

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

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

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

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

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

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

**ARCHITEKTURA
MATERIAŁY**

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

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

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

SUPLEMENT

WYKORZYSTANIE ANALIZ PRZESTRZENNYCH GIS DO OKREŚLENIA POTENCJAŁU ROLNICZEGO GRUNTÓW NA OBSZARACH WIEJSKICH	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 Frańs / 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-Podgórną /
 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

SYNTEZA I BADANIE WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW TERMOELEKTRYCZNYCH TYPU $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$

Natalia Fiuczek, Beata Bochentyn

Streszczenie: Materiały termoelektryczne, takie jak domieszkowane chalkogenki AgSbTe_2 , są przedmiotem dużego zainteresowania w poszukiwaniach nowych rozwiązań energetycznych.

Celem badań była synteza materiałów termoelektrycznych o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$ metodą redukcji tlenków i określenie ich morfologii oraz niektórych parametrów termoelektrycznych. Otrzymane próbki cechowały niejednorodność i wielofazowość. Materiały wykazywały przewodność elektryczną typu p . Najwyższą przewodnością elektryczną 4700 S/cm charakteryzowała się próbka o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ w temperaturze 30°C, natomiast najwyższy współczynnik Seebecka 190 $\mu\text{V/K}$ zaobserwowano dla $\text{AgSbTe}_{1,96}\text{Se}_{0,04}$ w temperaturze 240°C.

Słowa kluczowe: materiały termoelektryczne, redukcja tlenków, chalkogenki domieszkowane

1. Wstęp

W dobie nacisku na zrównoważony rozwój energetyczny coraz intensywniej poszukiwane są nowe sposoby uzyskiwania energii. Wśród obecnie rozwijanych rozwiązań energetycznych, rosącą popularność zyskują materiały termoelektryczne. Dzięki urządzeniom termoelektrycznym, wykorzystującym efekt Seebecka lub zjawisko Peltiera, możliwa jest zamiana energii elektrycznej w ciepło lub na odwrót. Urządzenia te odznaczają się wysoką żywotnością, brakiem części ruchomych, pracują cicho i rzadko ulegają awariom. Te cechy spowodowały, że są one stosowane np. w niewielkich lodówkach przenośnych czy też generatorach prądu pracujących na statkach kosmicznych. Wytwarzanie materiałów termoelektrycznych, na których można oprzeć moduły o coraz większej sprawności, jest obecnie przedmiotem niegasnącego zainteresowania. [Snyder, Toberer. 2008]

W celu usystematyzowania materiałów termoelektrycznych pod względem ich wydajności definiuje się bezwymiarowy współczynnik dobroci termoelektrycznej $ZT = \alpha^2 \sigma T / \kappa$, gdzie α oznacza współczynnik Seebecka, σ właściwą przewodność elektryczną, T temperaturę bezwzględną, zaś κ właściwą przewodność cieplną. Im wyższe ZT materiału, tym wydajniej pracuje urządzenie na nim oparte. [Królicka i in. 2012] Aby zmaksymalizować ZT należy wytworzyć taki materiał, który ma bardzo dobrą przewodność elektryczną – jak kryształ metaliczny – a jednocześnie niską przewodność cieplną – jak szkło. Struktura taka nazywana jest „szkłem fononowym – kryształem elektronowym”. [Snyder, Toberer. 2008]

Wśród znanych materiałów termoelektrycznych wymienić można chalkogenki AgSbTe_2 , które domieszkowane mogą charakteryzować się wartościami ZT powyżej 1,4. Zasadniczym problemem związanym z pochodnymi AgSbTe_2 jest fakt, że materiały te nie są uważane za termodynamicznie stabilne. Konstrukttywne wnioski są dodatkowo utrudnione przez fakt, że opublikowane doniesienia dotyczące relacji fazowych bywają ze sobą sprzeczne. Według niektórych źródeł częściowe podstawienie atomów Se w miejsce Te zwiększa stabilność i powoduje nawet dwukrotne zwiększenie parametru ZT . Stopy Ag-Sb-Te-Se były syntezowane na wiele sposobów, między innymi: metodą tradycyjnego stopowania i powolnego chłodzenia, metodą wędrującej strefy, mechanicznego stopowania, metodą sonochemiczną. Tak wykonane materiały zawierały znaczącą ilość niepożądanych faz. [Wyżga, Wojciechowski. 2016] Wydaje się więc, że przydałaby się inna, prosta metoda syntezy, która pozwoliłaby na wytworzenie Ag-Sb-Te-Se i porównanie właściwości otrzymanego stopu. Ag, Sb oraz Te mają niską energię wiązania z tlenem, więc odpowiednim sposobem syntezy powinna być metoda redukcji materiałów tlenkowych opracowana przez Bochentyn i in. [Bochentyn i in. 2014] oraz Kusza i in. [Kusza i in. 2016].

2. Metody

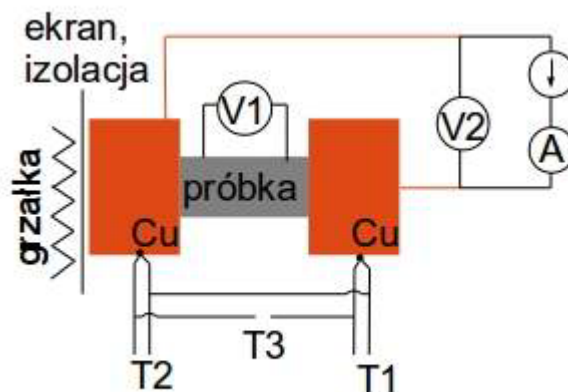
Próbki $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$ zostały wytworzone z następujących prekursorów: AgNO_3 (Poch, czda), Sb_2O_3 (Alfa Aesar, 99,999%), TeO_2 (Alfa Aesar, 99,99%; Fluka AG, >95%) oraz metalicznego Se (Alfa Aesar, 99,999%). Dokonano syntezy czterech próbek o stechiometriach odpowiadających $x=0;0,01;0,02;0,04$. Reagenty zostały zmielone w młynie kulowym przez 20 godzin z prędkością 350 rpm. Następnie sprasowano proszki w cylindrycznej matrycy pod ciśnieniem 350 MPa. Otrzymane walce o średnicy 13 mm poddano pierwszemu etapowi redukcji przez 10 godzin w 360°C w atmosferze wodoru. Po pierwszym etapie redukcji próbki zostały zmielone w agatowym moździerzem i sprasowane w cylindrycznej matrycy o średnicy 6 mm pod ciśnieniem 700 MPa. Próbki poddano drugiemu etapowi redukcji przez 10 godzin w 360°C w atmosferze wodoru. Gęstości próbek zostały wyznaczone metodą Archimedesasa. Określono również porowatość otwartą. Stechiometrie próbek, gęstości i porowatości otwarte zamieszczono w tab. 1. Niepewność pomiaru gęstości oszacowano na 0,5g/cm³, a porowatości na 0,1%.

Tab. 1 Oznaczenia próbek, ich stechiometrie, gęstości i porowatości otwarte. [opracowanie własne]

nr próbki	stechiometria	gęstość [g/cm ³]	porowatość otwarta [%]
1	AgSbTe ₂	5,49	13,72
2	AgSbTe _{1,99} Se _{0,01}	5,50	6,76
3	AgSbTe _{1,98} Se _{0,02}	5,08	16,61
4	AgSbTe _{1,96} Se _{0,04}	5,29	6,92

W celu określenia składu i struktury otrzymanych próbek wykorzystano analizę metodą dyfrakcji rentgenowskiej (XRD). Pomiary wykonano w temperaturze pokojowej za pomocą dyfraktometru X'Pert Pro MPD Philips przy użyciu lampy miedziowej, dla której długość fali promieniowania wynosi $\lambda = 1,542 \text{ \AA}$. Morfologia próbek została określona za pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego FEI Quanta FEG 250 Scanning Electron Microscope (SEM) przy użyciu detektora elektronów wtórnych przy napięciu przyspieszającym równym 30 kV.

Współczynnik Seebecka i przewodność elektryczną zmierzono w układzie przedstawionym na ryc. 1. T1 i T2 oznaczają temperatury blaszek miedzianych. T3 to różnica temperatur T1 i T2, którą utrzymywano na poziomie 5-8°C. Napięcie V1 oznacza różnicę potencjałów na próbce, a V2 na blaszkach miedzianych. Próbkę umieszczono była między elektrodami miedzianymi. Dane z układu zbierano co 15 sekund za pomocą urządzenia pomiarowo-przełączającego HP 34970A z kartą Agilent 34901A. Układ pomiarowy był połączony z komputerem, na którym dane gromadzone były przez program do akwizycji danych BenchLink Data Logger. Pomiary przeprowadzono w atmosferze argonu w piecu rurowym, którego szybkość grzania wynosiła 5°C/min. Zakres temperaturowy pomiarów zadano jako (30;300)°C.



Ryc. 1. Schemat układu użytego do pomiaru współczynnika Seebecka i przewodności. [Trawiński B. 2015]

Względny współczynnik Seebecka określono jako iloraz napięcia V2 i wartości T3. W celu otrzymania współczynnika Seebecka badanego materiału, otrzymaną wartość skorygowano, dodając absolutny współczynnik Seebecka miedzi (1,5 $\mu\text{V/K}$). Co ok. 10°C przez układ przepuszczano prąd w celu pomiaru przewodności elektrycznej. Przewodność elektryczną wyznaczono z metody czteropunktowej, uwzględniając jednocześnie napięcie Seebecka: od zmierzonego napięcia podczas pomiaru odejmowano średnie napięcie termoelektryczne występujące w tej temperaturze. W celu uwzględnienia wpływu porowatości na przewodność elektryczną, do naniesienia poprawek do zmierzonych wartości przewodności elektrycznych zastosowano model Bruggemana.

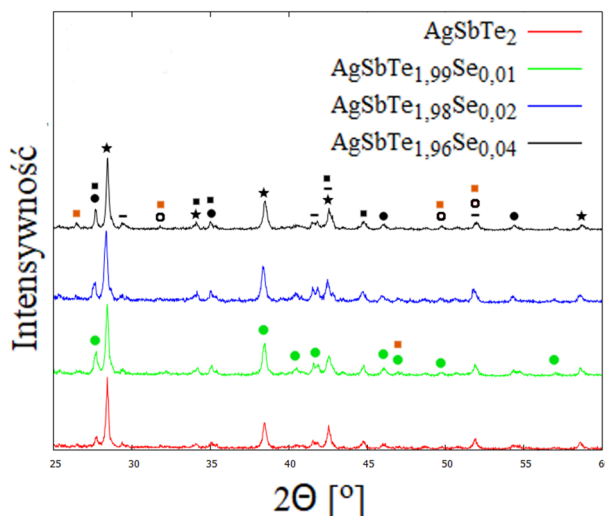
3. Wyniki i dyskusja

Reakcja stopienia i redukcji prekursorów przebiegała burzliwie. Po pierwszym etapie redukcji materiał puchł lub kruszył się. Po drugim etapie redukcji takich efektów nie zaobserwowano. Założono więc, że podczas drugiego etapu redukcji, wszystkie prekursory były już w większości zredukowane, a gwałtowny przebieg reakcji był najprawdopodobniej spowodowany użyciem AgNO₃ jako prekursora. Analiza okiem niezbrojonym pozwoliła na stwierdzenie, że powierzchnia otrzymanych próbek była szaroczarna i pokryta drobnymi srebrnymi aglomeratami. Powierzchnia próbki o stechiometrii AgSbTe_{1,99}Se_{0,01} była znacznie bardziej błyszcząca od pozostałych.

Gęstości wszystkich czterech próbek były zbliżone do siebie. Znaczne różnice występują natomiast w wartościach porowatości otwartych. Próbki AgSbTe₂ i AgSbTe_{1,98}Se_{0,02} posiadają 2-3-krotnie większą powierzchnię porów otwartych niż AgSbTe_{1,99}Se_{0,01} czy AgSbTe_{1,96}Se_{0,04}.

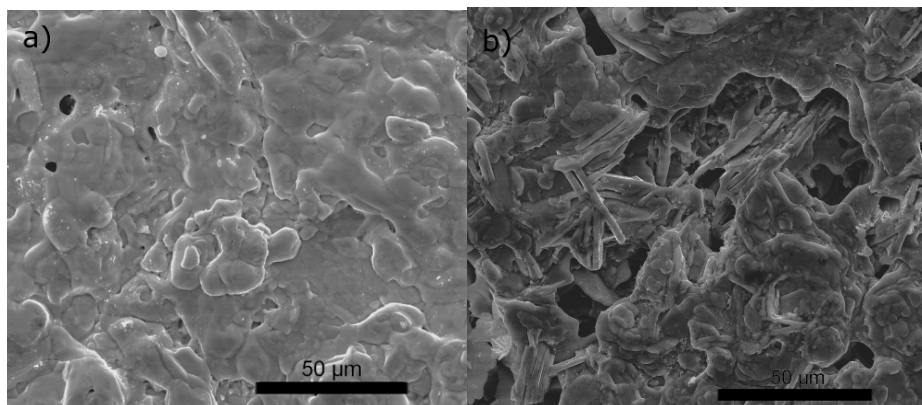
Wyniki analizy metodą dyfrakcji rentgenowskiej przedstawiono na ryc. 2. Otrzymany materiał jest wielofazowy, a występujące refleksy przyporządkowano do większości z faz, o których wspomina literatura. Na ryc. 2 oznaczono jedynie fazy, którym odpowiadające refleksy miały największy wkład do wyznaczonych

maksimów. Fazy zawierające Se występują oczywiście tylko w próbkach domieszkowanych. W materiale o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ najprawdopodobniej występowała faza metalicznego Te. We wszystkich próbkach zauważono niewielką ilość stechiometrycznej fazy AgSbTe_2 . Sb_2O_3 jest nieprzereagowanym prekursorem, natomiast Sb_2Te_3 , Ag_2Te oraz $\text{Ag}_{5-x}\text{Te}_x$ to zanieczyszczenia.



Ryc. 2. Dyfraktogramy rentgenowskie wytworzonych materiałów. Czarne symbole oznaczają fazy występujące we wszystkich próbkach: gwiazdka – Sb_2Te_3 , koło – Sb_2O_3 , pozioma kreska – Ag_2Te , kwadrat – $\text{Ag}_{5-x}\text{Te}_x$, okrąg – AgSbTe_2 . Zielone koło wskazuje na obecność fazy Te tylko w $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$. Pomarańczowy kwadrat symbolizuje fazę $\text{Sb}_2\text{Te}_2\text{Se}$, która występowała tylko w próbkach domieszkowanych. [opracowanie własne]

Morfologię AgSbTe_2 zaprezentowano na ryc.3. Wszystkie otrzymane materiały w chwili wykonywania badań SEM miały podobną budowę i składały się z wydzielen w formie pałeczek, płatków a także obszarów o bardziej zbitej strukturze. Podczas badań AgSbTe_2 zaobserwowano efekty starzeniowe, co można zauważyć porównując ryc. 3a) i 3b). Zdjęcie z ryc. 3a) wykonano 3 tygodnie wcześniej od zdjęcia z ryc. 3b). Struktura na ryc. 3a) jest o bardziej zbita i nie posiada pałeczkowatych wytrąceń.

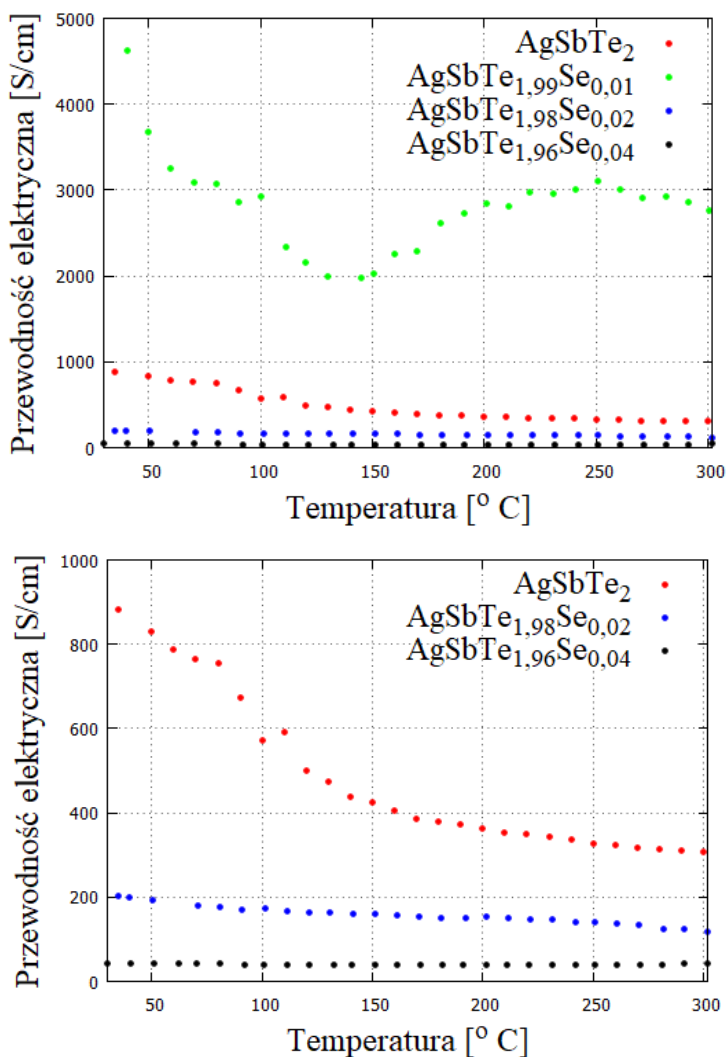


Ryc. 3 Morfologia AgSbTe_2 . Zdjęcie b) zostało wykonane 3 tygodnie później niż zdjęcie a). [opracowanie własne]

Na ryc. 4) przedstawiono właściwą przewodność elektryczną próbek w funkcji temperatury. Najwyższą przewodność elektryczną 4700 S/cm miała próbka o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ w temperaturze 30°C. Generalnie im więcej domieszki Se znajdowało się w materiale, tym niższa była wyznaczona przewodność elektryczna. Od charakterystyki tej wyraźnie odbiega próbka o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$, której przewodność elektryczna była kilkukrotnie większa od przewodności pozostałych próbek. Ponadto dla wszystkich próbek oprócz $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ przewodność elektryczna spada wraz ze wzrostem temperatury, co sugeruje metaliczny charakter otrzymanego materiału. Warto zwrócić uwagę na charakterystykę przebiegu przewodności elektrycznej $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ w okolicach 140°C. Przewodność elektryczna tej próbki poniżej 140°C spada wraz ze wzrostem temperatury, co wskazuje na mechanizm przewodnictwa elektrycznego charakterystyczny dla metali, natomiast w temperaturze powyżej 140°C przewodność elektryczna wzrasta wraz z podwyższaniem temperatury tak, jak dzieje się to w półprzewodnikach.

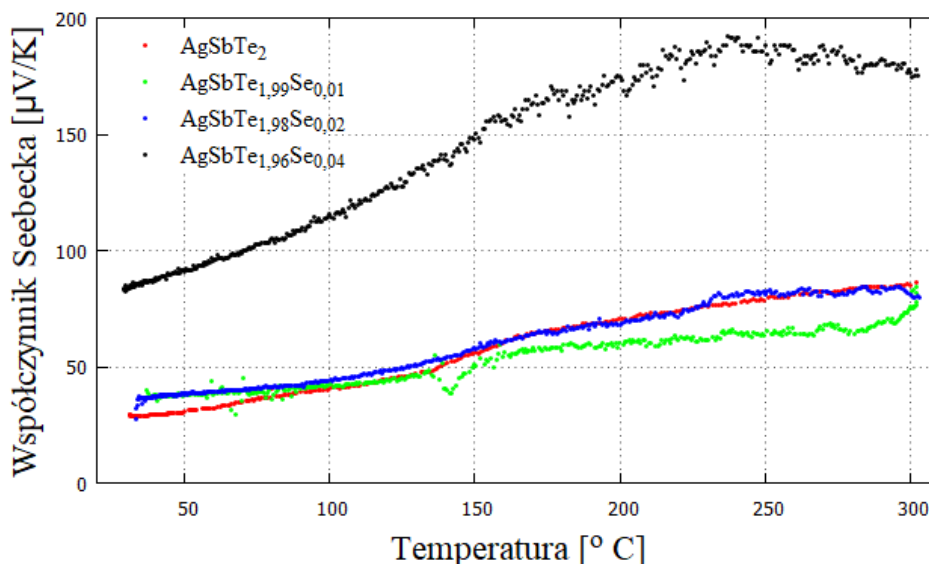
Jak wspomniano, przewodność elektryczna $\text{AgSbTe}_{1,99}\text{Se}_{0,01}$ jest kilkukrotnie większa od przewodności elektrycznej pozostałych próbek. Ponadto próbka ta w chwili badania termoelektrycznego posiadała najbardziej błyszczącą powierzchnię. Wartości przewodności elektrycznej na poziomie 2000-5000 S/cm wskazują,

że w materiale utworzyła się ścieżka perkolacyjna bardzo dobrze przewodząca prąd elektryczny utworzona najprawdopodobniej przez fazy zawierające Ag, jak też przez metaliczny Te.



Ryc. 4 Zestawienie właściwych przewodności elektrycznych otrzymanych próbek. [opracowanie własne]

Wykres wartości współczynnika Seebecka wytworzonych materiałów w funkcji temperatury zaprezentowano na ryc. 5. Otrzymany materiał był typu *p*, a najwyższy współczynnik Seebecka 190 $\mu\text{V/K}$ otrzymano w temperaturze 240 °C dla AgSbTe_{1,96}Se_{0,04}. Ogólnie zaobserwować można, że im wyższy był stopień domieszkowania selenem materiału, tym wyższy współczynnik Seebecka zaobserwowano. W związku z wybranym zakresem temperatur trudno jest stwierdzić, czy dla AgSbTe_{1,96}Se_{0,04} w okolicach 240°C występuje maksimum czy też jest to początek pewnego *plateau*. Od ogólnej zależności ponownie odbiega AgSbTe_{1,99}Se_{0,01}, której współczynnik Seebecka był wprawdzie początkowo wyższy niż dla AgSbTe₂, jednak w temperaturach powyżej 140°C spadł o ok. 20-30 $\mu\text{V/K}$ w stosunku do oczekiwanego przebiegu. Ponadto dla AgSbTe_{1,99}Se_{0,01} w temperaturze 140°C występuje lokalne minimum współczynnika Seebecka. Należy podkreślić, że temperatura 140°C jest punktem „szczególnym” dla AgSbTe_{1,99}Se_{0,01} zarówno w charakterystyce przewodnictwa elektrycznego, jak też współczynnika Seebecka. Być może w tej temperaturze wystąpiła zmiana typu przewodnictwa na skutek przemiany fazowej.



Ryc. 5 Zestawienie współczynników Seebecka otrzymanych próbek. [opracowanie własne]

4. Wnioski

Dokonano syntezy $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$ metodą redukcji tlenków, a następnie zbadano strukturę i właściwości otrzymanych materiałów. Synteza przebiegała burzliwie i gwałtownie. Aby temu zapobiec należałoby użyć innego niż AgNO_3 prekursora Ag. Próbkę były wielofazowe i zawierały znaczne ilości zanieczyszczeń. Ponadto po ukończonej syntezie nadal występował w nich Sb_2O_3 , co sugeruje, iż parametry redukcji zostały źle dobrane – powinno się zastosować dłuższy czas redukcji lub przeprowadzić ją w wyższej temperaturze.

Morfologia próbek również wskazuje na materiał wielofazowy. W związku z tym, że w AgSbTe_2 zaobserwowano efekty starzeniowe, zasadne byłoby przeprowadzenie badań w tym kierunku również na próbkach domieszkowanych i sprawdzenie, czy Se powoduje ustabilizowanie termodynamicznej struktury. Jeśli takie efekty występowałyby we wszystkich stechiometriach, należałoby ujednolicić odstępy czasowe w badaniach tzn. każdą próbkę poddawać danemu badaniu po takim samym czasie od momentu zakończenia syntezy. Wówczas dodatkowo powinno się wykonać każde badanie ponownie po określonym czasie, aby ustalić, które z parametrów zmieniają się w sposób znaczący.

Najwyższą przewodnością elektryczną 4700 S/cm wykazywała się próbka o stechiometrii $\text{AgSbTe}_{1.99}\text{Se}_{0.01}$ w temperaturze 30°C. Dla wszystkich próbek oprócz $\text{AgSbTe}_{1.99}\text{Se}_{0.01}$ otrzymano miały charakterystyki przewodności elektrycznej w funkcji temperatury typowe dla metali. Również dla wszystkich stechiometrii oprócz $\text{AgSbTe}_{1.99}\text{Se}_{0.01}$ okazało się, że im więcej dodano domieszki Se, tym niższa była przewodność elektryczna. Najwyższy współczynnik Seebecka 190 $\mu\text{V/K}$ otrzymano w temperaturze 240 °C dla $\text{AgSbTe}_{1.96}\text{Se}_{0.04}$.

W celu lepszego poznania układu $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$ należałoby poddać otrzymane materiały badaniu metodą mikroanalizy rentgenowskiej w celu procentowego określenia składu pierwiastkowego. Ponadto można by wykonać analizę termiczną i porównując jej wyniki z opublikowanymi wykresami fazowymi, podjąć próbę dyskusji, czy możliwe jest otrzymanie materiału jednofazowego o zadanej stechiometrii $\text{AgSbTe}_{2-x}\text{Se}_x$.

5. Literatura

- Snyder G., Toberer E. 2008. Complex thermoelectric materials. *Nature Materials*: 7, 2, 105-114
- Królicka A. i in. 2012. Nowoczesne materiały termoelektryczne – przegląd literaturowy. *Materiały elektroniczne*: 40, 4, 19-34
- Wygza P., Wojciechowski K. 2016. Analysis of the Influence of Thermal Treatment on the Stability of $\text{Ag}_{1-x}\text{Sb}_{1+x}\text{Te}_{2+x}$ and Se-Doped AgSbTe_2 . *Journal of Electronic Materials*: 45, 3, 1548-1554
- Bochentyn B. i in. 2014. The properties of reduced Ge-Sb-O glasses for thermoelectric devices. *Procedia Engineering*: 98, 51-55
- Kusz i in. 2016. Structure and Thermoelectric Properties of Te-Ag-Ge-Sb (TAGS) Materials Obtained by Reduction of Melted Oxide Substrates. *Journal of Electronic Materials*: 45, 2, 1085-1093
- Trawiński B. 2015. Wpływ wielościennych nanorurek węglowych na własności elektryczne materiału termoelektrycznego Bi-Sb-Te. Projekt dyplomowy inżynierski: 22

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

Opiekun naukowy: dr inż. Beata Bochentyn

Adres do korespondencji: natfiucz@student.pg.gda.pl, bbochentyn@mif.pg.gda.pl