

Kraków, 05.06.2023

Prof. dr hab. inż. Tomasz Szmuc  
Katedra Informatyki Stosowanej  
Akademii Górniczo-Hutniczej  
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
tel.: (+12) 617 28 32  
e-mail: [tsz@agh.edu.pl](mailto:tsz@agh.edu.pl)

## RECENZJA OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO I OCENA DOROBKU NAUKOWEGO

dr. inż. Rafała Dei

Recenzja niniejsza została przygotowana na zlecenie prof. dr. hab. inż. Sławomira Zadroźnego, Dyrektora Instytutu Badań Systemowych Polskiej Akademii Nauk w związku z powołaniem (przez Radę Naukową Instytutu) komisji habilitacyjnej dla przeprowadzenia postępowania o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie informatyka techniczna i telekomunikacja. Recenzja dotyczy działalności i osiągnięć naukowych dr. inż. Rafała Dei.

### 1. Recenzja osiągnięcia naukowego

Recenzja osiągnięcia naukowego została wykonana na podstawie dokumentacji, w tym załączonego cyklu dziesięciu publikacji podstawowych (opublikowanych w latach 2009-2022). Poniżej podano listę publikacji tworzących oceniane osiągnięcie naukowe: *Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu dynamiki procesów chorobowych z danych i wiedzy dziedzinowej*. Poszczególne elementy listy uzupełniono punktacją według wykazu Ministerstwa Nauki i Edukacji.

1. **R. Deja**, W. Froelich: "Forecasting Basal Insulin for the Clinical Therapy of Juvenile Diabetes at Onset." *Procedia Computer Science* 207 (2022): 138-144 –**70 pkt.** (materiały konferencji KES).
2. **R. Deja**, W. Froelich, G. Deja: "Rule-based Medical Treatment Graph for the Modeling of Hypo- and Hyperglycemia at Onset". *Procedia Computer Science* 192 (2021): 1393-1400 –**70 pkt.** (materiały konferencji KES).
3. **R. Deja**, W. Froelich, G. Deja: "Mining clinical pathways for daily insulin therapy of diabetic children". *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science* 31.1 (2021). – **100 pkt.**
4. **R. Deja**, W. Froelich, G. Deja, and A. Wakulicz-Deja: "Hybrid approach to the generation of medical guidelines for insulin therapy for children". *Information Sciences* 384 (2017): 157-173 – **200 pkt.**
5. **R. Deja**: "Applying Roughification to Support Establishing Intensive Insulin Therapy at Onset of T1D". In: Czarnowski, I., Howlett, R., Jain, L. (eds) *Intelligent Decision Technologies 2017*. IDT 2017. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 72. pp.265-272. Springer, Cham, 2018 – **15 pkt.** (materiały konferencji KES)
6. **R. Deja**: "Building Medical Guideline for Intensive Insulin Therapy of Children with T1D at Onset". In: Nguyen, N., Iliadis, L., Manolopoulos, Y., Trawiński, B. (eds) *Computational Collective Intelligence*. ICCCI 2016. Lecture Notes in Computer Science(), vol 9876. Springer, Cham. 2016 –**20 pkt.**
7. **R. Deja**, W. Froelich, and G. Deja: "Differential sequential patterns supporting insulin therapy of new-onset type 1 diabetes". *BioMedical Engineering OnLine* 14.1 (2015): 1-11 – **70 pkt.**
8. W. Froelich, **R. Deja**, and G. Deja: "Mining therapeutic patterns from clinical data for juvenile diabetes". *Fundamenta Informaticae* 127.1-4 (2013): 513-528 – **70 pkt.**
9. **R. Deja**: "Comparison of Rules Synthesis Methods Accuracy in the System of Type 1 Diabetes Prediction". In: Kapczyński, A., Tkacz, E., Rostanski, M. (eds) *Internet – Technical Developments*

*and Applications 2. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 118, pp 13-44. Springer, Berlin, Heidelberg. 2012 – **20 pkt.**

10. **R. Deja**: “Applying Rough Set Theory to the System of Type 1 Diabetes Prediction”. In: Tkacz, E., Kapczynski, A. (eds) *Internet – Technical Development and Applications. Advances in Intelligent and Soft Computing*, vol 64. pp.119-129, Springer, Berlin, Heidelberg, 2009 – **20 pkt.**

Prace te są powiązane tematycznie (*Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. 2018 poz. 1668, z późniejszymi zmianami) ich zakres tematyczny jest komplementarny i tworzą spójną całość określającą recenzowane osiągnięcie naukowe.

### **1.1. Opis osiągnięcia naukowego**

Oceniane osiągnięcie naukowe zatytułowane: *Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu dynamiki procesów chorobowych z danych i wiedzy dziedzinowej* koncentruje się na modelowaniu leczenia cukrzycy w celu opracowania metod, algorytmów oraz wizualizacji wyników wspomagających lekarza w podejmowanie decyzji w trakcie leczenia tej choroby. Proponowane rozwiązania są konstruowane z wykorzystaniem sieci neuronowych i zbiorów przybliżonych i bazują na predykcji szeregów czasowych (kliniczne dane z przebiegów leczenia).

Poniżej opisano przeprowadzone badania i osiągnięte wyniki w porządku dyktowanym przez stosowane podejście oraz stopniowe rozszerzanie funkcjonalności proponowanych rozwiązań.

Stosowane metody sieci neuronowych lub zbiorów przybliżonych wymagały wstępnego przetwarzania danych źródłowych. Poszczególne zdarzenia: pomiary stężenia glukozy we krwi (glikemia), posiłki w ciągu dnia, dawki insuliny charakteryzują się różnymi wartościami numerycznymi, stąd konieczne było zaproponowanie przedziałów czasowych oraz symboli etykietujących wspomniane wartości.

Pierwsze rozwiązanie [8] dotyczyło określania dawek insuliny w zależności poziomu glikemii w okresie nocnym. Proponowana metoda polega na odkrywaniu charakterystycznych wzorców sekwencji z danych historycznych. Kolejnym krokiem było opracowanie algorytmu wspomagającego określanie dawek insuliny doposiłkowej. Algorytm ten, wykorzystujący szablony stosowane przez lekarzy został zaimplementowany i przetestowany na danych rzeczywistych. Wyniki potwierdziły dobrą jakość predykcji dla krótkich wzorców. W przypadku dłuższych ulegały pogorszeniu. W związku z tym w pracy [7] zastosowano wzorce różnicowe (zwiększenie/zmniejszenie dawek insuliny). Zaproponowany algorytm wydobywający wzorce różnicowe zweryfikowano na danych rzeczywistych – 5-krotna walidacja krzyżowa z losowym próbkowaniem. Rozwiązanie to stanowi wsparcie lekarza przy podejmowaniu decyzji o zmianie terapii.

W kolejnym etapie badań [6, 4, 3, 2] uwzględniono statyczne dane kliniczne pacjenta mające wpływ na leczenie insulinowe. Umożliwiło to wstępne grupowanie pacjentów o tym samym profilu leczenia.

W pracy [6] szukano wzorców dla dawek insuliny bazowej, a w drugim eksperymencie uwzględniano nocne pomiary glikemii. Stwierdzono (walidacja krzyżowa) przydatność pierwszego eksperymentu w zastosowaniu do wspomagania leczenia nowoprzyjętych pacjentów. W kolejnym kroku [4] wykorzystano dodatkowy pomiar glikemii po posiłku. Wprowadzono ponadto miary epizodu ułatwiające lekarzowi ocenę. Po określeniu klastrów w zbiorze pacjentów wyznaczane są zestawy częstych epizodów, charakterystycznych dla poszczególnych grup pacjentów. Na tej podstawie można wygenerować graf przedstawiający ścieżki leczenia. W pracy [3] zastąpiono wyszukiwanie częstych epizodów przez grupowanie ścieżek grafu o określonym prawdopodobieństwie wystąpienia. Pozwala to na stosowanie szeregu filtrów przeszukiwania odpowiednich ścieżek w grafie. Opracowano algorytm konstrukcji grafu MTG (*Medical Treatment Graph*) z sekwencji danych klinicznych. Zbudowany graf umożliwia określenie alternatywnych ścieżek leczenia dla przyjętego pacjenta oraz wybór odpowiedniej podścieżki w trakcie terapii. Algorytm został zweryfikowany na danych rzeczywistych metodą walidacji krzyżowej. Uzyskano dobre wyniki dla 3-5 kroków terapii medycznej. W leczeniu cukrzycy ważne są stany zbyt niskich lub wysokich poziomów cukru (hypo/hiper glikemia). W grafie MTG ścieżki prowadzące do tych stanów charakteryzują się małym prawdopodobieństwem, zatem wyszukiwanie tych ścieżek może być utrudnione. W celu usunięcia tej niedogodności w pracy [2] opracowano *Rule Based Medical*

*Treatment Graph* (RB-MTG). Reguły decyzyjne określono z wykorzystaniem teorii zbiorów przybliżonych. Na podstawie ścieżek leczenia tworzony jest zbiór tablic decyzyjnych. Następnie obliczane są minimalne (ze względu na liczbę atrybutów warunkowych) reguły decyzyjne. Każda reguła decyzyjna może być interpretowana jako podciąg z jednej sekwencji leczenia pacjenta. Zastosowanie zbiorów przybliżonych umożliwiło ograniczenie zdarzeń medycznych koniecznych do analizy. Dodatkowo współczynniki etykietujące krawędzie pozwalają na szybką analizę potencjalnie ryzykownych terapii.

Opisane powyżej wyniki dotyczyły wspomaganie strukturalnych aspektów leczenia. Habilitant prowadził również badania w obszarze określania wartości dawki insuliny [5, 1]. W pracy [5] zastosowano znaną w literaturze metodę *roughication* stosowaną do tablic decyzyjnych o wartościach numerycznych. W wyniku zastosowania zaproponowanego podejścia lekarz otrzymuje przedział wartości dawki dobowej insuliny oraz wartości współczynnika wsparcia i pewności decyzji. W ten sposób przedziały wartości są wyliczane na podstawie danych rzeczywistych a nie arbitralnych podziałów. Skutkuje to wysoką jakością opracowanego klasyfikatora. W kolejnym kroku [1] opracowano metodę prognozowania bazo-owej dawki insuliny. Trenowanie modelu prognozowania przeprowadzono z wykorzystaniem danych wszystkich pacjentów niejako statystycznie uzupełniając wiedzę zawartą w krótkich szeregach czasowych pojedynczego pacjenta. Zaproponowano dwa modele prognozowania wykorzystujące sztuczną sieć neuronową. Pierwszy prognozuje dawkę insuliny przy przyjęciu do szpitala, natomiast drugi umożliwia dostosowanie dawki do stanu pacjenta. Oba modele charakteryzują się dobrą jakością predykcji.

Habilitant prowadził również badania (zastosowanie zbiorów przybliżonych) w obszarze wspomaganie prognozowania zachorowania na cukrzycę typu I wśród dzieci obciążonych genetycznie [10, 9]. Klasyfikator zachorowania wyznaczony ze zbioru dzieci chorych był konfrontowany w grupie zdrowego rodzeństwa. Wyniki zostały zweryfikowane i porównane z innymi metodami wyznaczania reguł decyzyjnych [9]. Wskazano również układ genów stanowiący ochronę przed zachorowaniem na cukrzycę.

## 1.2 Ocena osiągnięcia naukowego

Oceniane osiągnięcie naukowe dotyczy systemów wspomaganie decyzji podejmowanych przez lekarza w trakcie leczenia chorych na cukrzycę. Habilitant opracował nowe metody i algorytmy ułatwiające prognozowanie zachorowań, modelowanie przebiegu leczenia, wybór terapii i zaleceń medycznych, określanie dawek insuliny oraz wykrywanie sytuacji prowadzących do niebezpiecznych stanów (ekstremalnie niski poziom cukru). Od strony metodologicznej badania bazują na wiedzy eksperckiej uzyskanej od lekarzy oraz analizie danych medycznych. Wiedza lekarzy stanowi punkt wyjściowy oraz jest wykorzystywana przy weryfikacji proponowanych rozwiązań. Analiza danych jest związana z wykrywaniem charakterystycznych sekwencji lub epizodów w szeregach czasowych opisujących zdarzenia (stany) przebiegu leczenia. Prowadzi to do wykrywania różnych wzorców leczenia, grupowania pacjentów, konstrukcji grafów MTG oraz RB-MTG. Osiągnięcia dr R. Dei można sklasyfikować w następujących grupach.

1. Opracowanie systemu wspomagającego prognozowanie zachorowań na cukrzycę dzieci obciążonych genetycznie.
2. Zaproponowanie algorytmów wykrywania różnych wzorców z szeregów czasowych danych klinicznych. Badania były ewolucyjnie rozwijane – począwszy od ograniczonego zakresu analizowanych danych, następnie przez grupowanie pacjentów i dodawanie nowych rodzajów danych oraz implementowanie szablonów stosowanych przez lekarzy.
3. Opracowanie algorytmu konstrukcji grafów MTG z sekwencji danych klinicznych. Zaproponowany RB-MTG graf jest zaopatrzony w reguły decyzyjne. Jest to dobry przykład systemu ekspertowego wspomagającego lekarza w leczeniu cukrzycy.

Opisane wyżej wyniki są uporządkowane hierarchicznie, odwzorowując rozwój badań Habilitanta. Prognozowanie zachorowań dzieci na cukrzycę (1) opracowano z zastosowaniem zbiorów przybliżonych. Wybór tego narzędzia jest właściwy, choć zapewne był to również wpływ doświadczeń z wykorzystaniem tego formalizmu w rozprawie doktorskiej. Badania wspomniane w punkcie (2) mają charakter twórczego dostosowania istniejących metod (wykrywanie wzorców lub epizodów) do analizy danych medycznych. Jako najważniejszy wynik w ocenianym osiągnięciu naukowym należy uznać opracowanie algorytmów konstrukcji grafów MTG oraz RB-MTG (3). Algorytm MTG charakteryzuje się liniową

złożonością obliczeniową względem liczby sekwencji pacjenta i liczby zdarzeń w sekwencji. Reguły decyzyjne w grafie RB-MTG są wyznaczone (rachunkiem zbiorów przybliżonych) z danych zawartych w tablicach decyzyjnych. Zdaniem recenzenta zaproponowane algorytmy mają duży potencjał z punktu widzenia konstrukcji systemów wspomagających pracę lekarzy. Naturalnym rozwinięciem byłyby adaptacja algorytmów do wspomagania decyzji lekarza przy leczeniu innych chorób. Szkoda, że Habilitant nie podjął próby bardziej generycznego rozwinięcia wspomnianych osiągnięć, rozszerzając tym samym zakres zastosowań.

Opisane wyżej wyniki zostały uzyskane przez dokładną analizę dziedzinową i weryfikację wyników. Habilitant właściwie dobierał metody i narzędzia informatyczne (wykrywanie wzorców, sieci neuronowe, zbiory przybliżone), które harmonijnie stosował w proponowanych rozwiązaniach.

W podsumowaniu oceny merytorycznej należy stwierdzić, że osiągnięte wyniki są oryginalne, a ich praktyczna użyteczność została eksperymentalnie wykazana oraz pozytywnie oceniona przez lekarzy. Zaproponowane algorytmy stanowią wartościowy wkład w konstrukcję systemów wspomagania decyzji lekarza w trakcie leczenia cukrzycy.

Przedstawiony cykl publikacji jest tematycznie spójny i dobrze opisuje oceniane osiągnięcie naukowe. Pozycje [1, 2, 5, 6, 9, 10] zostały opublikowane w materiałach ważnych konferencji międzynarodowych. Pozostałe [3, 4, 7, 8] w czasopismach punktowanych odpowiednio 100, 200, 70, 70. Szkoda, że Habilitant nie postarał się o publikację głównych wyników (np. zawartych w [1, 2]) w czasopismach wyższej rangi. Sumaryczna punktów wynosi 655 oraz skumulowany Impact Factor 12,432. Wśród analizowanych artykułów są cztery w których dr R. Deja jest jedynym autorem, pozostałe są 2-3 współautorskie, często z udziałem lekarza. Załączone w dokumentacji oświadczenia współautorów potwierdzają decydujący wkład merytoryczny Habilitanta.

## 2. Ocena dorobku naukowego

Działalność naukowa Habilitanta zawiera się w obszarze analizy danych. Można wyróżnić dwa zasadnicze obszary badawcze: zastosowanie zbiorów przybliżonych w analizie konfliktów oraz, opisywane w poprzednim punkcie recenzji, metody i algorytmy wspomagające lekarzy w leczeniu cukrzycy. Rozszerzenia zaproponowanego przez Z. Pawlaka podejścia do analizy konfliktów były przedmiotem rozprawy doktorskiej R. Dei i następnie kontynuowane w badaniach prowadzonych bezpośrednio po uzyskaniu stopnia doktora. Należy tu wspomnieć o dwóch rozszerzeniach: określeniu odległości agentów w ocenie zagadnień oraz o propozycji nowego modelu sytuacji konfliktowej. Pierwsze umożliwiło poszerzenie pojęcia koalicji oraz opracowanie algorytmu redukcji atrybutów, która skutkuje zmniejszeniem konfliktu analizowanej sytuacji. W konsekwencji drugiego zdefiniowano konflikty lokalne i globalne oraz opracowano model pozwalający na analizowanie współpracy niezależnych agentów w realizacji postawionego zadania.

W ujęciu ilościowym dorobek Habilitanta scharakteryzowano poniżej. W poszczególnych podkategoriach wyróżniono okresy przed i po uzyskaniu stopnia doktora.

### 1. Artykuły w czasopismach – łącznie 12:

- a. po uzyskaniu stopnia doktora – 9 artykułów, w tym 4 wchodzące w skład osiągnięcia naukowego, 3 w czasopismach medycznych (1 *Journal of Diabetes Research*, 2 *Pediatric Endocrinology Diabets and Metabolism*), 2 dotyczące analizy konfliktów opublikowane w *Romanian Journal of Information Science and Technology* oraz *International Journal of Information Systems*
- b. przed doktoratem – 3 artykuły dotyczące analizy konfliktów z zastosowaniem zbiorów przybliżonych – *Bulletin of the Polish Academy of Sciences*, 2 pozycje w Raportach Politechniki Warszawskiej.

### 2. Rozdziały w monografiach naukowych – łącznie 8 w tym:

- a. po uzyskaniu stopnia doktora – 7 pozycji, w tym 2 pozycje z listy osiągnięcia naukowego, 1 opublikowana w *Studies in Fuzziness and Soft Computing* (Springer), pozostałe 4 w wydawnictwach lokalnych (3 Wyższa Szkoła Biznesu w Dąbrowie Górniczej, 1 Instytut Informatyki UŚ)

- b. przed doktoratem – 1 opublikowano w *Studies in Fuzziness and Soft Computing* (Springer).
3. Artykuły w materiałach konferencyjnych – łącznie 10, w tym:
  - a. po uzyskaniu stopnia doktora – 6 pozycji – wszystkie umieszczone na liście osiągnięcia naukowego
  - b. przed doktoratem – 4 pozycje dotyczące analizy konfliktów z zastosowaniem zbiorów przybliżonych.

Sumaryczny współczynnik *Impact Factor* dla całego dorobku publikacyjnego wynosi 16,493. Całkowita liczba punktów przypisanych do wszystkich publikacji jest równa 941. W bazie Web of Science (WoS) odnotowano 84 cytowania. Indeks Hirscha wg WoS wynosi 4; odpowiednio w Scopus 99 cytowań oraz indeks Hirscha 6. W Google Scholar wartości są tradycyjnie wyższe – 301 cytowań oraz indeks Hirscha równy 10. Stosowanie indeksu Hirscha jako miary charakteryzującej dorobek naukowy jest przedmiotem dyskusji, jednak wymienione wartości kształtują się poniżej przyjętych zwyczajowo poziomów.

Dr R. Deja był członkiem komitetów programowych 4 międzynarodowych konferencji i uczestniczył w pracach komitetu organizacyjnego prestiżowej konferencji KES (*Knowledge-Based and Information & Engineering Systems*). Opracował recenzje dla czasopism: *Information Science*, *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, *Fundamenta Informaticae*.

Habilitant współpracuje naukowo z Uniwersytetem Śląskim (Instytut Informatyki) oraz z Śląskim Uniwersytetem Medycznym. Rezultaty tej współpracy znajdują odzwierciedlenie we wspólnych publikacjach.

Dr Rafał Deja był kierownikiem grantu w ramach programu ESPRIT- CRIT2 (1996-2000) oraz brał udział w projekcie *OPTIMIS - innowacyjny system diagnostyki psychologicznej dostosowanej do potrzeb polskiego orzecznictwa* realizowanym w ramach programu *Szybka ścieżka 1-2020* (NCBiR). Ponadto należy wymienić udział w pracach implementacyjnych realizowanych w ramach współpracy z otoczeniem społecznym i gospodarczym. Oprócz zatrudnienia w Akademii WSB (Dąbrowa Górnicza) pracuje (od 2014 roku) w firmie IBM (obecnie Kyndryl), gdzie kieruje zespołem implementującym rozwiązania dla europejskiego banku. W ramach współpracy z innymi firmami brał udział w pracach implementacyjnych systemu testów psychologicznych wykorzystywanych do rekrutacji pracowników, wspomagania decyzji i zarządzania zasobami ludzkimi, modułów systemu magazynowego na urządzenia mobilne (hurtownie farmaceutyczne), projektu analizy jakości danych w systemach pomocy społecznej.

Tytułem uzupełnienia sylwetki Habilitanta poniżej podano informację o dorobku dydaktycznym. Dr Rafał Deja prowadził szereg zajęć dydaktycznych w aktualnym miejscu zatrudnienia, tj. w Akademii WSB (Dąbrowa Górnicza). W dostarczonej dokumentacji wymieniono przedmioty: Inżynieria oprogramowania (wykłady i ćwiczenia), Programowanie obiektowe (wykład i laboratorium), Technologie internetowe (wykład i laboratorium), Podstawy programowania komputerów (laboratorium), Metody sztucznej inteligencji (ćwiczenia), Zarządzanie projektami informatycznymi (studia podyplomowe).

### 3. Wniosek końcowy

Przedstawione we Wniosku osiągnięcie naukowe dotyczy wspomagania decyzji lekarza w trakcie leczenia chorych na cukrzycę. Opracowane metody i algorytmy wydobywają wiedzę zawartą w danych klinicznych, co pozwala na prognozowanie zachorowań na cukrzycę dzieci uwarunkowanych genetycznie, określenie różnorodnych wzorców określających przebieg leczenia i dawkowanie insuliny, konstrukcję grafów MTG opisujących alternatywne ścieżki leczenia oraz budowanie grafów RB-MTG zapatrzonych dodatkowo w reguły decyzyjne. Habilitant harmonijnie stosował różnorodne narzędzia informatyczne (sieci neuronowe, zbiory przybliżone), wyniki były weryfikowane formalnie i dziedzinowo (ocena przez lekarzy). Wyniki są oryginalne i mają potencjał rozwojowy w obszarze konstrukcji systemów wspomagających pracę lekarzy.

W całościowym dorobku naukowym dr R. Dei należy wyróżnić drugi obszar – rozszerzenie (określenie odległości agentów, nowy model sytuacji konfliktowej) zaproponowanej przez Z. Pawlaka analizy konfliktów. Badania te były przedmiotem rozprawy doktorskiej i kontynuowane w okresie bezpośrednio po doktoracie.

Ocena strony merytorycznej osiągnięcia naukowego oraz dorobku jest zdecydowanie pozytywna. Słabiej kształtuje się ocena bibliometryczna. W cyklu 10 publikacji osiągnięcia naukowego 6 jest w materiałach konferencji. Indeks Hirscha w bazie WoS wynosi 4 a w Scopus jest równy 6.

Podsumowanie oceny osiągnięcia naukowego, dorobku po uzyskaniu stopnia doktora oraz działalności około-naukowej pozwala na stwierdzenie, że spełnione są wymagania dotyczące uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce - Dz.U. 2018 poz. 1668, z późniejszymi zmianami), co prowadzi do wniosku o dopuszczenie dr. inż. Rafała Dei do kolejnego etapu postępowania habilitacyjnego w celu nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie Informatyka techniczna i telekomunikacja.

*Tomasz Szmuc*