



Politechnika Wroclawska

WYDZIAŁ CHEMICZNY
Katedra Chemii Fizycznej i Kwantowej

Wrocław, 15 października 2022 r.

Dr hab. inż. Urszula Bazylińska, prof. uczelni
ul. Mariana Smoluchowskiego 23
30-372 Wrocław
tel. 71 320 21 83
e-mail: urszula.bazylinska@pwr.edu.pl

RECENZJA

rozprawy doktorskiej Pani mgr Elżbiety Gumieniczek-Chłopek pt. „Nanokapsuły polimerowe z magnetycznym rdzeniem do zastosowań biomedycznych”

Praca doktorska Pani mgr Elżbiety Gumieniczek-Chłopek została wykonana w Katedrze Fizyki Ciała Stałego Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie pod kierunkiem prof. dr hab. Czesława Kapusty i Zakładzie Chemii Fizycznej i Elektrochemii Wydziału Chemii Uniwersytetu Jagiellońskiego pod kierunkiem prof. dr hab. Szczepana Zapotocznego.

Doktorantka postawiła sobie ambitny cel, polegający na opracowaniu nowych nośników polimerowych z ciekłym rdzeniem olejowym do enkapsulacji paramagnetycznych nanocząstek tlenku żelaza, o dużym potencjale poznawczym i aplikacyjnym. Cel badań został zrealizowany dzięki zastosowaniu nowoczesnej metodyki badawczej, tj. technik emulsyfikacji oraz selektywnej adsorpcji następczej polielektrolitów o zmiennym ładunku w postaci nowych pochodnych chitozanu, pełniących zarówno funkcje emulgujące, jak i stabilizujące. Aspekt praktycznego zastosowania otrzymanych układów w potencjalnej terapii sterowanej polem magnetycznym został udowodniony dzięki badaniom *in vitro* na modelowych komórkach nowotworowych pochodzących z mysiego gruczołu sutkowego.



unite! University Network for Innovation,
Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



Strona redakcyjna

Oceniana dysertacja przygotowana jest według tradycyjnych zasad przyjętych dla prac doktorskich na stopień naukowy doktora w zakresie nauk eksperymentalnych i ma charakter klasycznej rozprawy doktorskiej z podziałem na dwie części: teoretyczną (literaturową) i badawczą (doświadczalną). Rozprawa napisana jest w języku polskim i obejmuje łącznie 139 stron. Poprzedzają je spis treści, użyteczny wykaz najważniejszych skrótów stosowanych w dysertacji, streszczenia w języku polskim oraz angielskim oraz bardzo pomocny wstęp, który wprowadza w zakres tematyczny pracy i pozwala na zdefiniowanie celu badań.

W pierwszym, 5-cio stronicowym rozdziale części teoretycznej, Doktorantka przedstawiła przegląd literaturowy odnośnie bardzo ogólnej charakterystyki polimerów i ich zastosowań biomedycznych. Kolejny, bardziej obszerny 22-stronicowy rozdział dotyczy nanocząstek, ich definicji i klasyfikacji, w dużej mierze skupiając się na paramagnetycznych nanocząstkach tlenku żelaza (ang. *superparamagnetic iron oxide nanoparticles*, SPIONs) odnośnie ich struktury, właściwości, preparatyki i zastosowań biomedycznych. Następnie Pani mgr Gumieniczek-Chłopek przeszła do opisu układów przeznaczonych do kontrolowanego dostarczania i uwalniania związków biologicznie czynnych (10 stron) indukowanym polem magnetycznym. Ostatni, czwarty rozdział części teoretycznej obejmuje 5 stron i dotyczy magnetycznego wspomaganie układów do celowanego i kontrolowanego uwalniania.

W części doświadczalnej przedstawiony został bardzo użyteczny schemat ilustrujący poszczególne etapy badawcze. Następnie Doktorantka opisała stosowane odczynniki oraz linię komórkową (4T1). Kolejnym elementem rozprawy są metody badawcze i aparatura stosowana podczas przeprowadzonych prac doświadczalnych. Najbardziej spójny Rozdział 4 zawiera wyniki badań i ich dyskusję z podziałem na: charakterystykę chemiczną zmodyfikowanych pochodnych chitozanu (4.1); charakterystykę fizykochemiczną otrzymanych nanocząstek magnetycznych (4.2); charakterystykę fizykochemiczną kapsuł polielektrolitowych pokrytych warstwami zmodyfikowanego chitozanu i załadowanych nanocząstkami magnetycznymi oraz badania biologiczne *in vitro* na komórkach 4T1 (4.4).

Warto podkreślić, że każdy podrozdział w tej części zamyka bardzo pomocne i dobrze napisane, krótkie podsumowanie otrzymanych wyników.



unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 00001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



Część doświadczalną kończy niemal dwustronicowe podsumowanie i ważne dla pracy wnioski. Dopełnieniem rozprawy jest bibliografia obejmująca 149 pozycji literaturowych, wykaz rysunków i tabel zawartych w pracy.

Wartość merytoryczna i użytkowa

Praca badawcza Pani mgr Elżbiety Gumieniczek-Chłopek wpisuje się w obszar najnowszych trendów badawczych z pogranicza fizykochemii polimerów i układów koloidalnych oraz nanomedycyny i farmacji, realizowanych w renomowanych ośrodkach naukowych w Polsce i na świecie, ukierunkowanych na projektowanie i otrzymywanie nowych „inteligentnych” platform nośnikowych z magnetycznym rdzeniem przeznaczonych do aplikacji farmaceutycznych i biomedycznych. Przedmiotem przedłożonej do oceny dysertacji są zagadnienia związane z odpowiednią modyfikacją chitozanu jako głównego komponentu kapsuł polimerowych z ciekłym olejowym rdzeniem, załadowanych nanocząstkami magnetycznymi, otrzymywanych przy zastosowaniu techniki adsorpcji następczej polielektrolitów (ang. *layer-by-layer*, LbL) oraz ocena odpowiedzi biologicznej komórek nowotworowych 4T1 pochodzących z mysiego gruczołu sutkowego na terapię sterowaną polem magnetycznym.

We wprowadzeniu (wstępie) Doktorantka zarysowuje motywację do podjęcia tej interesującej tematyki badawczej, formułuje główną hipotezę badawczą wskazującą na istotne znaczenie użytkowe otrzymanych wyników w potencjalnej przeciwnowotworowej terapii sterowanej. Ten fragment zapowiada również ciekawą pracę badawczą o dużym potencjale naukowym i rozwojowym w dziedzinie nauk chemicznych i fizycznych.

Część teoretyczna dysertacji licząca 45 stron, wsparta 121 odnośnikami literaturowymi, napisana jest bardzo ogólnie, z krótkim popularnonaukowym wprowadzeniem do każdego rozdziału. Rozdział 1 dotyczący polimerów został potraktowany dość powierzchownie, zwłaszcza odnośnie zastosowań biomedycznych chitozanu w procesie otrzymywania kapsuł polimerowych. *Tutaj można by oczekiwać szerszego, krytycznego przeglądu prac i dużej zbiorczej tabeli, która w przejrzysty sposób pokazywałaby potencjał badawczy stosowanego polimeru, ale również jego ograniczenia (1).* Takie omówienie stanowiłoby dobry punkt wyjścia do potrzeby modyfikacji struktury tego związku i bazę do dyskusji wyników uzyskanych przez Doktorantkę. *W opinii Recenzentki, przeglądowej tabeli zabrakło również w Rozdziale 3, gdzie w sposób dość nieuporządkowany zostały opisane układy nośnikowe stosowane w terapiach sterowanych*



unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



polem magnetycznym (2). W tym przypadku brak zbiorczej tabeli, która stanowiłaby zestawienie najważniejszych, obecnych w literaturze lub badaniach klinicznych nośników magnetycznych wraz z ich komponentami, załadowanymi związkami aktywnym, prezentując ich zalety i ograniczenia oraz uwypuklając nowość naukową pracy, jest dość zaskakująca.

Największym niedopatrzeniem części teoretycznej jest bez wątpienia luka w zdefiniowaniu i starannej charakterystyce kapsuł/nośników z ciekłym rdzeniem olejowym otrzymywanych za pomocą techniki selektywnej adsorpcji następczej polielektrolitów o przeciwnym ładunku, potocznie nazywanej metodą „warstwa po warstwie” (LbL) (3). Technika LbL jest stosowana przez Doktorantkę do otrzymywania kapsuł polimerowych i powinna zostać starannie opisana, zilustrowana i również opatrzona stosowaną tabelą w osobnym podrozdziale, aby pokazać nowość swojego pionierskiego podejścia, tj. zastąpienie tradycyjnych surfaktantów amfililowymi kopolimerami. Pobieżny i dość niespójny opis na stronach 57 i 58 niniejszej dysertacji jest w ocenie Recenzentki niewystarczający.

Część doświadczalną rozpoczyna krótki Rozdział 1 zatytułowany „Zakres przeprowadzonych prac” dopełniony bardzo pomocnym schematem ilustrującym etapy przeprowadzonych eksperymentów badawczych. *W ocenie Recenzentki, w/w rozdział powinien nosić tytuł „Cel badań i zakres przeprowadzonych prac” oraz zostać poszerzony i uzupełniony o szczegółowo wyznaczone cele i hipotezy badawcze, do zrealizowania i udowodnienia w wyniku przeprowadzonych przez Doktorantkę eksperymentów (4)*.

Kolejny rozdział dotyczy opisu stosowanych odczynników, metod badawczych i aparatury. Warto podkreślić, że Doktorantka zadbała o określenie czystości chemicznej stosowanych do badań odczynników, szkoda tylko, że wykaz nie jest uszeregowany alfabetycznie a część opisu podano w języku angielskim (np. „deacetylation degree”, „for microscopy” czy „gold label”). *W ocenie Recenzentki metody badawcze opisane w podrozdziale 2.2. zostały przedstawione skrótowo, bez uzasadnienia wyboru danej techniki, wyjaśnienia szczegółowo opisanych warunków pomiarów i metod przygotowania próbek (5)*. Pewne zastrzeżenia budzi również kolejny rozdział części doświadczalnej tj. Rozdział 3, który zawiera opis syntez odnoszących się do modyfikacji chemicznych chitozanu (6). *Zastanawiającym jest fakt, że nie pokazano tutaj schematycznie nawet jednej reakcji chemicznej, a jedynie dwa rysunki o dość słabej rozdzielczości ze wzorami strukturalnymi otrzymanych produktów, tj. kationową pochodną chitozanu zmodyfikowaną chlorkiem glicydylotrimetyloamoniowym (GTMAC) i hydrofobowo – grupami n-dodecyłowymi (Rysunek 24) oraz anionową*



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław
www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51
Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



pochodną chitozanu zmodyfikowaną grupami sulfaminowymi (Rysunek 25). Niepełne są również opisy syntez kapsuł (podrozdziały 3.3-3.6). Nie wystarczający jest opis kolejnego etapu charakterystyki fizykochemicznej, tak jak wyczerpująco opisano to dla syntezy SPIONs z powłoką hydrofobową (podrozdział 3.2) (7). Brakuje również informacji w jaki sposób przygotowano kapsuły kontrolne tzw. puste, czyli niezaladowane nanocząstkami magnetycznymi (8). Z drugiej strony, na podkreślenie zasługuje szczegółowy i satysfakcjonujący opis eksperymentów dotyczących części biologicznej - podrozdziały 3.7-3.11.

Ostatni rozdział obejmujący wyniki badań i ich dyskusję jest najbardziej spójny w całej pracy. W pierwszej części Doktorantka dokonuje charakterystyki otrzymanych pochodnych zmodyfikowanego chemicznie chitozanu w oparciu o techniki $^1\text{H-NMR}$ oraz FT-IR. *W opinii Recenzentki na Rysunku 33 powinno znaleźć się również widmo substratów, tj. karboksymetylochitozanu (CMC) oraz kompleksu trójtlenku siarki z trimetyloaminą (TMST), aby faktycznie potwierdzić otrzymanie pożądanego produktu – anionowej pochodnej chitozanu, tak jak zostało to pokazane na Rysunku 35 dla cząstek magnetycznych (9).* Następny rozdział dotyczy charakterystyki (m.in. przy zastosowaniu STEM, FT-IR TGA-DC, XRD) nanocząstek magnetycznych zsyntezowanych dwuetapowo w oparciu o metodę termicznej dekompozycji organometalicznego prekursora w obecności kwasu oleinowego. W dyskusji wyników otrzymanych za pomocą STEM oraz podsumowaniu rozdziału, Doktorantka pisze o sferycznym kształcie otrzymanych nanocząstek i ich średnim nanometrycznym rozmiarze równym 15 nm przy wąskim rozkładzie wielkości. *Jednakże, niewyraźny obraz SPIONs pokazany na Rysunku 34, wskazuje na dość liczne agregaty, dlatego trudno jednoznacznie stwierdzić czy otrzymane nanocząstki mają kształt sferyczny i jaki jest ich faktyczny rozmiar. W konsekwencji Recenzentce nasuwa się pytanie, czy wykonano pomiar dynamicznego rozpraszania światła badanej dyspersji SPIONs, aby określić średnicę hydrodynamiczną i polidispersyjność układu (10)?*

W kolejnym rozdziale dokonano charakterystyki kapsuł polielektrolitowych z ciekłym rdzeniem olejowym otrzymywanych techniką emulsyfikacji i LbL. W w/w rozdziale pokazano wykresy wartości średnicy hydrodynamicznej (D_H), ζ -potencjału oraz obrazy wykonane za pomocą cryo-TEM i mikroskopu konfokalnego. Rozdział kończy pokazanie krzywej magnesowania magnetycznych kapsuł kationowych w funkcji pola, w temperaturze 300K (Rysunek 46). *Oprócz wspomnianego Rysunku 34, wyniki zaprezentowane są w sposób czytelny, pozostaje jednak pewien niedosyt odnośnie ich porównania z literaturą przedmiotu (11).* Analogiczna sytuacja ma miejsce w przypadku wyników opisanych w ostatnim rozdziale,



unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 00001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



gdzie oceniana jest aktywność biologiczna i potencjał aplikacyjny otrzymanych układów w testach *in vitro* wobec nowotworowej linii komórkowej. Badania biologiczne *in vitro* na komórkach 4T1 pochodzących z mysiego gruczołu sutkowego stanowią bardzo istotny i wartościowy element przedłożonej dysertacji. Doktorantka opisuje w nim ocenę biokompatybilności otrzymanych nośników oraz wpływ zewnętrznego pola magnetycznego na ich internalizację komórkową oraz uwalnianie związku aktywnego, która została zweryfikowana za pomocą mikroskopu konfokalnego. Na pochwałę zasługują bardzo wnikliwe eksperymenty badające wpływ stałego i zmiennego pola magnetycznego na efektywność wnikania do komórek kapsuł o różnym ładunku z uwzględnieniem eksperymentów kontrolnych. *Tym bardziej dziwi fakt, że również w tym rozdziale nie odniesiono się do ani jednej pozycji literaturowej. Uważam, że tak wartościowe wyniki badań stanowią podstawę do przeprowadzenia bardziej wnikliwej dyskusji i analizy oraz ich konfrontacji z rezultatami uzyskanymi przez innych autorów, zgodnie z literaturą przedmiotu (12).*

Przedłożoną dysertację kończy bardzo przejrzyste i dobrze napisane syntetyczne podsumowanie oraz wnioski.

Z obowiązku Recenzentki chciałam prosić Doktorantkę o ustosunkowania się do powyższych uwag (*oznaczonych od 1 do 12*), które nasunęły się podczas lektury niniejszej dysertacji oraz odpowiedzi na kilka dodatkowych pytań (*13-20*), zachęcających do dyskusji naukowej i pomocnych przy dalszym opracowaniu wyników w celu ich potencjalnej publikacji.

Dodatkowe pytania szczegółowe

- 13. W podrozdziale 3.3. Doktorantka zamieściła informacje, że synteza kapsuł została przeprowadzona w oparciu o zmodyfikowaną procedurę opisaną w pracach Szafraniec, J. et al. Polimery 62, 509-515 (2017) oraz Szafraniec, J et al. Nanoscale 7, 5525-5536 (2015). Na czym polegała modyfikacja tej procedury?*
- 14. Na stronie 69 wkraść się nieznaczny błąd, bo masa molowa chitozanu została podana w kDa. Czy Doktorantka miała na myśli masę molową czy cząsteczkową?*
- 15. Dlaczego do procesu syntezy kapsuł polielektrolitowych o ujemnym ładunku siłę jonową dla roztworu chitozanu modyfikowanego anionowo (AChit) stanowił 0,0015 M NaCl a dla tych modyfikowanych kationowo (CChit-C12) 0,15 M NaCl?*



unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska
Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



- 16.** Czy dla otrzymanych układów został wyznaczony stopień enkapsulacji? W ocenie Recenzentki w rozdziale 4.3.1. brakuje porównawczych widm spektrofotometrycznych dla wolnych nanocząstek w rozpuszczalniku, pustych kapsuł oraz SPIONs załadowanych w kapsułach.
- 17.** Na rysunkach 42 oraz 43 pokazano wartości średnic hydrodynamicznych dla otrzymanych kapsuł zmierzone techniką DLS. Czy są to średnie wartości tzw. (Z-ave), czy też konkretne wartości D_H po intensywności lub po liczbie?
- 18.** Na Rysunku 44 zobrazowano pojedyncze kapsuły otrzymane przy pomocy cryo-TEM. W związku z tym trudno ocenić polidispersyjność otrzymanych układów. Czy udało się zaobserwować większą populację kapsuł na zdjęciach cryo-TEM lub STEM?
- 19.** Czy test cytotoksyczności został przeprowadzony również dla kontroli pozytywnej (wolne nanocząstki magnetyczne np. w DMSO) oraz negatywnej (puste/niezaładowane kapsuły)? W jakim celu do wolnych komórek był dodawany wyłącznie NaCl w objętości 0,1 ml?
- 20.** Co oznacza stężenie czynnika? Czy można powiązać ten parametr ze stopniem enkapsulacji?

Dodatkowe uwagi

Przedłożona praca zawiera wartościowe wyniki badań o potencjale badawczym i wnosi element nowości naukowej, zwłaszcza w zakresie syntezy nośników magnetycznych z ciekłym rdzeniem otrzymywanych za pomocą połączonych techniki selektywnej adsorpcji polielektrolitów poprzedzonej metodą emulsyjną. Pani mgr Elżbiety Gumieniczek-Chłopek podjęła się trudnego zadania otrzymania i charakterystyki fizykochemicznej stabilnych układów, których uwalnianie w docelowych komórkach nowotworowych może być wspomagane polem magnetycznym.

W mojej ocenie założone cele zostały osiągnięte i po wnikliwej analizie całości dysertacji nie mam większych zastrzeżeń do jej strony merytorycznej. Jednakże różnego typu niedopatrzenia, zwłaszcza brak dyskusji otrzymanych wyników w odniesieniu do najnowszej literatury przedmiotu w podrozdziałach 4.3 i 4.4 nieco rzutują na jej odbiór. Recenzentka odniosła wrażenie, że praca jest jakby niedokończona a Doktorantce zabrakło również czasu, aby dokonać wnikliwego przeglądu literaturowego odnośnie podstawowych zagadnień oraz najnowszych osiągnięć w zakresie modyfikowanych pochodnych chitozanu, nośników z magnetycznym rdzeniem i techniki LbL, stosując w zamian ogólnikowe, czasem nawet nadmiernie popularnonaukowe sformułowania i opisy.



unite! University Network for Innovation, Technology and Engineering



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qaa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434



Na podkreślenie zasługuje fakt, że przedstawione wyniki zostały częściowo opublikowane (badania dotyczące syntezy i charakterystyki fizykochemicznej nanokapsuł magnetycznych pokrytych hydrofobową modyfikacją kationowej pochodnej chitozanu), w czasopiśmie *Materials* z listy filadelfijskiej (IF₂₀₂₀ = 3,623, 140 pkt MEiN), gdzie Doktorantka jest pierwszym autorem. Pani mgr Gumieniczek-Chłopek jest również współautorem jeszcze dwóch innych artykułów w wysoko punktowanych czasopismach naukowych (*Nanomaterials* oraz *ACS Applied Materials & Interfaces*). Sumaryczny współczynnik oddziaływania (Impact Factor) wszystkich prac Doktorantki, zgodnie z rokiem opublikowania wynosi IF = 16,415 przy 410 pkt MEiN.

Ponadto Pani mgr Elżbiety Gumieniczek-Chłopek posiada spory dorobek konferencyjny obejmujący wystąpienia podczas 10 zjazdów naukowych, w tym 4 międzynarodowych. Za bardzo ważny element dorobku uważam realizację ponad trzytygodniowego stażu naukowego w *Institute of Nanoscience of Aragon* (INA) na Hiszpańskim Uniwersytecie w Saragossie.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę powyższe uważam, że rozprawa doktorska Pani mgr Gumieniczek-Chłopek spełnia warunki określone w art. 13 ust 1 ustawy o stopniach i tytułach naukowych z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (tj. Dz. U. z 2017 r. poz. 1789) w związku z art. 179 ust. 1 i ust. 2 ustawy z dnia 3 lipca 2018r. Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669 z późn. zm.), dlatego wnoszę do Rady Dyscypliny Nauki Fizyczne AGH o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.

Z wyrazami szacunku,

Ursula Bazylińska



HR EXCELLENCE IN RESEARCH

Evaluated by
IEP INSTITUTIONAL
EVALUATION
PROGRAMME
www.iep-qa.org

Politechnika Wroclawska

Wybrzeże Wyspiańskiego 27
50-370 Wrocław

www.pwr.edu.pl

REGON: 000001614
NIP: 896-000-58-51

Nr konta:
37 1090 2402 0000 0006 1000 0434

