Scholz, Ilona Olsztyńska</i>	
<b>BIOCHEMIA BIOLOGIA MEDYCYNĄ ŻYWIENIE</b>	
<b>BARDZO WYSOKIE DAWKI WITAMINY D I ICH WPŁYW NA ZDOLNOŚCI MOTORYCZNE WŚRÓD OSÓB AKTYWNYCH FIZYCZNIE</b>	152
<i>Anna Mikołajska</i>	
<b>ZACHOROWALNOŚĆ NA NOWOTWORY ZŁOŚLIWE W 2015 ROKU NA TERENIE MIASTA BIELSKA-BIAŁA</b>	157
<i>Dariusz Góra</i>	
<b>CANDIDA GLABRATA – NIEBEZPIECZNY KREWNY DROŹDŹY PIEKARSKICH SACCHAROMYCES CEREVISIAE</b>	162
<i>Dorota Satała, Aleksandra Żelazna</i>	
<b>KRĘG POŁOWICZY (HEMIVERTEBRAE) – WADA ROZWOJOWA KREGÓW U BULDOGÓW FRANCUSKICH</b>	168
<i>Iza Wadowska</i>	
<b>OCENA STYLU ŻYCIA, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM SPOSOBU ŻYWIENIA, MŁODZIEŻY W WIEKU 14-16 LAT W ZALEŻNOŚCI OD PŁCI</b>	171
<i>Izabela Daniel, Joanna Sadowska, Magda Bruszkowska</i>	



<b>WYBRANE ASPEKTY CHARAKTERYSTYKI ORAZ ROLI INTERFERONU GAMMA (IFN-<math>\gamma</math>)</b>	176
<i>Joanna Dunacka, Wojciech Glac</i>	
<b>BIAŁKA ENZYMATYCZNE ZAANGAŻOWANE W PRZEBUDOWĘ ŚCIANY KOMÓRKOWEJ <i>CANDIDA ALBICANS</i>– NOWY CEL W TERAPII PRZECIWGRZYBICZEJ?</b>	180
<i>Justyna Karkowska-Kuleta, Magdalena Surowiec</i>	
<b>FOSFOROORGANICZNE ZWIĄZKI OPÓŹNIAJĄCE PALENIE I ICH PRZENIKANIE DO ORGANIZMU CZŁOWIEKA</b>	185
<i>Karol Bukowski</i>	
<b>RADIOCHIRURGIA – FIZYCZNY ASPEKT W LECZENIU GUZÓW MÓZGU</b>	191
<i>Katarzyna Antończyk-Szewczyk, Beata Kozłowska, Anna Mitek</i>	
<b>ŻYWNOŚĆ FUNKCJONALNA - PODZIAŁ I CHARAKTERYSTYKA</b>	195
<i>Katarzyna Żelizko, Karol Kupryaniuk</i>	
<b>WPLYW DODATKU KULTURY PROBIOTYCZNEJ, INULINY I TRANSGLUTAMINAZY NA CECHY JAKOŚCIOWE MLECZNYCH NAPOJÓW FERMENTOWANYCH</b>	199
<i>Katarzyna Skryplonek</i>	
<b>RUCHOME ELEMENTY GENETYCZNE – CZYNNIK WPŁYWAJĄCY NA EKSPRESJĘ GENÓW</b>	204
<i>Kornelia Kwolek</i>	
<b>GIBSON ASSEMBLY CLONING METHOD IN PRACTICE</b>	207
<i>Marta Kolonko</i>	
<b>WIELOLEKOOPORNE ZAKAŻENIA <i>CANDIDA</i> - PROBLEM XXI WIEKU!</b>	212
<i>Martyna Mroczyńska</i>	
<b>PEPTYDY NATRIURETYCZNE W DIAGNOSTYCE NIEWYDOLNOŚCI SERCA</b>	216
<i>Mateusz Fic, Paweł Jakubiszyn, Paulina Fic</i>	
<b>PRZEGLĄD FOSFOROWYCH ANALOGÓW BETULINY I KWASU BETULINOWEGO O POTENCJALNEJ AKTYWNOŚCI BIOLOGICZNEJ</b>	219
<i>Mateusz Zawojak, Karolina Krynicka, Mirosława Grymel</i>	
<b>ANALIZA KORELACJI STRUKTURA – AKTYWNOŚĆ PRZECIWNOWOTWOROWA PENTACYKLICZNYCH TRITERPENÓW TYPU LUPANU</b>	225
<i>Mateusz Zawojak, Karolina Krynicka, Mirosława Grymel</i>	
<b>INSULINOPODOBY CZYNNIK WZROSTU-1 (IGF-1) – WPŁYW NA ROZWÓJ CHOROÓB NOWOTWOROWYCH, CUKRZYCY I NISKOROSŁOŚCI</b>	231
<i>Paweł Jakubiszyn, Mateusz Fic</i>	
<b>ARCHEOLOGIA ANTROPOLOGIA GEOGRAFIA OGRODNICTWO ROLNICTWO TURYSTYKA</b>	
<b>WYZWANIA MŁODEGO BADACZA PRZESZŁOŚCI – CZĘŚĆ 1: BADANIA WYKOPALISKOWE, PUBLIKACJE NAUKOWE ORAZ WYSTĄPIENIA KONFERENCYJNE</b>	236
<i>Aleksandra Zuzanna Fijałkowska</i>	
<b>WYZWANIA MŁODEGO BADACZA PRZESZŁOŚCI – CZĘŚĆ 2: ZAJĘCIA DYDAKTYCZNE, RELACJE Z KADRĄ NAUKOWĄ ORAZ STUDENTAMI, CZŁONKOSTWO W ORGANIZACJACH STUDENCKICH</b>	238
<i>Aleksandra Zuzanna Fijałkowska</i>	
<b>TURYSTYKA PRZEMYSŁOWA JAKO JEDNA Z FORM TURYSTYKI KULTUROWEJ</b>	240
<i>Anna Jaśkiewicz</i>	
<b>BADANIA OSADÓW RZECZNYCH Z WYKORZYSTANIEM METODY GEORADAROWEJ</b>	244
<i>Anna Lejzerowicz</i>	
<b>OCENA ZASOBU DENDROFLORY TERENÓW MIEJSKICH RADOMSKA</b>	248
<i>Ernest Rudnicki</i>	
<b>TEST PREPARATÓW POWIERZCHNIOWYCH DO ZABEZPIECZANIA RAN DRZEW</b>	254
<i>Ernest Rudnicki</i>	
<b>MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA MATERIAŁÓW WŁÓKNISTYCH JAKO WYPEŁNIACZY KOMPOZYTÓW POLIMEROWYCH</b>	260
<i>Karol Kupryaniuk, Katarzyna Żelizko, Agnieszka Wójtowicz, Maciej Combrzyński, Anna Smurzyńska, Tomasz Oniszczuk</i>	

<b>ZMIENNOŚĆ PODEJŚĆ DO KONCEPCJI PODNOSZENIA MROZOWEGO</b>	264
<i>Karol Augustowski, Agnieszka Bara</i>	
<b>ANTROPOLOGIA ZIEM ZACHODNICH I PÓŁNOCNYCH POLSKI Z PERSPEKTYWY PRZEDSTAWICIELA TRZECIEGO POKOLENIA MIESZKAŃCÓW REGIONU</b>	270
<i>Magdalena Bernat</i>	
<b>TWIERDZA KRAKÓW - „ARCHEOLOGICZNE ŚLADY BITWY KRAKOWSKIEJ 1914 R.”</b>	273
<i>Mieszko M. Janas</i>	

#### ARCHITEKTURA MATERIAŁY

<b>KORZYŚCI I MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA ARCHETYPU KONSTRUKCJI DREWNIANEJ WSPÓLCZEŚNIE</b>	280
<i>Agnieszka Porada-Jurek</i>	
<b>WYKORZYSTANIE FOURIEROWSKIEJ SPEKTROSKOPII W PODCZERWIENI DO BADANIA STĘŻENIA GAZÓW WYLOTOWYCH Z TLENKOWEGO OGNIWA PALIWOWEGO ZASILANEGO BIOGAZEM</b>	283
<i>Oskar Białk, Mikołaj Chlipała, Beata Bochentyn</i>	
<b>SYNTEZA I BADANIE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW TERMIELEKTRYCZNYCH TYPU <math>AgSbTe_{2-x}Se_x</math></b>	288
<i>Natalia Fiuczek, Beata Bochentyn</i>	
<b>WPLYW PARAMETRÓW MONTAŻOWYCH NA NOŚNOŚĆ ŁĄCZNIKÓW W PODŁOŻACH BETONOWYCH ZARYSOWANYCH</b>	293
<i>Daniel Dudek</i>	
<b>ZAGOSPODAROWYWANIE PRZESTRZENI POD OBIEKTAMI MOSTOWYMI W ŚWIELE PROCEDUR PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO</b>	296
<i>Elżbieta Komarzyńska-Świeściak</i>	
<b>FORMY WŁASNOŚCI I DYSPONOWANIA GRUNTAMI POŁOŻONYMI POD NADZIEMNYMI TRASAMI KOMUNIKACYJNYMI W MIASTACH W POLSCE</b>	302
<i>Elżbieta Komarzyńska-Świeściak</i>	
<b>MANUFACTURE OF OXIDE LAYERS IN THE LASER – INDUCED ANNEALING PROCESS OF THE TITANIUM SURFACE</b>	308
<i>Katarzyna Łęcka, Arkadiusz Antończak</i>	
<b>THE INFLUENCE OF LASER RADIATION ON THE CORROSION RESISTANCE OF BOTH AISI 420F AND AISI 630 MARTENSITIC STAINLESS STEEL</b>	312
<i>Katarzyna Łęcka, Jan Masalski, Bogdan Szczygieł, Arkadiusz Antończak</i>	
<b>THE INFLUENCE OF FIBER LASER RADIATION ON THE CORROSION RESISTANCE OF AISI 316 AUSTENIC STAINLESS STEEL</b>	317
<i>Katarzyna Łęcka, Arkadiusz Antończak</i>	
<b>ZASTOSOWANIE TOMOGRAFII KOMPUTEROWEJ W BADANIACH DREWNA SOSNY ZWYCZAJNEJ (<i>Pinus sylvestris L.</i>)</b>	321
<i>Patrycja Zatoń</i>	
<b>WPLYW PARAMETRÓW OBRÓBKI CIEPLNEJ NA MIKROSTRUKTURĘ ODKUWKI TYPU ROZWIDLONEGO</b>	324
<i>Paweł Widomski, Marcin Rychlik</i>	
<b>BADANIE STOPNIA ODWĘGLENIA WARSTWY WIERZCHNIEJ ODKUWEK TYPU ROZWIDLONEGO PO OBRÓBCE CIEPLNEJ</b>	330
<i>Paweł Widomski, Marcin Rychlik</i>	
<b>BADANIA NAD WYTWARZANIEM FOLII POLIETYLENOWEJ O OBNIŻONEJ PALNOŚCI</b>	335
<i>Piotr Stachak, Agnieszka Świętoń</i>	
<b>WYKRYWANIE DOMEN HYDROFOBOWYCH W SILIKONOWO-HYDROŻELOWYCH SOCZEWKACH KONTAKTOWYCH ZA POMOCĄ BARWNIA SUDAN IV</b>	341
<i>Sylwia Stiler, Sylwia Golba</i>	



<b>AKUSTYKA</b> <b>ELEKTRONIKA</b> <b>ELEKTRYKA</b> <b>INFORMATYKA</b> <b>MATEMATYKA</b> <b>ROBOTYKA</b> <b>TECHNOLOGIA</b> <b>TRANSPORT</b>	
<b>OBCIĄŻENIA NACZYNNIA WYCIĄGOWEGO W WARUNKACH NORMALNEJ EKSPLOATACJI</b>	346
<i>Agata Drzewosz, Stanisław Wolny</i>	
<b>WYKORZYSTANIE SKANINGOWEJ MIKROSKOPII ELEKTRONOWEJ W ANALIZIE STRUKTURY PRODUKTÓW MLECZARSKICH</b>	352
<i>Aleksandra Czaplńska</i>	
<b>MANIPULATORY ROBOTÓW PRZEMYSŁOWYCH I USŁUGOWYCH</b>	357
<i>Michał Soida, Bartosz Widera, Jakub Żak</i>	
<b>MODELOWANIE SYTUACJI KONFLIKTOWYCH Z MOŻLIWOŚCIĄ KOOPERACJI</b>	363
<i>Beata Siemińska</i>	
<b>MODEL AGE-STATE I JEGO ZASTOSOWANIE W MODELOWANIU POPULACJI SŁONI</b>	367
<i>Filip Turoboś</i>	
<b>WSPÓLCZESNE MECHANIZMY UŻYWANE W SYMULACJI TŁUMU ORAZ ICH ZASTOSOWANIE</b>	373
<i>Grzegorz Bazior, Paweł Król</i>	
<b>FALOWNIK REZONANSOWY DO NAGRZEWANIA INDUKCYJNEGO KLASY DE</b>	378
<i>Kamil Kierepka</i>	
<b>ALTERNATYWNE ŹRÓDŁA DŹWIĘKU PRZY POMIARACH ODPOWIEDZI IMPULSOWYCH TRUDNO DOSTĘPNYCH PRZESTRZENI</b>	380
<i>Katarzyna Sochaczewska, Jerzy Wiciak, Paweł Malecki</i>	
<b>PODSTAWY SYSTEMU IDENTYFIKACJI MÓWCÓW</b>	383
<i>Mateusz Gawlik</i>	
<b>WATER DESALINATION BY MEMBRANE DISTILLATION PROCESS</b>	388
<i>Patrycja Wesołowska</i>	
<b>OPTIMALIZACJA GEOMETRII PRZESTRZENNEJ CEWKI POD KĄTEM JEDNORODNOŚCI POLA MAGNETYCZNEGO</b>	393
<i>Paweł Lasek</i>	
<b>MODEL DOBORU MULTIMODALNYCH TECHNOLOGII TRANSPORTU PRODUKTÓW SZYBKO PSUJĄCYCH SIĘ – WYBRANE ELEMENTY</b>	397
<i>Paweł Lelen</i>	
<b>RÓŻNE RODZAJE ZBIORÓW MAŁYCH NA PROSTEJ</b>	401
<i>Piotr Nowakowski</i>	
<b>SPOŁECZNE</b> <b>EKONOMICZNE</b>	
<b>PERCEPCJA OSÓB NIEPEŁNOSPRAWNYCH PRZEZ STUDENTÓW KIERUNKÓW MEDYCZNYCH</b>	408
<i>Agnieszka Dębska, Agnieszka Zawadzka</i>	
<b>LĘK PRZED ŚMIERCIĄ U OSÓB Z ZABURZENIAMI LĘKOWYMI</b>	412
<i>Agnieszka Zawadzka, Agnieszka Dębska</i>	
<b>KLUCZOWE ZMIANY W STANDARDZIE ISO 9001:2015 JAKO ADAPTACJA DO NOWYCH WYMAGAŃ RYNKU</b>	416
<i>Anna Rodzeń, Monika Stoma, Katarzyna Niewęglowska, Marcin Natoniewski</i>	
<b>INFORMACJA, JAKO NAJWAŻNIEJSZY CZYNNIK ZARZĄDZANIA W RACHUNKOWOŚCI JEDNOSTKI SAMORZĄDU TERYTORIALNEGO</b>	422
<i>Kamil Janik</i>	
<b>POMIAR I KONTROLA DOKONAŃ W ZARZĄDZANIU ZASOBAMI LUDZKIMI NA PRZYKŁADZIE ZBILANSOWANEJ KARTY WYNIKÓW</b>	427
<i>Karol Front</i>	
<b>DETERMINANTY DECYZJI KONSUMENCKICH NA RYNKU POLSKIM W BRANŻY KOSMETYCZNEJ</b>	432
<i>Katarzyna Wysocka</i>	

<b>WYKONANIE DZIAŁAŃ KURATORSKICH I INNYCH SŁUŻB W CELU POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA RODZIN</b>	436
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>EUROSIEROCTWO JAKO WYZWANIE W PRACY SZKOŁY ORAZ INNYCH SŁUŻB</b>	440
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>ROLA KURATORA W WYKONANIU KARY OGRANICZENIA WOLNOŚCI I PRACY SPOŁECZNIE UŻYTECZNEJ</b>	445
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>ROLA NAUCZYCIELA W ZAKRESIE UDZIELANIA POMOCY PSYCHOLOGICZNO – PEDAGOGICZNEJ WOBEC DZIECKA, RODZINY</b>	449
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>WSPARCIE MATERIALNE DLA UCZNIÓW PRZEZ PAŃSTWO, KOŚCIÓŁ, ORGANIZACJE – ASPEKTY PRAWNE I SYSTEMOWE</b>	454
<i>Lukasz Burliga, Anna Zdańska – Burliga</i>	
<b>ZADANIA ORGANÓW I INSTYTUCJI W PRZECIWDZIAŁANIU PRZEMOCY W RODZINIE – WSPÓLPRACA INSTYTUCJI, KOŚCIOŁA I SPOŁECZEŃSTWA</b>	459
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>POMOC DZIECKU ZNAJDUJĄCEMU SIĘ W RODZINIE Z PROBLEM ALKOHOLOWYM – WSPARCIE PAŃSTWA, SZKOŁY, KOŚCIOŁA I ORGANIZACJI</b>	464
<i>Lukasz Burliga</i>	
<b>ORGANIZACJA FORM WYPOCZYNKU DLA DZIECI I MŁODZIEŻY PRZEZ SZKOŁY – ASPEKTY PRAWNE I WYCHOWAWCZE</b>	468
<i>Anna Zdańska – Burliga, Lukasz Burliga</i>	
<b>ORGANIZACJA POMOCY SPOŁECZNEJ ORAZ WYBRANE ZADANIA PRACOWNIKÓW SOCJALNYCH</b>	473
<i>Anna Zdańska–Burliga, Lukasz Burliga</i>	
<b>KOMPETENCJE MEDIALNE, INFORMACYJNE I CYFROWE DZIECI</b>	477
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>PEŁNOPRAWNI NIEPEŁNO(S)PRAWNI W RZECZYWISTOŚCI SZKOLNEJ</b>	483
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>WYBRANE KOMPETENCJE MEDIALNE I INFORMACYJNE DZIECI</b>	489
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>KONWERGENCJA KOMPETENCJI MEDIALNYCH, INFORMACYJNYCH I CYFROWYCH DZIECI</b>	495
<i>Magdalena Słowik</i>	
<b>BARIERY I STYMULATORY ROZWOJU BRANŻY TSL W POLSCE</b>	501
<i>Monika Bąk-Sokołowska</i>	
<b>KLUCZOWE CZYNNIKI SUKCESU W BRANŻY TSL</b>	507
<i>Monika Bąk-Sokołowska</i>	
<b>ZRÓWNOWAŻONA LOGISTYKA W STRATEGIACH WYBRANYCH PRZEDSIĘBIORSTW Z BRANŻY TSL</b>	513
<i>Monika Bąk-Sokołowska</i>	
<b>SAMOCENA I POCZUCIE WŁASNEJ SKUTECZNOŚCI MŁODZIEŻY SZKÓŁ ZAWODOWYCH I TECHNIKUM, WYKAZUJĄCEJ NIEPOWODZENIA SZKOLNE</b>	519
<i>Monika Wypych</i>	
<b>EDWARDA WILSONA SOCJOBIOLOGICZNE ROZUMIENIE NATURY LUDZKIEJ</b>	525
<i>Paweł Łoś</i>	
<b>RELIGIOLOGIA EWOLUCYJNA JAKO NOWA DYSCYPLINA NAUKOWA</b>	530
<i>Paweł Łoś</i>	
<b>WYKORZYSTANIE ROZWIĄZAŃ BIG DATA W ZARZĄDZANIU PRZEDSIĘBIORSTWEM</b>	535
<i>Viktoriia Gromova-Cieslik</i>	

## SUPLEMENT

<b>WYKORZYSTANIE ANALIZ PRZESTRZENNYCH GIS DO OKREŚLENIA POTENCJAŁU ROLNICZEGO GRUNTÓW NA OBSZARACH WIEJSKICH</b>	537
<i>Piotr Piotrowski</i>	

**Dziękujemy wszystkim wymienionym poniżej recenzentom artykułów zamieszczonych w niniejszym opracowaniu za poświęcenie swojego cennego czasu i wystawienie pozytywnych recenzji:**

Prof. dr hab. inż. Dariusz Andrejko / Prof. dr hab. inż. Józef Frańś / Prof. dr hab. inż. Marek Grabowski /  
 Prof. dr hab. inż. Marek Gryta / Prof. dr hab. inż. Ryszard Pęcherski / Prof. dr hab. inż. Sergey Anisimov /  
 Prof. dr hab. Andrzej Kozik / Prof. dr hab. Janina Wiszniewska / Prof. dr hab. Katarzyna Woźniak /  
 Prof. dr hab. Krzysztof Abramski / Prof. dr hab. Marek Balcerzak / Prof. dr hab. Witold Świątosławski /  
 Dr hab. inż. Agnieszka Wójtowicz / Dr hab. inż. Anna Brillowska-Dąbrowska, prof. PG /  
 Dr hab. inż. arch. Hubert Mełges / Dr hab. inż. Hubert Cieśliński / Dr hab. inż. Joanna Sreńscek-Nazzal /  
 Dr hab. inż. Katarzyna Kozłowicz / Dr hab. inż. Lech Balachowski, prof. nadzw. PG /  
 Dr hab. inż. Mariusz Szymczak / Dr hab. inż. Mariusz Wasiak, prof. PW / Dr hab. inż. Marta Kadela /  
 Dr hab. inż. Rafał J. Wróbel / Dr hab. inż. Wiesław Wszółek, prof. nadzw. / Dr hab. inż. Wojciech Lisowski /  
 Dr hab. inż. Zofia Lenzion-Bielun, prof. nadzw. / Dr hab. Agnieszka Skowrońska, prof. UE /  
 Dr hab. Barbara Tomaszewska, prof. AGH / Dr hab. Beata Augustyńska, prof. nadzw. / Dr hab. Damian Absalon /  
 Dr hab. Danuta Lewandowska, prof. UG / Dr hab. n. med. Iwona Gorący / Dr hab. Jarosław Wąs, prof. AGH /  
 Dr hab. Jolanta Chluska, prof. PCz / Dr hab. Małgorzata Bartosik-Purgat, prof. UEP /  
 Dr hab. Małgorzata Dzierżęcka-Gappa / Dr hab. Marek Kunasz / Dr hab. Maria Rapała-Kozik, prof. UJ /  
 Dr hab. Marzenna Nowicka, prof. UWM / Dr hab. Monika Szpringer, prof. UJK / Dr hab. Paweł Okołówski /  
 Dr hab. Piotr Gindrich / Dr hab. Urszula Bartnikowska, prof. UWM / Dr inż. Alicja Macko-Podgórn /  
 Dr inż. Beata Greb-Markiewicz / Dr inż. Dawid Makiela / Dr inż. Dorota Andrzejewska / Dr inż. Dorota Czopek /  
 Dr inż. arch. Elżbieta Grodzka / Dr inż. Jakub Adamek / Dr inż. Kamil Janiak / Dr inż. Katarzyna Felisiak /  
 Dr inż. arch. Krzysztof Wielgus / Dr inż. Marcin Kaszuba / Dr inż. Monika Śmiga-Matuszowicz /  
 Dr inż. Robert Kasner / Dr inż. Roman Simiński / Dr inż. Stanisław Lewiński vel Iwański /  
 Dr inż. Tadeusz Miruszewski / Dr inż. Tomasz M. Majka / Dr inż. Piotr Legutko / Dr inż. Rafał Pelka /  
 Dr n. med. Adam Szpechciński / Dr Agata Walencik-Łata / Dr Dawid Warszycycki / Dr Jerzy Zdański /  
 Dr Jolanta Latosińska / Dr Krzysztof Wiedermann / Dr Łukasz Chajer / Dr Maciej Hdorowicz /  
 Dr Małgorzata Pietruk / Dr Małgorzata Superczyńska / Dr Monika Maj /  
 Dr Ryszard Milczarek / Dr Teresa Kłosińska

**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji poszczególnych paneli II edycji konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki*, która odbyła się w Gdańsku dla:**

dr inż. Beata Bochentyn  
 dr inż. Marcin Pietras  
 dr inż. Tadeusz Miruszewski  
 mgr inż. Krzysztof Piech

**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji poszczególnych paneli II edycji konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki*, która odbyła się we Wrocławiu i Krakowie dla:**

dr inż. Elżbieta Romanik  
 dr inż. Justyna Miszczyk  
 mgr inż. Justyna Zuziak  
 mgr inż. Magdalena Górską

**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji poszczególnych paneli II edycji konferencji nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki*, która odbyła się w Warszawie i w Poznaniu dla:**

dr Kamila Sałasińska  
 mgr Agnieszka Hutniczak  
 mgr inż. Katarzyna Walkowiak

**Szczególne podziękowania za pomoc przy organizacji konferencji nt. *Biologia, Chemia i Środowisko - Spojrzenie Młodych Naukowców*, która odbyła się w Krakowie dla:**

dr Justyna Miszczyk  
 mgr inż. Magdalena Górską

**Dziękujemy za pracę w Komitecie Naukowym Konferencji  
nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki – II edycja (Gdańsk):***

dr inż. Beata Bochentyn  
dr inż. Elżbieta Romanik  
dr Ewa Ropelewska  
dr Justyna Karkowska-Kuleta  
dr inż. Justyna Miszczyk  
dr inż. Katarzyna Januszewicz  
dr Maciej Andrzejewski  
dr inż. Marcin Kuczera  
dr inż. Marcin Pietras  
dr Marta Heise  
dr Natalia Moch  
dr inż. Tadeusz Miruszewski

**Dziękujemy za pracę w Komitecie Naukowym Konferencji  
nt. *Nowe Wyzwania dla Polskiej Nauki – II edycja (Wrocław, Kraków, Warszawa, Poznań):***

dr Anna Lejzerowicz  
dr inż. Bartłomiej Macherzyński  
dr inż. Beata Bochentyn  
dr inż. Daniel Dudek  
dr inż. Elżbieta Komarzyńska-Świeściak  
dr inż. Elżbieta Romanik  
dr Ewa Ropelewska  
dr Justyna Karkowska-Kuleta  
dr inż. Justyna Miszczyk  
dr Kamila Sałasińska  
dr Karol Augustowski  
dr inż. Katarzyna Skryplonek  
dr Maciej Andrzejewski  
dr inż. Marcin Kozłowski  
dr inż. Marcin Kuczera  
dr inż. Marcin Pietras  
dr hab. inż. Marta Kadela  
dr Natalia Moch  
dr inż. Tadeusz Miruszewski

**Dziękujemy za pracę w Komitecie Naukowym Konferencji  
*Biologia, Chemia i Środowisko - Spojrzenie Młodych Naukowców (Kraków):***

dr inż. Beata Bochentyn  
dr inż. Elżbieta Romaniak  
dr Justyna Karkowska-Kuleta  
dr Justyna Miszczyk  
dr Karol Augustowski  
dr inż. Marcin Kuczera  
dr inż. Marcin Pietras  
dr inż. Tadeusz Miruszewski

## WYKORZYSTANIE FOURIEROWSKIEJ SPEKTROSKOPII W PODCZERWIENI DO BADANIA STĘŻENIA GAZÓW WYLOTOWYCH Z TLENKOWEGO OGNIWA PALIWOWEGO ZASILANEGO BIOGAZEM

Oskar Białk, Mikołaj Chlipała, Beata Bochentyn

**Streszczenie:** W dzisiejszych czasach bardzo ważne jest pozyskiwanie energii ze źródeł odnawialnych i bezpiecznych dla środowiska. Jedną z obiecujących technologii są tlenkowe ogniwa paliwowe (ang. Solid Oxide Fuel Cell, SOFC). Stanowią one bezpieczną i ekologiczną alternatywę dla energii uzyskanej z paliw kopalnych. SOFC charakteryzuje się sprawnością energetyczną na poziomie 45-60 %, podczas gdy sprawność klasycznych elektrowni ciepłych nie przekracza 46 %.

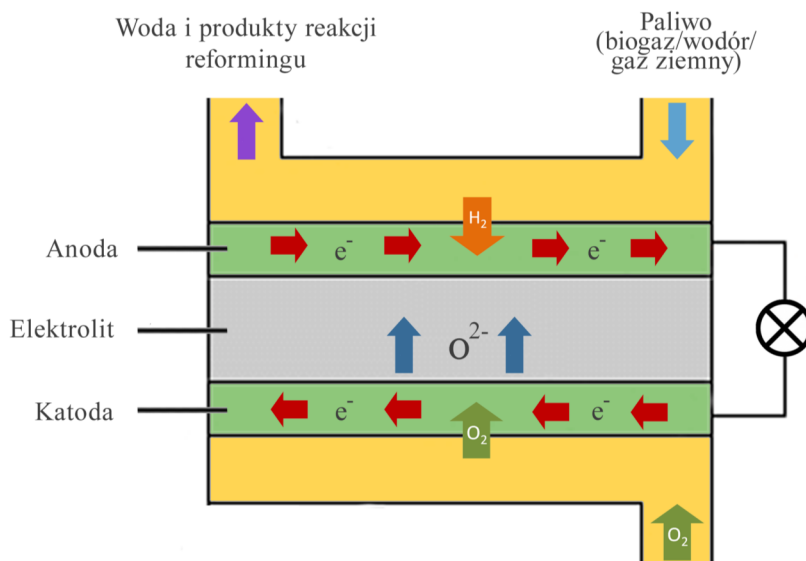
Celem badań było opracowanie metody pozwalającej na pomiar w czasie rzeczywistym zmian koncentracji gazów wylotowych z tlenkowego ogniwa paliwowego zasilanego syntetycznym biogazem (60%CH<sub>4</sub> / 40%CO<sub>2</sub>). W tym celu zastosowano spektroskopię fourierowską (ang. Fourier-transform infrared spectroscopy, FTIR).

**Słowa kluczowe:** ftir, spektroskopia oscylacyjna, tlenkowe ogniwa paliwowe, sofc, biogaz

### 1. Wstęp

Ogniwa paliwowe bezpośrednio zamieniają energię chemiczną paliwa (którym może być wodór, gaz ziemny lub biogaz) i utleniacza w energię elektryczną. Praktycznie brak emisji zanieczyszczeń wynika z faktu, iż ogniwa generują elektryczność bez procesu spalania paliwa. Ponadto ogniwa paliwowe są idealnym źródłem zasilania dla: urządzeń medycznych, aparatury pomiarowej czy komputerów, ponieważ energia dostarczana przez ogniwa ma stałe napięcie oraz natężenie prądu. W tradycyjnych akumulatorach substancje elektroaktywne można zregenerować podczas ładowania, jednak ich żywotność jest ograniczona. Jako, że w ogniwach paliwowych substancje elektroaktywne (paliwo i utleniacz) dostarczane są z zewnątrz to w teorii ogniwo powinno działać tak długo, jak długo dostarczamy do niego paliwo i utleniacz. Jednakże długotrwała praca ogniw zasilanych paliwem innym niż wodór jest przede wszystkim utrudniona przez degradację materiału, co wpływa na ich wydajność. Głównymi przyczynami spadku wydajności ogniw paliwowych jest osadzanie się węgla oraz zatrucie siarką na warstwie anodowej. [J.Larminie].

Wśród różnych typów ogniw paliwowych najskuteczniejsze są tlenkowe ogniwa paliwowe ze względu na dużą szybkość reakcji elektrochemicznych oraz łatwość wprowadzania paliwa innego niż wodór. Praca w wysokich temperaturach zapewnia większą sprawność oraz wspomaga proces rozpadu paliwa, jednak wiąże się to z takimi ograniczeniami jak konieczność ciągłego dostarczania energii termicznej. Ponadto materiały ogniwa częściej ulegają uszkodzeniu, a wysoka temperatura powoduje aglomerację niklu z którego zbudowana jest anoda. W ogniwach tlenkowych elektrolit ciekły zastąpiony jest przez ceramiczną membranę, która jest lepszym przewodnikiem jonów tlenu. Taka konstrukcja ogniwa pozwala na transport przez elektrolit jonów tlenu, które uległy jonizacji na katodzie. Po dojściu jonów do anody, wchodzi one w reakcję z paliwem gazowym co zostało zaprezentowane na ryc. 1.



Ryc. 1. Schemat działania SOFC. Opracowanie własne

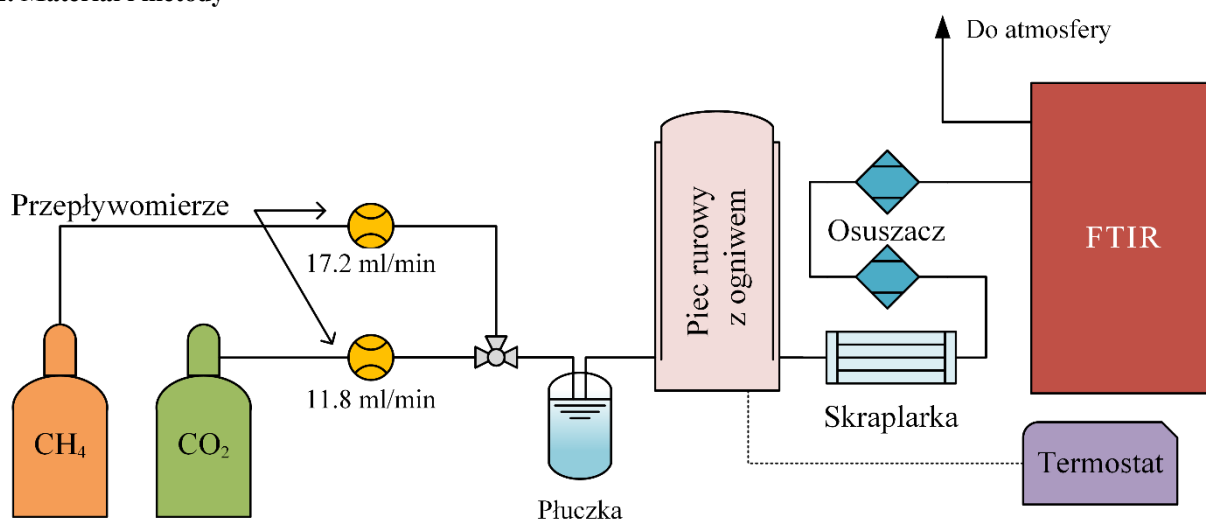
Jednym z niewrażliwych elementów ogniwa jest anoda, na której zachodzą reakcje elektrochemicznego utleniania paliwa. Jednym z alternatywnych paliw, innych niż czysty wodór, jest biogaz.

Biogaz jest rodzajem paliwa gazowego i powstaje on podczas procesu rozkładu substancji organicznych [Rahul Kadam, N. L. Panwar 2017]. Pozyskiwanie biogazu jest przyjazne środowisku ze względu na redukcję emisji metanu do atmosfery. W skład naturalnego biogazu wchodzi: 45-75% metanu; 25-50% dwutlenku węgla; 0-10% azotu; 0-3% siarkowodoru; 0-2% tlenu oraz 0-1% wodoru [Rahul Kadam, N. L. Panwar 2017].

Użycie naturalnego biogazu jako paliwa dla tlenkowego ogniwa paliwowego oznacza, iż anoda musi cechować się takimi właściwościami jak: tolerancja na osadzanie węgla oraz odporność na wpływ związków siarki. Dokładne procesy degradacji ogniwi nie są do końca znane, dlatego też utrudnione jest rozwiązanie problemów z nimi związanych [F. Ramadhani i in. 2011]. W celu poznania procesów zachodzących w badanych ogniwach postanowiono wykorzystać analizę gazów wylotowych, którą prowadzono przy wykorzystaniu fourierowskiej spektroskopii w podczerwieni. Podstawową zaletą FTiR w porównaniu z innymi metodami spektroskopowymi jest znacznie krótszy czas rejestrowania widm, jak i znacznie wyższa czułość pomiaru. Wynika to z faktu, iż próbka jest nasświetlana promieniowaniem z całego zakresu jednocześnie, a przy tym jest mniej strat energii pomiędzy źródłem a detektorem [Żukowska 2017].

FTiR jest popularnym urządzeniem do badania ilościowego związków organicznych, dlatego też jest on wykorzystywany przez inne zespoły badawcze. Zespół E. Granada wykorzystuje FTiR do pomiarów stężenia CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Zastosowana metoda jest taka sama jak w poniższym artykule z tą różnicą, iż zespół Granada stosuje ją do określania znacznie niższych stężeń gazów (poniżej 1%). [E. Granada i in. 2011].

## 2. Materiał i metody



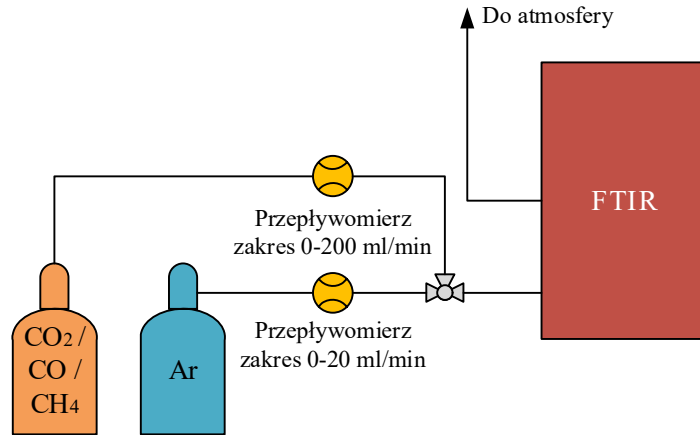
Ryc. 2. Schemat układu wykorzystywanego do pomiaru koncentracji gazów wylotowych z tlenkowego ogniwa paliwowego. Opracowanie własne

Układ wykorzystany do pomiarów koncentracji gazów wylotowych z ogniwa przedstawiono na ryc. 2. Badania wykonano w mokrym syntetycznym biogazie składającym się z CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> w stosunku objętościowym 3:2. Stężenie podawanych gazów (CH<sub>4</sub> i CO<sub>2</sub> o czystości 99,99%) było kontrolowane przez dwa przepływomierze masowe Omega FMA 5400/5500. Następnie mieszanka trafiała do pieca rurowego nagrzanego do 750 °C, w którym znajdowała się ceramiczna rura z zamontowanym ogniwem. Kontakty elektryczne zostały wykonane ze złota, a punkty mocowania zostały uszczelnione srebrną pastą.

Aby usunąć powstającą w wyniku reakcji chemicznych wodę i ochłodzić gazy wylotowe, z pieca kierowano je do skraplarki o temperaturze 3 °C, a następnie do osuszacza składającego się z dwóch komór z węzłem wykonanym z nafionu, który był otoczony żelazem krzemionkowym. Istotne jest, aby usunąć całą wodę z mierzonego gazu, aby nie zakłócić pomiarów FTIR. Do pomiarów koncentracji gazów użyto spektrometru PerkinElmer spectrum 100 z celką o długości optycznej 10 cm z okienkiem z KBr. Między pomiarami celka była przepłukiwana argonem. Spektrogramy były zbierane przy użyciu oprogramowania TimeBase (PerkinElmer) w odstępach 10 min, a z zebranych danych obliczano koncentracje przy użyciu dedykowanego programu napisanego w środowisku Matlab.

Do badań wykorzystano komercyjne ogniwo (CEREL) z anodą Ni-YSZ. Ogniwo zostało najpierw zredukowane przez 24 godziny w mokrym wodorze w temperaturze 750 °C. Następnie przystąpiono do właściwej pracy ogniwa w syntetycznym mokrym biogazie w temperaturze 800 °C (60% CH<sub>4</sub> i 40% CO<sub>2</sub>) trwającej 138h.





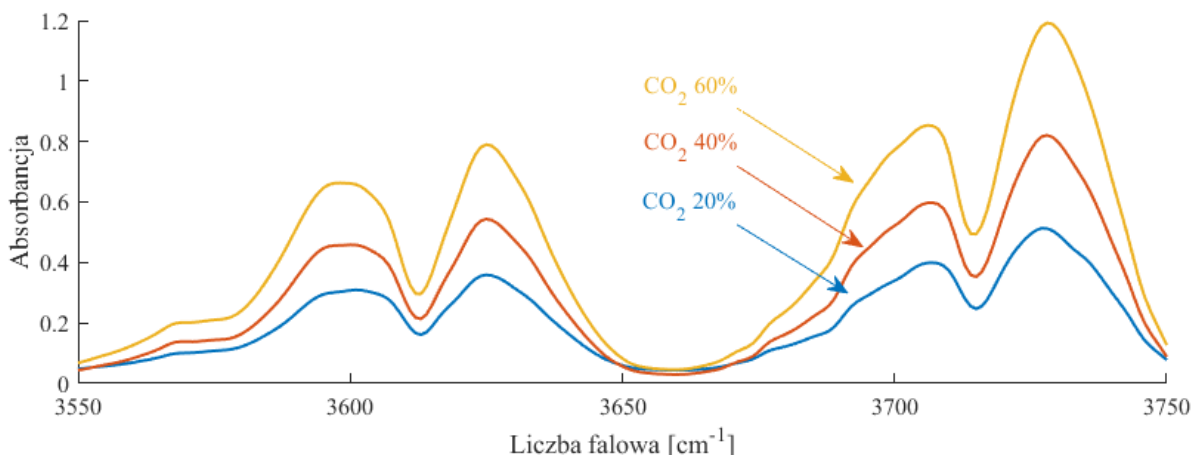
Ryc. 3. Schemat układu wykorzystywanego do kalibracji. Opracowanie własne

W celu przyjęcia poprawnego algorytmu obliczania koncentracji gazów wylotowych z ogniwa konieczna była uprzednia kalibracja układu.

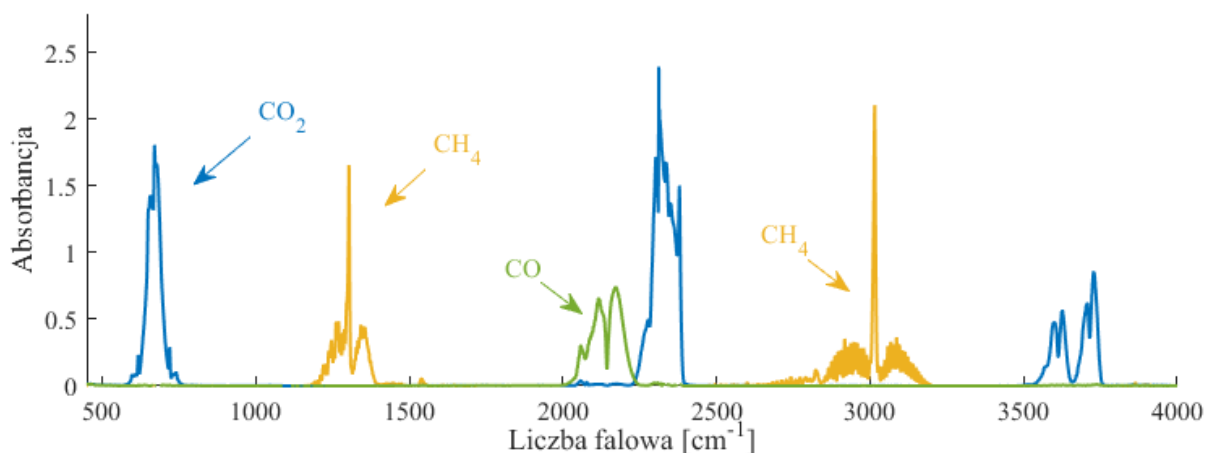
Do kalibracji wykorzystano mieszaniny argonu z: metanem, dwutlenkiem węgla lub tlenkiem węgla. Układ pomiarowy został przedstawiony na ryc. 3. Kalibracja odbyła się w zakresie stężeń gazów od 10 do 100 %. Zmiany koncentracji gazów dokonywano za pomocą przepływomierzy masowych. Przepływ gazu rozcieńczającego (argon) był sterowany przez pierwszy przepływomierz, na którym ustalono stały przepływ o wartości maksymalnej 20ml/min. Natomiast przepływ gazów badanych ( $\text{CO}_2$ , CO lub  $\text{CH}_4$ ) sterowany był przez drugi przepływomierz o zakresie 0 - 200 ml/min.

Tak przygotowana mieszanka gazów trafiała do FTIR. Przed przystąpieniem do pomiarów mieszanka gazów przepłukiwała celkę pomiarową przez 10 min, aby usunąć wszelkie zanieczyszczenia. Pomiary dokonywano od niskich stężeń gazu do wysokich. Dla każdej wartości stężenia zebrano 10 spektrogramów w dwuminutowych odstępach.

Natężenie promieniowania zaabsorbowanego zależy od stężenia roztworu i od grubości warstwy absorbującej. Zależność tą opisuje prawo Lamberta-Beera. Mówi ono, że wartość absorbancji jest równa iloczynowi grubości warstwy absorbującej, stężenia substancji oraz współczynnika absorpcji. Prawo Lamberta-Beera sprawdza się jedynie dla niskich stężeń. [M. Wasielewska] Pomimo, iż można zaobserwować wzrost absorbancji dla wyższych koncentracji co widać na ryc. 4 to zmiana ta jest nieliniowa. Dlatego zależność między absorbancją a stężeniem została wyznaczona eksperymentalnie na podstawie całki spod odpowiednich maksimumów absorbancji. Dla  $\text{CO}_2$  całkowano w zakresie  $600 - 740 \text{ cm}^{-1}$ , dla CO  $2100 - 2200 \text{ cm}^{-1}$ , dla  $\text{CH}_4$   $1200 - 1400 \text{ cm}^{-1}$  oraz  $2850 - 3200 \text{ cm}^{-1}$ . Zakres ten dobrano na bazie doświadczeń eksperymentalnych położenia maksimumów wraz z marginesem ich możliwego przesunięcia. Jak widać na ryc. 5 żaden z tych przedziałów nie pokrywa się z absorbancją innego gazu. Ostateczna wartość całki dla każdego stężenia została obliczona jako średnia z wartości całki z 10 zebranych spektrogramów dla danego punktu. Następnie do tak zebranych punktów dopasowano krzywe, które na podstawie pola powierzchni pod maksimum umożliwiają określenie dowolnego stężenia z tego zakresu. Stężenie pozostałych gazów było obliczane jako dopełnienie do 100 %.



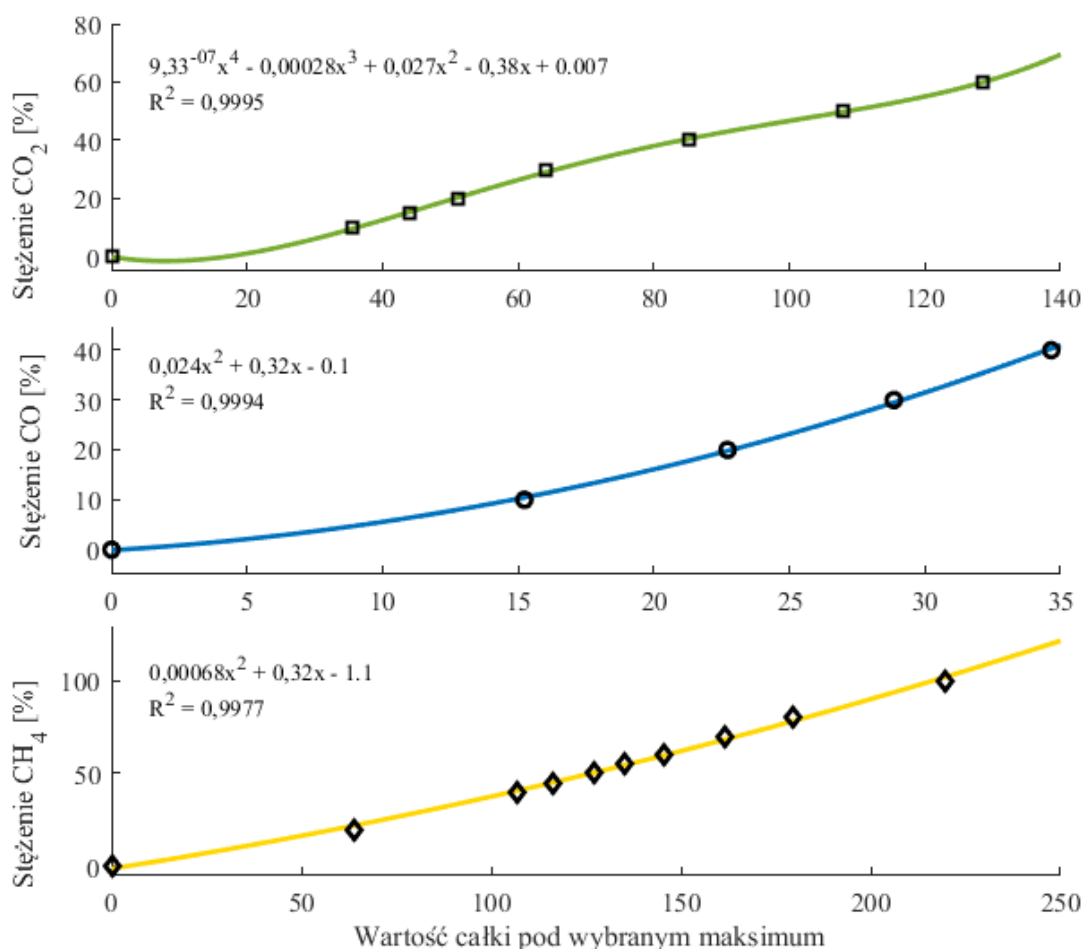
Ryc. 4. Zależność absorbancji od liczby falowej z pokazaną rosnącą absorbancją względem stężenia  $\text{CO}_2$ . Opracowanie własne



Ryc. 5. Nałożone na siebie 3 przykładowe spektrogramy uzyskane z FTIR przedstawiające, które maksima absorpcji zostały wybrane do określenia koncentracji gazów. Opracowanie własne

### 3. Wyniki i Dyskusja

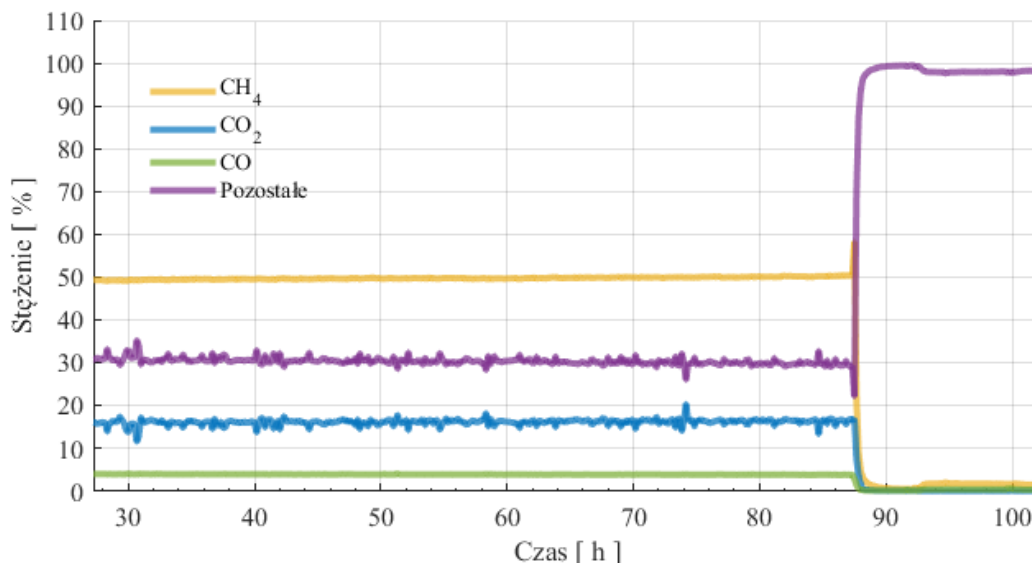
Ryc. 6 przedstawia krzywe kalibracyjne otrzymane dla CO<sub>2</sub>, CO i CH<sub>4</sub>. Dla CO<sub>2</sub> najlepszym dopasowaniem charakteryzował się wielomian 4 stopnia, a dla CO i CH<sub>4</sub> funkcja kwadratowa. Współczynnik determinacji krzywych (R<sup>2</sup>) wynosi; 0,9995; 0,9994; 0,9977 odpowiednio dla CO<sub>2</sub>; CO; CH<sub>4</sub>.



Ryc. 6. Zależność stężenia poszczególnych gazów od całki spod maksimów absorpcji wraz z krzywymi kalibracyjnymi odpowiednio: A dla CO<sub>2</sub>, B dla CO, C dla CH<sub>4</sub>. Źródło własne

Na ryc. 7 przedstawiono wyniki pomiarów zmian koncentracji gazów wylotowych z ogniwa w czasie jego pracy. Stężenie metanu i dwutlenku węgla nieznacznie rośnie wraz z czasem, a stężenie tlenku węgla maleje. Wynika to z tego, że w miarę upływu czasu ogniwo degraduje i jest w stanie przetworzyć mniejszą ilość

podawanego paliwa. Szumy dla CO<sub>2</sub> mogła wynikać ze zbyt małej ilości punktów w wykonanych pomiarach libracyjnych. Koncentracja pozostałych gazów jest obliczana jako dopełnienie do 100 % sumy pozostałych gazów, dlatego odchylenia tej krzywej są odbiciem zmian CO<sub>2</sub>. Po 88 godzinach pracy wyłączono przepływ biogazu.



Ryc. 7. Zmiany stężenia CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, CO w czasie pracy ogniwa w syntetycznym biogazie. W 88 godzinie wyłączono biogaz. Źródło własne

#### 4. Wnioski

Wykorzystanie FTIR do badania koncentracji gazów wylotowych jest nową i obiecującą metodą poznania zmian zachodzących podczas pracy ogniwa. Zbierane dane wraz z charakterystyką prądowo napięciową ogniwa dają nam doskonałe narzędzie do badania ogniwa in situ. Możliwe są pomiary koncentracji gazów wylotowych z dokładnością do 1% w zakresie od 10 do 100%. Metoda ta posiada potencjał do badania procesu wewnętrznego reformingu zachodzącego w SOFC oraz procesu degradacji ogniwa przez węgiel. W przyszłości możliwe jest dostosowanie metody do badania ogniwa zasilanych paliwem zanieczyszczonym związkami siarki, które naturalnie występują w biogazie. Lepsze poznanie zasad działania SOFC może przyczynić się do zniwelowania strat wydajności ogniwa, tym samym umożliwiając stworzenie stabilnego, alternatywnego źródła energii odnawialnej o wysokiej sprawności elektrycznej i niewielkiej emisji zanieczyszczeń.

#### 5. Literatura

- J.Larminie, A.Dicks.** 2003. Fuel Cell Systems Explained, Second Edition.
- F. Ramadhani, M. A. Hussain, H. Mokhlis, S. Hajimolana.** 2017. Optimization strategies for Solid Oxide Fuel Cell (SOFC) application: A literature survey. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 76:460-484.
- Rahul Kadam, N.L. Panwar.** 2017. Recent advancement in biogas enrichment and its applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 73:892-903.
- E. Granada, P Eguia, J.A. Vilan, J.A. Comesana, R. Comesana.** 2011. FTIR quantitative analysis technique for gases. Application in a biomass thermochemical process. ETS Ingenieros Industriales, University of Vigo.
- Dr inż. Grażyna Żukowska.** 2017. Wykorzystanie metod spektroskopii oscylacyjnej do analizy materiałów organicznych i nieorganicznych. Katedra Chemii i Technologii Polimerów. Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej.
- M. Wasielewska.** Absorpcyjna spektrofotometria cząsteczkowa. Politechnika Gdańska
- T. E. L. Smith.** 2011. Absolute accuracy and sensitivity analysis of OP-FTIR retrievals of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> and CO over concentrations representative of “clean air” and “polluted plumes”. King’s College London, Environmental Monitoring and Modelling Research Group, Department of Geography, Strand, London.
- K.M. Dunst, J. Karczewski, T. Miruszewski, B. Kusz, M. Gazda, S. Molin, P. Jasiński.** Investigation of functional layer of solid oxide fuel anodes for synthetic biogas reforming.

**Nazwa instytucji:** Politechnika Gdańska, Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, Katedra Fizyki Ciała Stałego

**Dr inż. Beata Bochentyn**

**Adres do korespondencji:** bbochentyn@mif.pg.gda.pl