

## OCENA

całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
dr. inż. Adama Ciećko  
w związku z postępowaniem habilitacyjnym  
w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i  
transport

### **Uwagi wstępne.**

Podstawą niniejszej opinii jest wniosek o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauki inżynieryjno-technicznej w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport na podstawie spójnego tematycznie cyklu artykułów, zatytułowanego „Analiza i weryfikacja podstawowych parametrów nawigacyjnych - dokładności, wiarygodności, dostępności i ciągłości – w nawigacji satelitarnej GNSS wspomaganej systemem EGNOS”. Cykl ten składa się z sześciu artykułów, przy czym pięć spośród nich zostało napisanych wspólnie z innymi autorami, w latach 2016-2020. W artykułach współautorskich udział Habilitanta był jednoznacznie wydzielony i miał charakter wiodący, a polegał na opracowaniu koncepcji badań, opracowaniu metodologii przetwarzania i analizy danych, dyskusji wyników, podczas gdy pozostali współautorzy zasadniczo uczestniczyli w realizacji eksperymentów. Pięć z tych artykułów zostało opublikowanych w uznanych czasopismach zagranicznych indeksowanych na liście Web of Science i Scopus (IET Radar, Sonar and Navigation, Sensors i Applied Sciences) i posiadających impakt faktor zdecydowanie powyżej 2. Szósty w czasopiśmie wymienionym na liście MENiS wydawanym przez UW-M.

### **Przebieg kariery zawodowej Habilitanta**

Kariera zawodowa doktora inżyniera Adama Ciećko związana jest głównie z Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie, Wydziałem Geodezji, Inżynierii Przestrzennej i Budownictwa. Habilitant ukończył studia na tym wydziale w roku 1997 na podstawie pracy magisterskiej pod tytułem „Opracowanie mapy numerycznej ewidencji gruntów – zakres i metody wykorzystania dokumentacji ewidencji gruntów założonej na podstawie pomiaru bezpośredniego w latach 1963-1990” której promotorem był prof. Stanisław Oszczak. W tym samym roku podjął dzienne studia doktoranckie na swoim macierzystym wydziale, które ukończył z wyróżnieniem w roku 2002 obroną pracy doktorskiej na temat „Badanie satelitarne pozycjonowania metodami DGPS oraz RTK w warunkach dynamicznych”. Ta praca, napisana również pod kierownictwem prof. Stanisława Oszczaka została ponadto nagrodzona w roku 2003 przez Ministra Infrastruktury. Pragnę to podkreślić, albowiem od momentu podjęcia badań

zwieńczonych doktoratem Kandydat pozostaje wierny tematyce wykorzystania systemów satelitarnych w aspekcie problemów wynikających z dynamiki użytkownika. Jeszcze przed ukończeniem studiów doktoranckich Pan Ciećko podjął pracę na UW-M i tej placówce pozostaje wierny. Równolegle, w roku 2011 podjął również pracę w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych, gdzie również prowadzi wykłady i ćwiczenia z zakresu wykorzystania systemów pozycjonowania satelitarnego w lotnictwie, a także aktywnie uczestniczy w pracach badawczych prowadzonych w tymże zakresie na rzecz lotnictwa.

Kariera zawodowa Habilitanta jest więc typową dla pracownika wyższej uczelni. Warto podkreślić, że począwszy od studiów wyższych, przez rozprawę doktorską oraz pracę zawodową jako nauczyciel akademicki Jego zainteresowania zawodowe skupiały się konsekwentnie w zakresie nauk inżyneryjno-technicznych skupiając się na geodezyjnych i nawigacyjnych aspektach użytkowania satelitarnych systemów nawigacyjnych GNSS wchodzących w zakres dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

### **Opinia odnośnie aktywności naukowej Kandydata i współpracy międzynarodowej**

W swojej działalności naukowej Habilitant konsekwentnie zajmuje się technologią GPS. Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora intensywnie kontynuował badania z tego zakresu w ramach zespołów funkcjonujących na swojej uczelni a również w ramach współpracy międzynarodowej finansowanych z funduszy uczelnianych, rządowych, a także unijnych. Na szczególną uwagę w tym aspekcie zasługuje udział w międzynarodowym projekcie Joint Research Center „Area measurement tool validation method” w którym występował jako główny wykonawca i autor kilkunastu raportów. Spośród wielu innych zwróciłem uwagę również na projekt realizowany w ramach 6 Programu Ramowego Komisji Europejskiej nakierowanego na wdrożenie nowoczesnych technologii satelitarnych w rolnictwie, a Habilitant występował w nim jako jeden z głównych wykonawców i koordynator jednego z pakietów roboczych.

Wraz z podjęciem dodatkowego zatrudnienia w uczelni Dęblińskiej podjął się kierowania projektem finansowanym przez NCN „Opracowanie matematycznego modelu bezpiecznego lądowania statku powietrznego z wykorzystaniem technik GNSS/INS oraz Numerycznego Modelu Terenu wykonanego zgodnie z procedurami ICO”.

W sumie Habilitant wykazuje 18 projektów badawczych zleconych przez instytucje krajowe i zagraniczne, również w ramach projektów Unii Europejskiej, z czego dwoma projektami kierował, a w pozostałych był jednym z głównych wykonawców.

W przedłożonej dokumentacji Habilitant załączył wykaz prac których jest autorem lub współautorem, opublikowanych po uzyskaniu doktoratu, a nie włączonych do cyklu monotematycznego. Lista ta obejmuje 35 pozycji opublikowano w czasopiśmie indeksowanych przez bazy JCR lub Scopus czy Web of Science oraz znajdujących się na liście MNiSW. Ponadto wykaz ten obejmuje 5 pozycji monograficznych, których Habilitant jest współautorem lub autorem rozdziału.

Habilitant był także wielokrotnie recenzentem publikacji zamieszczonych w renomowanych czasopiśmie zagranicznych. Uważam to za godne podkreślenia, albowiem dowodzi to pozycji w środowisku. Dorobek ten oceniam wysoko, świadczy on o dużej aktywności naukowej i publikacyjnej kandydata. Potwierdzają to wskaźniki bibliometryczne dorobku Habilitanta według Web of Science:



- Liczba publikacji na liście Web of Science – 16,
- Liczba cytowań (WoS) bez autocytowań – 30,
- Indeks Hirsha (WoS) – 4.

### **Ocena cyklu publikacji**

W artykułach tych Autor prezentuje wyniki wszechstronnych badań w zakresie pozycjonowania z użyciem systemu GPS wspomaganego systemem EGNOS. Na wstępie warto odnotować, iż obszar badań Habilitanta objęty rozpatrywanym cyklem artykułów dotyczy zagadnień niezwykle aktualnych, a przy tym słabo zbadanych albowiem odnosi się do jakości funkcjonowania systemu EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service. Jest to system satelitarny obejmujący obszar Europy i część wód morskimi ją otaczających, mający na celu poprawę cech użytkowych powszechnie stosowanego systemu GPS w warunkach intensywnego przemieszczania się użytkownika. Rzecz bowiem w tym, że wprawdzie system GPS był budowany z myślą o wielu zastosowaniach wojskowych, od dawna jest również udostępniony bezpłatnie użytkownikom cywilnym i jest wręcz powszechnie stosowany w wielu sektorach gospodarki, jednakże przez wiele lat nie mógł być zastosowany w lotnictwie komunikacyjnym. Ten stan rzeczy wynikał ze względów formalnych i technicznych. Po pierwsze system nie podlega certyfikacji, a więc nie można zagwarantować, że działa poprawnie. Przyczyny techniczne sprowadzają się do tego, że nie zapewnia oczekiwanej ciągłości oraz wiarygodności świadczonego serwisu, ponieważ twórcom systemu nie postawiono takiego zadania. W tej sytuacji, z inicjatywy Międzynarodowego Zrzeszenia Przewoźników Powietrznych podjęto, w kilku rejonach świata (poza Europą również Północna Ameryka, Indie i Japonia), prace nad zbudowaniem systemu nadzorującego pracę GPS z opcją powiadamiania użytkowników powietrznych o bieżącej jakości usługi świadczonej przez ten system.

System EGNOS oddano do eksploatacji w roku 2010, a już w 2013, w wyniku pierwszych doświadczeń z eksploatacji wprowadzono istotne modyfikacje. Wynika z tego, że badanie tak nowego systemu, którego funkcjonowanie ma istotny wpływ na bezpieczeństwo transportu lotniczego, prowadzone przez czynnik niezależny od dostawcy tychże usług, ma kapitalne znaczenie praktyczne. Ma również wielkie znaczenie dla nauki, albowiem brak jest jakichkolwiek doświadczeń z przeszłości, skoro systemy takie lub podobne wcześniej nie istniały. W tym kontekście należy szczególnie podkreślić fakt, iż Polska leży na wschodnim skraju strefy działania tego systemu. Należy więc oczekiwać tu mniejszej stabilności systemu. Na taką diagnozę ma wpływ kilka czynników, wśród których istotny jest fakt, że wartości wskaźników określających jakość działania systemu są obliczane na podstawie obserwacji wykonywanych na obszarze jego działania i mogą być traktowane jako swoiste uogólnienie wskaźników rejestrowanych na sieci stacji monitorujących. Przyjmuje się przy tym, że tego rodzaju dane są wiarygodne na obszarze pokrytym systemem monitoringu zaś wschodnie obszary naszego kraju znajdują się de-facto poza tym obszarem, skoro najbliższa stacja monitorująca znajduje się w Warszawie. Dla dalszej oceny prac Habilitanta istotne jest, że badania referowane w cyklu przeprowadzono na lotniskach usytuowanych na wschodniej granicy obszaru działania systemu – w Olsztynie i Dęblinie, nie tylko na ziemi ale również w powietrzu.

Od wielu lat zajmuję się wieloma aspektami eksploatacji systemów nawigacyjnych wykorzystujących sygnały z satelitów i miałem okazję poznać dorobek Habilitanta, również ten nie załączony do cyklu. Z tego powodu pragnę podkreślić kompleksowość analiz prowadzonych przez kandydata, który nie ogranicza się tylko do dokładności wyznaczeń systemem. Dowodzi tym samym, że rozumie znaczenie takich parametrów systemu jak ciągłość serwisu i dostępność, co w przypadku lotnictwa ma



szczególne znaczenie, bowiem nie można sobie wyobrazić, aby samolot poczekał z realizacją, na przykład operacji lądowania, aż serwis ponownie będzie dostępny. Podobnie cenne jest badanie wiarygodności serwisu GPS, do czego system EGNOS potencjalnie nadaje się najlepiej. Zwłaszcza w ostatnich latach nabrzmiewa problem poziomu zaufania do informacji pozyskiwanych za pośrednictwem tego systemu, jeśli pojawiają się doniesienia o przypadkach skutecznego zakłócania systemu (spoofing), co w istocie prowadzi do okłamywania użytkowników co do miejsca, w którym się znajdują.

Koncepcja oceny wiarygodności systemów GNSS (GPS oraz jemu podobne, oferowane przez inne państwa lub organizacje) powstała w środowisku przewoźników cywilnych i polega na porównaniu akceptowalnych wartości błędów systemu i odpowiednich wartości bieżących. Poziom akceptowalny jest definiowany dokumentami międzynarodowymi dla poszczególnych faz lotu ewentualnie również lotnisk, natomiast poziom błędów bieżących wynika z warunków eksploatacyjnych i w odniesieniu do systemu EGNOS w dużej mierze wynika z położenia względem stacji monitorujących. Na wschodnich obszarach Polski jest to czynnik szczególnie ważny i mało zbadany. To zagadnienie było przedmiotem badań Kandydata we wszystkich pracach z cyklu. Istotne jest wspomnieć, że w lotnictwie znane jest również rozwiązanie polegające na monitorowaniu pracy systemu GPS i podobnych na pokładzie (autonomicznie) jednak wymaga to doskonalszych odbiorników, a ponadto przyjmuje się, że jest to metoda pozwalająca zasadniczo wykryć niesprawność tylko jednego satelity. Omawiane badania uwzględniały również taki przypadek [C3] z uwzględnieniem odbiorników różnej jakości (klasy). Można oczekiwać, że powyższe zagadnienia są w pewnym stopniu zależne od warunków propagacji fali radiowej z satelity do odbiornika oraz sposobów uwzględniania tego czynnika. Istotne jest przy tym, że dotyczy to fal radiowych transmitowanych z satelitów GPS w celu określenia wartości determinujących współrzędne odbiornika oraz transmisji sygnałów radiowych z satelitów telekomunikacyjnych, którymi są w istocie satelity EGNOS, transmitujące korekty i ostrzeżenia. Ten aspekt zagadnienia także był podejmowany przez Habilitanta w pracach [C4 i C5].

Efektom badań Habilitanta jest potwierdzenie parametrów gwarantowanych przez dostawcę usług EGNOS w rozpatrywanych lokalizacjach, czyli w Olsztynie i Dęblinie. Jednak należy zauważyć, że zaobserwowano wiele przypadków odbiegających od oczekiwań i potwierdziły się przypuszczenia, że nadmierna generalizacja jest niedopuszczalna. Okazało się, że zdarzały się pomiary, które w trakcie przetwarzania oprogramowanie uznało za błędne, dały się również zauważyć niewielkie, systematyczne przesunięcia zestawów punktów, a także błędy pomiarów większe niż gwarantowane przez operatora 3 metry. Szczególnie wartościowe są obserwacje opisane w [C2] gdzie wykazano, że zdarzały się przypadki, gdy równoległe pomiary na lądzie i w powietrzu różniły się. W tej kategorii mieszczą się również badania wpływu zakłóceń wnoszonych przez jonosferę na propagację fal, a w konsekwencji na jakość serwisu EGNOS. Habilitant podjął próbę rozpoznania wpływu burz geomagnetycznych [C5], czego efektem było wykazanie, że system skutecznie redukuje wpływ takich czynników na system GPS zapewniając stabilną pracę.

Dodatkowym aspektem badań podjętych przez Kandydata jest autorska propozycja wykorzystania rozwiązania wieloodbiornikowego wspomaganego filtracją Kalmana. Jest to propozycja mieszcząca się w dość powszechnym nurcie polegającym na integrowaniu odbiornika GPS z innymi źródłami informacji nawigacyjnej. Zasadniczo dotyczy to źródeł informacji różniących się opisem statystycznym, a więc na przykład widmem błędów. Najpowszechniej integruje się odbiornik GPS, którego widmo błędów cechuje się wyższymi częstotliwościami z systemem inercyjnym, którego błędy cechują się niskimi częstotliwościami zmian. Habilitant zaproponował oryginalne rozwiązanie



polegające na zainstalowaniu na obiekcie trzech odbiorników GPS wspomaganych systemem EGNOS i dodatkowego algorytmu estymującego na ich podstawie pozycję najbardziej prawdopodobną. Sam Autor podsumowuje ten wątek badań [C6] zastrzeżeniem, że takie rozwiązanie nie rozwiązuje problemu globalnej dokładności wyznaczeń jakkolwiek zwykłymi pomiarami kodowymi udało się uzyskać bardzo wysoką precyzję (wzajemną zgodność) rzędu 0,3m. W związku z powyższymi zastrzeżeniami zaproponował wykorzystanie geodezyjnych sieci stacji referencyjnych CORS. Nie negując osiągnięcia Habilitanta w tym zakresie pozwolę sobie jednak sceptycznie ocenić perspektywę wdrożenia tej propozycji. W porównaniu z rozwiązaniem integrującym odbiornik GPS i układ inercjalny, których ceny ostatnio radykalnie spadają w efekcie żywiołowego rozwoju technologii żyroskopów FOG oraz MEMS, takie rozwiązanie zdaje się być nadmiernie rozbudowane, a na dodatek wymaga kolejnego segmentu naziemnego współpracującego z samolotem.

Podsumowując naukowe osiągnięcia dr Ciećko zawarte w pracach stanowiących jednotematyczny cykl publikacji, zatytułowany „Analiza i weryfikacja podstawowych parametrów nawigacyjnych - dokładności, wiarygodności, dostępności i ciągłości – w nawigacji satelitarnej GNSS wspomaganej systemem EGNOS” należy podkreślić, iż dzięki przeprowadzonym badaniom wiele wątpliwości zostało rozstrzygniętych. Habilitant przeprowadził wszechstronne badania systemu EGNOS w aspekcie możliwości wykorzystania go przez lotnictwo cywilne na wschodniej granicy obszaru działania w kontekście bezpieczeństwa. Badania pozwoliły obliczyć ciągłość i dostępność serwisu w dwóch lokalizacjach na wschodnich rubieżach Polski, również potwierdzić dokładność systemu oraz jego wiarygodność. Jednocześnie, jako ważne osiągnięcie analizowanej pracy wskazałbym wykrycie zdarzających się nieprawidłowości, w szczególności niewyjaśnione przesunięcia serii pozycji czy nierównomierny rozkład błędów w poszczególnych kierunkach geograficznych albo zdarzające się różnice pomiędzy wskazaniami takich samych odbiorników w tym samym czasie na ziemi i w powietrzu. Za istotne dla nauki uważam również to, że Habilitant dowiódł ciągłości i dostępności serwisu nawet w warunkach występowania silnych zakłóceń mających swe źródło w zjawiskach naturalnych. Jednocześnie przeprowadzone badania pozwoliły rozpoznać występujące ograniczenia, co pozwoliło Mu wskazać potencjalne kierunki działań dla ich zniwelowania.

Oceniając dzieło pragnę ustosunkować się również do tytułu cyklu, który uważam za minus analizowanej pracy. W moim odczuciu temat rozprawy dotyczył weryfikacji parametrów systemu EGNOS, a analiza jest jedną z metod badawczych zastosowanych przez autora więc uważam, że brak uzasadnienia dla umieszczania jej w tytule, jako tylko jednej spośród zastosowanych metod badawczych. Brak mi również jasno sformułowanego celu badań. Można się domyślać, że chodziło o weryfikację informacji co do jakości serwisu. Jednak synonimem terminu „weryfikacja” jest sprawdzenie, czy rzeczywiście jest tak, jak zapewnia dostawca tej usługi. Natomiast z tekstu pracy wnoszę, że cel Habilitanta był szerszy skoro podjął również próbę ustalenia jak skutecznie funkcjonuje system który ma na celu ograniczenie wpływu zakłóceń wnoszonych przez zaburzenia geomagnetyczne czy ewentualne dodatkowo zaproponować udoskonalenia, jak choćby propozycja układu złożonego z wielu odbiorników. Zastrzeżenie to nie zmienia jednakże mojej pozytywnej opinii o przedstawionym cyklu prac.

#### **Ocena pozostałego dorobek naukowego i aktywność w obszarze dydaktyki**

Działalność naukowa oraz aktywność na wielu polach naukowych Habilitanta jest mi znana nie tylko z przedstawionych dokumentów, bowiem prowadząc badania nad systemami satelitarnymi w

nawigacji morskiej, również nad systemem EGNOS, niejednokrotnie miałem do czynienia z Jego pracami, jak również wysłuchiwałem wystąpień na wielu konferencjach. Na tej podstawie już wcześniej miałem bardzo pozytywną opinię o tej działalności i tę opinię podtrzymuję.

Pan dr Ciećko aktywnie uczestniczył w badaniach międzyuczelnianych, również współpracował z ośrodkami zagranicznymi, angażował się w przedsięwzięcia badawcze finansowane z funduszy unijnych. Wyniki tych prac były prezentowane na konferencjach za granicą oraz w czasopiśmie zagranicznych. Powyższe dotyczy całego okresu Jego pracy na uczelni, a zwłaszcza po uzyskaniu stopnia naukowego doktora.

W ostatniej dekadzie pracuje również w Lotniczej Akademii Wojskowej (poprzednio Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych) jako nauczyciel akademicki, a także członek zespołów badawczych. Właśnie dzięki tej współpracy wykonano znaczną część badań zreferowanych w cyklu publikacji. Jest opiekunem i promotorem wielu prac dyplomowych w obu uczelniach, które Go zatrudniają.

W swojej macierzystej uczelni, niezależnie od działalności naukowej i dydaktycznej angażował się w wiele przedsięwzięć organizacyjnych takich jak na przykład uruchomienie nowej specjalności dydaktycznej czy pracach w komitatach organizacyjnych konferencji naukowych.

#### **Wniosek końcowy.**

Analizując całokształt danych zawartych we wniosku Kandydata wyrażam opinię, że posiada On w dorobku osiągnięcia naukowe stanowiące znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport, w postaci cyklu powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych, które w roku opublikowania artykułu w ostatecznej formie były ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. B wspomnianej Ustawy, wykazuje się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej instytucji naukowej, również zagranicznej i w świetle Ustawy z dnia 20 lipca 2018r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” spełnia wymogi stawiane przed kandydatem ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego i wniosek popieram.

