

Prof. dr hab. Katarzyna Dąbrowska – Zielińska  
Instytut Geodezji i Kartografii  
02-679 Warszawa  
27 Modzelewskiego

Recenzja habilitacyjna monografii (rozprawy habilitacyjnej) oraz dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego dr Sławomira Królewicza w związku z postępowaniem o nadanie stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk nauk Ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i Środowisku

## 1. Sylwetka naukowa dr Sławomira Królewicza

### 1. Dane ogólne

Dr Sławomir Królewicz ukończył studia magisterskie ze specjalnością kształtowanie środowiska przyrodniczego składając pracę pt „ Opracowanie dynamiczne zmian strefy brzegowej Jeziora Gardno” na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Doktorat uzyskał dnia 02.11 2002 w zakresie Nauk o Ziemi po rozprawie i złożeniu pracy pt „Zmienność jasności powierzchni piaszczystych na zdjęciach lotniczych” na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych.

W 1993 roku został zatrudniony na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza jako pracownik naukowo – techniczny, a od roku 1994 do 2003 na stanowisku asystenta. Od roku 2003 do 2018 na stanowisku adiunkta a od 1 kwietnia 2018 na stanowisku starszego wykładowcy.

### 2. Istotna aktywność naukowa lub artystyczna realizowana w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Zasadniczy materiał habilitacyjny składa się z Monografii autorstwa Habilitanta, Autoreferatu, wykazu osiągnięć Habilitanta. Najważniejsze wnioski z cyklu publikacji

zostały podsumowane w autoreferacie, w którym autor, podkreślał, co jest jego istotnym wkładem i nowatorskim podejściem w prowadzonych badaniach.

Jako osiągnięcie naukowe dr Sławomir Królewicz przedstawił Informację o aktywności naukowej gdzie podał cykl publikacji przed otrzymaniem stopnia doktora i po otrzymaniu stopnia doktora powiązanych tematycznie, które mają istotny wkład autora w rozwój nauk o Ziemi i Środowiska.

Dr Sławomir Królewicz podsumował swój wkład w poszczególnych projektach i publikacjach w autoreferacie w którym autor podkreślał co jest jego istotnym wkładem.

3.Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz. 85 z późn. zm.). Omówienie to winno dotyczyć merytorycznego ujęcia przedmiotowych osiągnięć, jak i w sposób precyzyjny określać indywidualny wkład w ich powstanie, w przypadku, gdy dane osiągnięcie jest dziełem współautorskim, z uwzględnieniem możliwości wskazywania dorobku z okresu całej kariery zawodowej.

W okresie po doktoracie, Habilitant był współautorem i autorem w 23 rozdziałach monografii w tym w 10ciu samodzielnie.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant jest współautorem i autorem 25 publikacji naukowych.

Działalność naukowa dr Sławomira Królewicza wiąże się z pracą w Pracowni Teledetekcji Środowiskowej i Gleboznawstwa. Pracownia istnieje jako jednostka Instytutu Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego, WNGiG UAM (przed rokiem 2019 jednostka nosiła nazwę Zakład Gleboznawstwa i Teledetekcji Gleb. Projekty w których dr Sławomir Królewicz występował były projektami zbiorowymi w większości pod kierownictwem prof. Jerzego Cierniewskiego.

Od samego początku współpracy z profesorem Cierniewskim w Zakładzie Gleboznawstwa i Teledetekcji Gleb główne zainteresowania badawcze dr Sławomira Królewicza skupiały się na zagadnieniach związanych z dwukierunkowym odbiciem spektralnym od powierzchni gleb. W miarę upływu czasu i nowych możliwości zagadnienie to systematycznie rozwija. Swoje kompetencje wykorzystuje w wielu pracach naukowych, w których uczestniczył jako współautor. Wyrazem opisanych zainteresowań były samodzielne publikacje naukowe, prezentacje na konferencjach,

praca doktorska oraz rozprawa habilitacyjna. Najważniejsze osiągnięcia przedstawione są poniżej.

W początkowych latach zainteresowania zjawiskiem dwukierunkowości związane były z jego wpływem na dane pozyskiwane techniką fotograficzną co miało związek również z wpływem warunków atmosferycznych i wpływem układu optycznego o stożkowym polu widzenia.

Należy podkreślić, że w ramach realizowanych projektów dr Sławomir Królewicz opracował metodykę wykonywania zdjęć stereoskopowych klasyczną techniką fotograficzną i technikę pomiarów wysokościowych w regularnej siatce dla glebowych powierzchni testowych, dostosowując ją do dostępnego oprogramowania fotogrametrycznego opartego o pojedynczą stereoparę zdjęć.

Ważnym zadaniem w postępie prac było symulowanie odbicia od zbrylonej gleby w zakresie widzialnym na przykładzie wybranej długości fali (650 nm), wykazano duże różnice w wielkości odbitego promieniowania w zależności od kierunku obserwacji. Ta tematyka została w późniejszych pracach rozwinięta. Badania wykonano przy współpracy z Politechniką Poznańską.

Badania wpływu szorstkości gleby na przebieg dobowych zmian szerokopasmowego albedo ma duże znaczenie w procesach klasyfikacji.

Na podstawie przeanalizowanych przykładów stwierdzono, że instrument MODIS na platformie EOS Terra, przekraczający równik o 10:30, jest znacznie mniej użyteczny do wyznaczenia średniodobowego albedo niż dane uzyskiwane z satelity NOAA-15, przekraczającego równik o 7:30.

Kolejnym ważnym wynikiem naukowym było wykorzystanie danych obrazowych pozyskiwanych z niskiego pułapu lotniczego za pomocą bezzałogowych statków powietrznych. Przeprowadzono prace nad metodyką pozyskiwania informacji o szorstkości do potrzeb spektralnych wykorzystując analizy laboratoryjne poprzez zastosowanie dodatkowych pierścieni wydłużających ogniskowe, jak również zdjęcia wykonywane z bliskiej odległości przez smartfony. W ramach pracowni magisterskich, inżynierskich czy zajęć dla doktorantów dr Sławomir Królewicz odpowiadał w Zakładzie za nabycie przez uczestników tych zajęć umiejętności posługiwania się metodami fotografii i fotogrametrii.

Z precyzją przygotowywano pomiary spektralne, które po pomiarach laboratoryjnych mogły zostać stosowane na obszarach glebowych.

Wykonano również pomiary spektrometrem w warunkach laboratoryjnych. Powierzchnie testowe formowano dla pięciu różnych gleb. Na tacach formowano trzy różne stany szorstkości powierzchni z naturalnymi agregatami i bryłami gleby. Pomiary spektralne przeprowadzono stopniowo zwiększając wysokość spektrometru ASD FieldSpec nad powierzchnią testową, prostopadle. Szorstkość powierzchni określano na podstawie danych uzyskanych za pomocą skanera laserowego. Wyrażenia relacji pomiędzy średnicą pola widzenia i szorstkością powierzchni obserwowanej przez radiometr, zakwalifikowano jako stosunek średnicy pola widzenia do współczynnika wyrażającego szorstkość pola. Wyznaczenie parametrów szorstkości powierzchni testowych w przypadku pomiarów laboratoryjnych powinno się odbywać przed pomiarami spektralnymi, pozwala to bowiem wyznaczyć odpowiednią wysokość spektrometru nad mierzoną powierzchnią. Zarekomendowano, biorąc pod uwagę kryteria wysokości pomiaru spektralnego dla różnych stanów szorstkości powierzchni, wykonywanie pomiarów szorstkości na podstawie zdjęć z bezzałogowych statków powietrznych wraz z połowymi pomiarami spektralnymi. Współczynniki szorstkości obliczano na podstawie cyfrowych modeli powierzchni badawczych, obliczanych w oparciu o zdjęcia cyfrowe i modelowanie fotogrametryczne.

Habilitant brał znaczący udział w pracach naukowych mających zastosowanie praktyczne. Opracowane wcześniej metody obliczania szorstkości stosował do oszacowania stopnia zniszczenia powierzchni kostki brukowej chodnika, wystawionej na działanie warunków zewnętrznych. Na podstawie modelu powierzchni, wykonanego na podstawie zdjęć ze smartfonu, wyliczono współczynniki szorstkości i na tej podstawie określono zniszczenie kostki.

W 2014 roku habilitant wraz z profesorem Cierniewskim wykonywał pomiary spektrometrem hiperspektralnym. Wyniki tych pomiarów mają zastosowanie praktyczne w rolnictwie. Badania prowadzono dla trzech typów gleb - czarnej ziemi, gleby płowej i gleby płowej zaciekowe, natomiast szorstkość formowano przez pług, bronę talerzową, bronę aktywną i bronę wygładzającą. Wysoką zgodność dla wartości albedo gleb obliczonego za pomocą zaproponowanego równania w porównaniu danymi zmierzonymi w polu osiągnięto dla prób o niskiej szorstkości.

Habilitant brał udział w pracach międzynarodowych z naukowcami z Izraela. W dalszych pracach przedstawiono wyniki badań nad ilościowym opisem wpływu szorstkości powierzchni gleby na dobową zmienność szerokopasmowego w warunkach pozbawionego chmur nieba. Badania polowe prowadzono w Polsce i Izraelu, na glebach różniących się zarówno szorstkością i jak i jasnością.

Wyniki pomiarów wykazały, że szorstkość gleby wpływała na ogólny poziom albedo od danej powierzchni oraz na dobową zmienność przedstawianą w funkcji kąta zenitalnego Słońca. Stwierdzono, że wskaźniki szorstkości precyzyjnie określają albedo w czasie lokalnego górowania słońca dla gleb o tej samej jasności. Wprowadzenie danych o zawartości węgla organicznego (SOC) i węglanów ( $\text{CaCO}_3$ ) jako zmiennych dominujących do zależności wyrażającej zmienność albedo w połączeniu z jednym ze wskaźników szorstkości, pozwoliło dokładnie wyznaczyć nachylenie wykresu. Stwierdzono, że dla gleb o bardzo dużej szorstkości nie obserwuje się prawie żadnego wzrostu wartości albedo jeśli kąt zenitalny jest mniejszy od 75 stopni. Natomiast dla gleb o gładkiej powierzchni występował stopniowy wzrost albedo.

W kolejnych pracach 2016 i 2017 dla 108 powierzchni gleb, dokonano predykcji dobowych zmian albedo na podstawie hiperspektralnych danych odbiciowych zmierzonych od powierzchni glebowych w warunkach laboratoryjnych. Badania te wykazały, że dobową zmienność albedo gleby można oszacować z dużą dokładnością, wyrażoną przez współczynnik korelacji  $R^2 = 0,89$  i danych uzyskanych z widm hiperspektralnych transformowanych do drugiej pochodnej, zredukowanych do zaledwie pięciu wyznaczonych długości fal.

Zastosowanie obrazowań satelitarnych do sygnału spektralnego było następnym naukowym etapem Habilitanta. Brał udział w naukowych pracach nad szacowaniem wpływu szorstkości odkrytych gleb na bilans promieniowania krótkofalowego. Wykorzystane zostały właściwości spektralne z satelity Landsat8. W pracy została przedstawiona wieloetapowa procedura szacowania rocznej dynamiki promieniowania krótkofalowego odbijanego od gleb pozbawionych roślinności po ich wygładzeniu, najpierw zaoranych lub bronowanych w obszarze Polski. Uwzględniono przestrzenne zróżnicowanie jednostek glebowych (z map glebowych) a także zbiory danych glebowych (LUCAS). Na podstawie danych Landsat oszacowano roczną

zmienność gruntów niepokrytych roślinnością, jako jedna z danych wejściowych do szacowania bilansu promieniowania. Korzystając z właściwości odkrytych gleb (SOC, CaCO<sub>3</sub>), oszacowano dobowe zmiany albedo gleb przy użyciu opracowanej procedury przy założeniu szorstkości odpowiadających orce pługiem (Pd), bronie talerzowej (Hd) i siewnikowi lub bronie wygładzającej (Hs). Po wygładzeniu rocznego rozkładu ilości promieniowania odbitego stwierdzono jedno minimum i dwa maksima. Oszacowano, że dla maksimum wiosennego (po siewie) i letniego (po zbiorach), radiacja jako część dziennej energii docierającej do powierzchni, sięga odpowiednio około 2,2%-2,3% i 1% promieniowania krótkofalowego dla gleb po orce i po bronie talerzowej.

Prace prowadzone w 2021 były kontynuacją prac dotyczących ilościowego określenia sezonowej dynamiki odbitego promieniowania krótkofalowego netto przez grunty orne położone w kontrastujących ze sobą środowiskach Polski i Izraela. Prace prowadzone były we współpracy z Center for the Study of the Biosphere from Space z Tuluzy. W pracy wykorzystano dane o stanie atmosfery przez cały rok 2014, korzystając z danych instrumentu Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager (SEVIRI) na pokładzie satelity Meteosat drugiej generacji (MSG). Stwierdzono, że w warunkach zachmurzonego nieba ilość promieniowania krótkofalowego w ciągu dnia była w Polsce i Izraelu odpowiednio o około 40–50% i 10% niższa w porównaniu z warunkami bezchmurnego nieba.

W dalszych zbiorowych pracach Habilitant zastosował hiperspektralne dane w zakresie VIS-NIR do ilościowej oceny charakterystyk glebowych. Prace w 2010 roku prowadzone były we współpracy z Ben-Gurion University, Negev w Izraelu. Wyniki badań dotyczyły zmienności krzywych spektralnych powierzchni pustynnych analizowanych w mikroskali, w zależności od warunków oświetlenia w aspekcie ograniczania ilości światła dochodzącego do powierzchni. Eksperyment polowy na pustyni Negev, zdjęcia kamerą hiperspektralną HS firmy Specim oraz skaniny laserowe powierzchni pomiarowych laserem Konica Minolta Vivid zostały wykonane w Izraelu, natomiast przetwarzanie obrazów i ich kalibrację oraz obliczenia trójwymiarowego modelu powierzchni badawczej wykonano w Polsce. Praca prezentuje wpływ ograniczenia oświetlenia hemisfery światła bezpośredniego na zmiany kształtu i poziomu krzywej spektralnej powierzchni odbijającej tego samego

rodzaju. Stwierdzono, że obniżenia odbicia w kształcie krzywej spektralnej spowodowane właściwościami absorpcyjnymi O<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>O zawartych w atmosferze, w przypadku krzywych pozyskanych w zacieleniu zamieniają się w piki odbicia.

Wykazano również silną korelację współczynnika odbicia gleby z udziałem poszczególnych frakcji granulometrycznych, węgla organicznego, Fe i CaCO<sub>3</sub>.

Habilitant w dalszych pracach przetwarzał dane satelitarne ASTER do odczytu współczynników odbicia gleb w celu scharakteryzowania żyzności gleb.

Habilitant w 2003 roku zaprezentował wyniki dwukierunkowego odbicia spektralnego wydmowych powierzchni piaszczystych od sfotografowanych w zmieniających się warunkach oświetlenia i obserwacji. Wykazał, że jasność powierzchni piaszczystej jest najbardziej zależna od kąta padania promieni słonecznych. Powierzchnie piaszczyste były najjaśniejsze wtedy, gdy promienie słoneczne padały na nie niemal prostopadle. Najsilniejszy wpływ nachylenia i wystawy stoku zaobserwowano w głównej płaszczyźnie słonecznej. W przypadku zmiany pozycji obserwacji jasność powierzchni piaszczystej ulegała zmianie. Była ona jaśniejsza gdy była obserwowana od słonecznie. Główną przyczyną zmian jasności powierzchni piaszczystych jest kąt padania promieni słonecznych. Przy występującym zróżnicowaniu tego kąta w zakresie od 23 do 62 stopni, zmienność jasności suchego piasku osiągała 30 % pełnej zmienności gęstości optycznej. Habilitant pracował nad metodą szacowania i korekcji wielkości winietowania opartą na wyznaczeniu na zdjęciu linii prostopadłej do głównej płaszczyzny słonecznej, na której wpływ dwukierunkowego odbicia jest prawie nie zauważalny. Na tej linii szacowano współczynniki wielomianu do korekcji winietowania na całym zdjęciu. Zaproponowana metoda została przetestowana na zbiorze kolorowych zdjęć lotniczych. Opracowana metoda ma znaczenie w dopasowaniu współczynników do zmieniającej się wartości przysłony.

W 2010 roku Habilitant analizował wpływ dwukierunkowego zjawiska odbicia, w tym szczególnie warunków obserwacji na zmienność jasności obiektu fotografowanego na kolejnych zdjęciach lotniczych. W pracy wykorzystał zdjęcia lotnicze z kamery cyfrowej DMC I. Opracował wielkość zmian jasności wskutek zmian pozycji kamery na kolejnych zdjęciach

**Dr Sławomir Królewicz napisał i przedstawił Monografię naukową, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a Ustawy pt „Analiza czynników wpływających na obraz**

**terenu na zdjęciach lotniczych i symulator do badania podobieństwa bloków zdjęć lotniczych. Seria - Studia i Prace z Geografii nr 87. Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań 2021.** Monografia ta jest uwieńczeniem dotychczasowych poszukiwań badawczych dotyczących zjawiska dwukierunkowego odbicia spektralnego w aspekcie formowania obrazu, zmienności jego wpływu i korekcji w ramach dużych zbiorów zdjęć lotniczych zwanych blokami lub zespołami. W przedstawionej monografii autor podjął badania nad zmiennością podobieństwa zdjęć pomiędzy blokami zależnie od przestrzennego zróżnicowania współczynnika odbicia, zjawiska dwukierunkowego odbicia spektralnego na powierzchni ziemi, efektów rozpraszania światła w atmosferze i winietowania układu optycznego w warunkach oświetlenia bezpośredniego oraz zastosowaniu podstawowych reguł planowania nalotów lotniczych.

Autor podjął prace nad przygotowaniem odpowiedniego oprogramowania komputerowego – **Symulatora Zdjęć Lotniczych (SZL)**. Zadaniem tej aplikacji było wykonywanie obliczeń symulacji zdjęć lotniczych w bloku o zadanych parametrach pokrycia, wysokości lotu, przez zdefiniowany układ optyczny (ogniskowa, winietowanie), zmieniających się warunkach oświetlenia i obserwacji oraz niezbędnych obliczeń statystycznych w tym korelacji dla par zdjęć i średniej dla bloków.

Na monografię składają się **dwa osiągnięcia**: przygotowane oprogramowanie **Symulator Zdjęć Lotniczych** oraz wykorzystanie **średniej korelacji bloku zdjęć do wyrażenia podobieństwa zdjęć w bloku**, jako miary wpływu czynników wpływających na obraz terenu na tych zdjęciach.

Struktura pracy jest prawidłowa. Monografia składa z siedmiu rozdziałów podkreślających zagadnienia. Pierwszy i drugi rozdział obejmują opis stanu współczesnej wiedzy na temat wykonywania i przetwarzania zdjęć lotniczych na potrzeby opracowań fotogrametrycznych i teledetekcyjnych. Oddzielny podrozdział w rozdziale drugim dotyczy wykorzystania miary korelacji w przetwarzaniu i interpretacji obrazów. Rozdział trzeci zawiera opis zastosowanej metodyki, w szczególności przyjętych założeń teoretycznych działania oprogramowania SZL, wykorzystanych wzorów i modeli matematycznych, sposób przygotowania danych wejściowych do symulacji oraz opis przeprowadzonych eksperymentów. Rozdział czwarty to omówienie funkcjonalności oprogramowania - SZL i sposobu przeprowadzania



obliczeń. W rozdziale piątym zostały scharakteryzowane obszary badawcze, nad którymi habilitant prowadził symulacje bloków zdjęć, ze szczególnym uwzględnieniem zróżnicowania modeli wysokościowych pokrycia terenu oraz współczynnika odbicia różnych rodzajów pokrycia terenu. Rozdział szósty zawiera przedstawienie symulacji bloków zdjęć lotniczych w zakresie zróżnicowania składowych formowania obrazu, korelacji jako miary podobieństwa bloków zdjęć lotniczych dla postaci zdjęć pionowych (znormalizowanych), wskaźnika dwukierunkowego odbicia spektralnego jako składowej formowania obrazu, postaci zdjęć bez winietowania i z jego uwzględnieniem, zmienności średniej korelacji bloków w zależności od ogniskowej, pory roku i dnia, zakresu spektralnego, wielkości zdjęcia, wybranych typów współczesnych kamer oraz wykorzystania funkcji wielomianowych do korekcji radiometrycznej zdjęć. Rozdział siódmy to dyskusja dotycząca wykorzystanych danych, przyjętych założeń i uproszczeń działania SZL, w tym m.in. rozmiaru symulowanych zdjęć, wykorzystanych modeli (BRDF, rozpraszania atmosferycznego, winietowania) na uzyskane wyniki, porównanie średniej korelacji dla symulowanych i rzeczywistych bloków zdjęć lotniczych, a ponadto wykazanie niezmienności wartości średniej korelacji do szóstego poziomu piramidy obrazowej, porównanie funkcjonalności SZL z oprogramowaniem do projektowania nalotów i wskazanie możliwych innych jego zastosowań i kierunków dalszego rozwoju.

Habilitant odwołał się do literatury dotyczącej zjawiska dwukierunkowego odbicia spektralnego, znane pod angielskim skrótem BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function), jako zróżnicowanie wielkości odbitego promieniowania od obiektu, w zależności od dwóch kierunków: oświetlenia i obserwacji.

Kierunek oświetlenia zależy od położenia słońca, może być zdefiniowany przez podanie jego geograficznej pozycji wertykalnej oraz horyzontalnej, podobnie jak kierunek obserwacji kamery - przez podanie poziomego i wertykalnego kąta obserwacji w odniesieniu do środka rzutu oraz osi optycznej obiektywu. Jednakże dla konkretnej powierzchni jednostkowej, warunki oświetlenia i obserwacji będą zależeć także od jej orientacji topograficznej, czyli od nachylenia i wystawy stoku. Wówczas kierunki oświetlenia i obserwacji, opisywane przez kąt padania promieni słonecznych i kąt obserwacji, mierzone są w stosunku do normalnej (prostopadła) tej powierzchni. Zjawisko BRDFu występuje przy bezpośrednim oświetleniu słonecznym a jedną z

najważniejszych jego przyczyn jest szorstkość fotografowanej powierzchni. Szorstkość w teledetekcji i fotogrametrii jest rozumiana jako lokalne różnice wysokości występujące na powierzchni terenu, które są między innymi przyczyną powstawania cienia.

Habilitant dogłębnie analizuje wpływ BRDFu w fotografii lotniczej, na rozkład naświetlenia w płaszczyźnie zdjęcia, gdzie trzeba uwzględnić co najmniej dwa poziomy skalowe szorstkości – pierwszy, bardziej ogólny związany ze zróżnicowaniem rzeźby terenu a mający wpływ na warunki oświetlenia i obserwacji oraz drugi dokładniejszy, związany z charakterem powierzchni różnych rodzajów porycia (las, łąka, trawnik, droga, kostka brukowa, gleba niepokryta roślinnością itp.). Cytuje szeroko prace z literatury.

Jednym z kierunków badań podstawowych w teledetekcji było i jest poznanie oraz modelowanie rozkładów odbicia od różnych rodzajów pokrycia terenu.

Innym istotnym kierunkiem badań nad zjawiskiem BRDFu w teledetekcji jak i w fotogrametrii, są metody jego szacowania i korekcji na obrazach, w tym również na zdjęciach lotniczych, zwłaszcza w kontekście absolutnej kalibracji radiometrycznej.

Zmiana położenia słońca w trakcie wykonywania kolejnych zdjęć w bloku powoduje zmiany położenia głównej płaszczyzny słonecznej, stopniowe przesuwanie stref obserwacji dosłonecznej i odsłonecznej w płaszczyźnie zdjęcia, w odniesieniu do kierunków geograficznych i orientacji kamery (Honkavaara i in., 2012).

Dlatego dla bloku zdjęć lotniczych, którego czas wykonania może być liczony w godzinach, warunki oświetlenia dla każdego kolejnego zdjęcia ulegają zmianie.

Zmiany promieniowania elektromagnetycznego w atmosferze zarejestrowane na zdjęciach lotniczych zależą od wysokości fotografowania oraz rodzaju, wielkości, stężenia i dystrybucji aerozoli, zakresu zmienności kąta widzenia (ogniskowa), położenia kamery w stosunku do aktualnej pozycji Słońca (Slater i in., 1985).

Dr Sławomir Królewicz wykonał Aplikację Symulator Zdjęć Lotniczych (SZL) w systemie oprogramowania do przetwarzania danych przestrzennych TNTmips. Wykorzystał wewnętrzny język skryptowy Spatial Manipulation Language (SML) i język XML (ang. Extensible Markup Language).

Zdjęcia były formowane z powierzchni elementarnych, które po procesie obliczeniowym są pikselami. Wszystkie powierzchnie elementarne tworzyły obszar badawczy, w którym przeprowadzane jest symulowanie bloku zdjęć lotniczych. Jako dane wejściowe zostały wprowadzone wartości odbicia spektralnego z fragmentu obrazu satelitarnego Landsat 8 w zakresie panchromatycznym i podstawowych zakresach spektralnych. Obraz został skalibrowany geometrycznie, atmosferycznie i topograficznie. Wartość odbitego promieniowania elektromagnetycznego została znormalizowana do obserwacji pionowej, przy braku oświetlenia bezpośredniego albo oświetleniu pionowym promieniowaniem bezpośrednim (w obu sytuacjach nie występuje cień). Dane o orientacji powierzchni elementarnej względem środka układu optycznego kamery i słońca obliczano na podstawie modelu SRTM.

Dr Sławomir Królewicz przyjął następujące Założenia Badawcze:

1) lokalizacja w pobliżu rzutu orbity satelity Landsat 8 na powierzchnię ziemi, tak aby zminimalizować niewielki wpływ kąta obserwacji, 2) zminimalizowanie wpływu szorstkości terenu w obrębie powierzchni elementarnej przez wybór obrazu zarejestrowanego w terminie zbliżonym do rocznego minimum jakie osiąga kąt zenitalny słońca, 3) ze względów wydajności czasowej obliczeń została przyjęta wielkość obszaru badawczego jako milion powierzchni elementarnych w regularnym układzie 1000 na 1000, 4) obszar został przecięty z cyfrowym modelem pokrycia terenu SRTM, 5) rzeczywista wielkość powierzchni elementarnej była zgodna z wymiarem piksela obrazu Landsat 8 w zakresie panchromatycznym oraz 6) deniwelacje lokalne rzeźby terenu (wybór obszarów badawczych położonych na terenie Niżu Polskiego) zostały ograniczone – tak aby zniekształcenia geometryczne obrazu były mniejsze niż rozmiar powierzchni elementarnej.

Dla obliczeń jasności powierzchni elementarnych na zdjęciu lotniczym habilitant przyjął następujące założenia: 1) jasność początkową stanowiła znormalizowana wartość odbicia  $sReflnorm$  w określonym zakresie spektralnym odczytana ze skorygowanego obrazu satelitarnego, 2) wyznaczanie wskaźnika rozkładu funkcji dwukierunkowego odbicia spektralnego (wskBRDF) w danych warunkach oświetlenia i obserwacji w stosunku do środka rzutu kamery dla powierzchni elementarnej na podstawie modelu Li Sparse (Wanner, 1995), 3) wyznaczenie wartości współczynnika rozpraszania promieniowania w atmosferze (aSCATT) w danych

warunkach oświetlenia i obserwacji w stosunku do środka rzutu kamery dla powierzchni elementarnej na podstawie zastosowanego modelu rozpraszania (Hall, 1954), 4) wyznaczenie wartości współczynnika winietowania w stosunku do środka rzutu układu optycznego dla powierzchni elementarnej (eV) z wykorzystaniem modelu winietowania naturalnego, 5) obliczenia wartości wskBRDF i aSCATT dla powierzchni elementarnej na kolejnych zdjęciach zostały wykonane z uwzględnieniem zmian pozycji słońca w czasie, wykorzystując kalkulator słoneczny, założoną prędkość statku powietrznego do symulacji upływającego czasu, pozycję topograficzną powierzchni elementarnej na danym zdjęciu w powiązaniu z aktualnym położeniem kamery (środek rzutu/ognisko układu optycznego) w przestrzeni.

Habilitant obliczył ostateczną wartość szacowanego współczynnika odbicia  $eRefl$  dla powierzchni elementarnej z uwzględnieniem wszystkich modelowanych zjawisk i obliczana była z uwzględnieniem wsk BRDF, SCATT i  $sReflnorm$ .

Dr Sławomir Królewicz przyjął założenia układu optycznego kamery lotniczej symulowanej w SZL: 1) przyjęcie stożkowego pola widzenia i prostoliniowego przebiegu promieni oraz rzutu środkowego w obliczeniach geometrycznych, 2) ogniskowa układu optycznego definiowana przez odniesienie do rozmiaru matrycy (liczba powierzchni elementarnych), stanowiła podstawę do obliczenia symulowanej wysokości fotografowania, 3) zastosowanie pionowości kamery w momencie ekspozycji zdjęcia, 4) przyjęcie jednolitego modelu winietowania naturalnego – dla wszystkich obliczeń objętych niniejszą monografią.

W zakresie zdefiniowania bloku zdjęć lotniczych Habilitant przyjął następujące założenia: 1) szeregi były zorientowane równoleżnikowo, zgodnie z ułożeniem powierzchni elementarnych, 2) symulowane były tylko całe zdjęcia mieszczące się w obrębie obszaru badawczego, 3) kierunek wykonywania zdjęć w kolejnych szeregach był naprzemienny, najpierw z zachodu na wschód, następnie przeciwnie; 4) dla każdego bloku zdjęć lotniczych zostało definiowane pokrycie podłużne, tj. między kolejnymi zdjęciami w szeregu oraz pokrycie poprzeczne, tj. między zdjęciami sąsiednich szeregów, 5) został przyjęty brak turbulencji podczas lotu, jednostajny i prostoliniowy ruch kamery w statku powietrznym

W oprogramowaniu SZL Habilitant wykorzystał szereg wzorów i modeli zgodnie z przyjętymi założeniami. Wykorzystał też modele i wzory min: do badania podobieństwa zdjęć.

Za pomocą przygotowanego oprogramowania Habilitant przeprowadził obliczenia polegające na symulacji wykonywania zdjęć lotniczych w blokach nad wyznaczonymi obszarami badawczymi, które objęły ważne w pracy zagadnienia:

1/ wpływ ogniskowej układu optycznego kamery na podobieństwo zdjęć i rozkładów naświetleń, 2/ wpływ zmienności warunków oświetlenia w ciągu roku na podobieństwo bloków zdjęć lotniczych, 3/ wpływ zmienności dziennych warunków oświetlenia na podobieństwo bloków zdjęć lotniczych, 4) zróżnicowanie podobieństwa bloków różnych zakresach spektralnych, 5) podobieństwo rozkładów naświetleń dla wybranych modeli współczesnych szeregowo-pomiarowych kamer lotniczych, 6) wpływ zmiany stopnia funkcji wielomianu na podobieństwo trendów rozkładów naświetleń.

**Osiągnięciem podjętych badań jest aplikacja SZL**, którą Habilitant wykorzystał do symulacji bloków zdjęć lotniczych i analizy miarą korelacji ich podobieństwa.

Aplikacja składa się z trzech części funkcjonujących jako odrębne pliki. Pierwszy plik zawiera kod definicji schematu interfejsu graficznego i zapisany jest z wykorzystaniem struktury języka znaczników (XML). Struktury te są obsługiwane przez środowisko oprogramowania TNTmips. Druga część to skrypt w języku SML obsługujący interfejs graficzny, poprzez które realizowane jest definiowanie parametrów symulacji, uruchamianie skryptów realizujących obliczenia symulacji, funkcji wykonujących dodatkowe obliczenia, tworzących zestawienia statystyczne, realizujących archiwizację i zarządzanie zbiorami danych powstającymi podczas obliczeń. Trzecia część SZL to pojedynczy skrypt realizujący obliczenia symulacji bloku zdjęć oraz podstawowe obliczenia statystyczne, nazwany głównym skryptem obliczeniowym. Skrypt ten, po połączeniu z plikiem tekstowym zawierającym warunki i parametry obliczeń, jest uruchamiany jako zadanie wsadowe.

Symulator jest uruchamiany w ramach komercyjnego oprogramowania TNTmips, w wersjach wydanych po roku 2018.

Do symulacji bloków zdjęć lotniczych w ramach czterech obszarów badawczych Habilitant wykorzystał skorygowane dane spektralne, które stanowiły fragmenty sceny satelitarnej, oraz modele wysokościowe pokrycia terenu wycięte z powszechnie i bezpłatnie dostępnych danych SRTM. Zróżnicowanie obszarów badawczych Habilitant ocenił pod względem cech spektralnych poprzez analizę

statystyczną histogramów oraz pod względem cech rzeźby terenu mających istotny wpływ na zróżnicowanie BRDFu, w tym szczególnie wpływu rzeźby terenu na warunki obserwacji terenu przez kamerę.

**Dr Sławomir Królewicz zaimplementował w Symulatorze wiele unikalnych funkcjonalności.** Jedną z nich jest możliwość wizualizacji różnych mozaik dla obszarów badawczych.

Przeprowadził analizę czynników wpływających na obraz terenu na zdjęciach lotniczych.

Opracowany SZL uwzględniał cztery składowe formowania obrazu w ramach pojedynczego zdjęcia lotniczego: 1/ przestrzenny rozkład znormalizowanego współczynnika odbicia, 2/ zjawisko dwukierunkowego odbicia spektralnego (na podstawie modelu Li-Sparse), 3/ rozpraszanie atmosferyczne (model Halla) oraz 4/ winietowanie (model winietowania naturalnego).

Taki rozbudowany zapis, jest ważnym osiągnięciem w zakresie funkcjonalności SZL, bowiem pozwala na pogłębioną analizę zdjęć lotniczych bloku pod bardzo zróżnicowanym kątem z uwzględnieniem czynnika czasu.

Habilitant wykazał, że korekcja funkcjami trendów wyznaczonymi tylko dla rozkładów wskaźnika BRDF daje lepsze efekty niż korekcja funkcją trendu wyznaczoną na zdjęciu z treścią.

Habilitant przeprowadził dla czterech obszarów badawczych analizę siły zależności pomiędzy składowymi formowania obrazu, w szczególności pomiędzy  $SUMzd(Refl)$  i  $SUMzd(Refl \times BRDF)$ ,  $SUMzd(Refl)$  i  $SUMzd(Refl \times BRDF + aSCATT)$ ,  $SUMzd(Refl)$  i  $SUMzd((Refl \times BRDF + aSCATT) \times eV)$  i wykazał silny liniowy charakter dla wszystkich przypadków ogniskowych i wielkości pokryć między zdjęciami. Zależność pomiędzy  $SUMzd(Refl)$  i  $SUMzd(Refl \times BRDF)$  była silna, współczynnik korelacji, 0,9.

Najsilniejsza zależność ujawniała się w przypadkach najdłuższych ogniskowych (210 mm), co wyrażały najwyższe współczynniki korelacji  $R^2$  równe niemal jedność, niezależnie od wielkości pokrycia i obszaru badawczego.

**Osiągnięciem pracy jest przygotowane oprogramowanie SZL, które pozwoliło wizualizować i analizować zjawisko BRDF w różny sposób. Jednym z takich sposobów jest wizualizacja zmienności  $wskBRDF$  (rozkłady wskaźnika BRDF w**

**ramach zdjęcia oznaczane jako wskBRDF); w postaci mozaiki wartości maksymalnych dla powierzchni elementarnych**

Habilitant wykazał wzrost wartości średniej jasności mozaik obszaru badawczego zarówno w przypadku mozaik wartości minimalnych jak i maksymalnych, wraz ze wzrostem ogniskowej.

W przypadku mozaik postaci z winietowaniem, zdBRDFV, średnia jasność dla obszarów badawczych była tym niższa im krótsza była ogniskowa.

**Habilitant przeprowadził analizę bloków zdjęć lotniczych** wyrażone średnią korelacją bloku w zależności od ogniskowej. Oprócz wpływu ogniskowej przedstawił inne czynniki mające wpływ na zróżnicowanie średniej korelacji bloku.

**Praca Habilitanta ma dużą wartość naukową.** Ma też duże znaczenie aplikacyjne w szerokim zastosowaniu teledetekcji dla różnych obszarów. Sformułowany problem badawczy monografii oraz przeprowadzenie analiz prowadzonych przez dr Sławomira Królewicza oceniam pozytywnie.

Oprócz wykorzystania badawczego, wizualizacje składowych i różnych postaci zdjęć lotniczych w bloku, ma znaczenie dydaktyczne, do wykorzystywania w nauczaniu teledetekcji czy fotogrametrii (aspekty radiometryczne). Istnieje możliwość dalszego rozwoju jak np. w zakresie wzbogacenia o dodatkowe czynniki związane z procesem fotografowania (symulacja głębi obrazu i zniekształceń geometrycznych układu optycznego i wykorzystania innych miar podobieństwa.

Habilitant wykorzystuje bogatą literaturę krajową i zagraniczną. Jest to łącznie około 310 pozycji

**W dorobku naukowym Habilitant przedstawił Informację o wystąpieniach na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.**

Po doktoracie Habilitant wystąpił na 43 konferencjach krajowych i znaczących konferencjach międzynarodowych z czynnym udziałem – referat lub poster

Habilitant był członkiem Komitetu Naukowego i Komitetu Organizacyjnego Ogólnopolskich Konferencji Naukowych organizacyjnych (5 konferencji naukowych w terminie po doktoracie)

Habilitant brał udział w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.

Habilitant brał udział w 7miu projektach MNiSW, NCN i NCBR. Nie był w żadnym projekcie kierownikiem. Brał udział w przygotowywaniu projektów, badaniach terenowych, przetwarzaniu zdjęć satelitarnych, w przygotowywaniu publikacji.

Obecnie bierze udział w projekcie NCBiR Inteligentny Rozwój realizowanym przez konsorcjum. Rola Habilitanta w projekcie to pobieranie próbek glebowych, korekcja radiometryczna i geometryczna obrazów z pułapu lotniczego, wybraniu powierzchni referencyjnych do kalibracji obrazów satelitarnych, wyznaczenia parametrów szorstkości technikami fotogrametrycznymi, pobieranie i post-procesingu satelitarnych zobrazowań radarowych.

**Członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.**

W latach 2013-2019 Habilitant był członkiem organizacji Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)

**Habilitant odbył staż zagraniczny we Włoszech** w Università Degli Studi Della Tuscia (siedziba w Viterbo) we współpracy z firmą Alma Sistemi (z siedziba w Rzymie) w ramach projektu REmote SEnsing techniques for ARCHaeology, finansowanie w ramach European Commission Research Executive Agency A3 - Marie Skłodowska-Curie International Research Staff Exchange 2018-2022. Staż dotyczył tematu modelowania erozji gleb różnymi modelami (RUSLE, SIMWE, USPED, WATEM) dostępnymi w oprogramowaniu do przetwarzania danych przestrzennych GRASS wraz przygotowaniem niezbędnych dla modelowania danych. Staż trwał jeden miesiąc, a realizowany był w dwóch okresach 27.02.20 - 14.03.2020 oraz 7.07.2021 - 21.07.2021. (przerwa wynikała z pandemii COVID-19). Pierwsza część stażu realizowana była w firmie S3 (Space System Solutions), Firma jest jednym z partnerów w ramach projektu REmote SEnsing techniques for ARCHaeology, Pierwszą część realizowano w terminie 13-29.10.2021. Firma prowadzi działalność naukową i produkcyjną w sektorze badań kosmicznych w tym



działań obejmujących badania powierzchni Ziemi z kosmosu, realizując szereg projektów dla Europejskiej Agencji Kosmicznej. W ramach pierwszej części stażu Habilitant uczestniczył w spotkaniach z pracownikami tzw. Science Team, w ramach których omawiano różne aspekty współczesnej teledetekcji.

Habilitant recenzował 20 artykułów w tym 9 w czasopismach zagranicznych i 6 w polskich oraz 4 polsko-języcznych rozdziałów w monografiach.

artykułów w czasopismach naukowych zagranicznych i polskich oraz recenzjach rozdziałów w monografiach naukowych. Zestawienie łącznie obejmuje 19 recenzji, w tym 9 w czasopismach zagranicznych i 6 w polskich oraz 4 polskojęzycznych rozdziałów w monografiach.

**Informacja o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.**

Habilitant uczestniczy w Programach Europejskich: Projekt aktualnie realizowany: REMote SEnsing techniques for ARCHaeology, numer projektu: 823987; finansowanie w ramach European Commission Research Executive Agency A3 - Marie Skłodowska-Curie International Research Staff Exchange 2018-2022. Projekt dotyczy wykorzystania metod teledetekcyjnych w szybkiej ocenie zagrożeń naturalnych (np. erozja) czy kulturowych (np. ekspansja zabudowy) dla dziedzictwa archeologicznego. Biorą udział Università Degli Studi Della Tuscia, Technologiko Panepistimio Kyprou (Cypr), Alma Sistemi SRL (Włochy), Foundation For Research and Technology Hellas (Grecja), Space Systems Solutions (Cypr), Geosystems Hellas (Grecja).

Obecnie realizowany projekt

Zmienność środowiska przyrodniczego na mapach cyfrowych i danych terenowych - MOOCne kursy elearningowe Stacji Ekologicznej w Jeziorach. POWR.03.01.00-00-W017/18 (dofinansowanie z Europejskiego Funduszu Społecznego, w Programie Operacyjnym Wiedza, Edukacja Rozwój); okres realizacji projektu: od 1 listopada 2019 r. do 29 stycznia 2022 r.; rola w projekcie obejmowała przygotowanie recenzji

kursów elearningowych w aspekcie merytorycznym, metodycznym i technicznym (w tym testowanie działania kursów na platformie <https://navoica.pl/> ) oraz ewaluację kursów po ich pierwszym przeprowadzeniu

Oprócz cyklu publikacji wchodzących w skład dorobku naukowego Habilitant przedstawił jako wykaz osiągnięć naukowych współpracę z Uniwersytetami. Wynikiem tej współpracy były wspólne projekty:

Współpraca z Uniwersytetem Przyrodniczym w Poznaniu (dawniej Akademia Rolnicza) .

Wykorzystanie źródeł informacji przestrzennej w badaniach zmian środowiska przyrodniczego WPN i jego otuliny; projekt finansowany w ramach współpracy pomiędzy Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza i Akademią Rolniczą w Poznaniu jako grant międzyuczelniany

Baza Danych Przestrzennych (BDP) WPN oraz wykorzystanie jej zasobów w badaniach zmian krajobrazu i prowadzeniu zajęć dydaktycznych, grant międzyuczelniany w ramach współpracy pomiędzy Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza i Akademią Rolniczą w Poznaniu;

Wirtualne powierzchnie do przewidywania obrazu gleb w zmieniających się warunkach oświetlenia i obserwacji ich powierzchni. Projekt finansowany ze środków własnych UAM; okres realizacji: X.2003-X.2004; rola w projekcie obejmowała realizację badań terenowych, w tym pomiary szorstkości techniką fotogrametryczną i obliczenia parametrów kształtu (szorstkości ) powierzchni glebowych, pomiary spektralne od powierzchni testowych, opracowanie i dyskusję wyników.

Wykonanie opracowania polegającego na weryfikacji i przetworzeniu plików rastrowych map topograficznych PUWG65, w skalach 1:10000, 1:25000, 1:50000 do PUWG92 w ramach projektu ERDF GEOPORTAL.GOV.PL Umowa z Centralnym Ośrodkiem Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej w Warszawie; realizacja w okresie 2007-2008, rola w projekcie obejmowała przetworzenie map topograficznych, sozologicznych i hydrograficznych w różnych skalach z układów współrzędnych

pierwotnych do układu docelowego (PUWG 92), wykorzystanych następnie do przygotowania warstw dla serwisu map geoportal.gov.pl.

Antropopresja a dziedzictwo archeologiczne. Przykład Lednickiego Parku Krajobrazowego, projekt realizowany przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy - realizowanego na podstawie umowy nr 3449/19/FPK/NID z dnia 23.04.2019 r., projekt finansowany ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego pochodzących z Funduszu Promocji Kultury; realizacja w okresie: 04.2019-09.2020; rola w projekcie obejmowała analizę i interpretacja zobrazowań satelitarnych Sentinel-1 i Sentinel-2 w aspekcie ich wykorzystania w planowaniu badań archeologicznych przetworzenie historycznych zdjęć lotniczych z zasobów Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii z zachodniej i północnej części Lednickiego Parku Krajobrazowego przeprowadzonych w ramach projektu.

Wykorzystanie teledetekcji do zarządzania Zasobem Własności Rolnej Skarbu Państwa - etap pilotażowy; finansowanie ze środków Krajowego Ośrodka Wspierania Rolnictwa. Okres realizacji projektu 6.2019 - 12.2019; projekt realizowany przez firmy SmallGIS i Progea 4D z Krakowa; jako członek zespołu ekspertów Habilitant za zgromadzenie i przetwarzanie radarowych obrazów satelitarnych Sentinel 1 oraz pozyskanie charakterystyk powierzchni rolniczych

Projekt aktualnie realizowany:

Zmienność środowiska przyrodniczego na mapach cyfrowych i danych terenowych - MOOCne kursy elearningowe Stacji Ekologicznej w Jeziorach. POWR.03.01.00-00-W017/18 (dofinansowanie z Europejskiego Funduszu Społecznego, w Programie Operacyjnym Wiedza, Edukacja Rozwój); 1 listopada 2019 r. do 29 stycznia 2022 r.; rola w projekcie obejmowała przygotowanie recenzji kursów elearningowych w aspekcie merytorycznym, metodycznym i technicznym (w tym testowanie działania kursów na platformie <https://navoica.pl/> ) oraz ewaluację kursów po ich pierwszym przeprowadzeniu.

Dokładność określania cech geometrycznych wybranych elementów krajobrazu na mapach topograficznych w skali 1:10000 i 1:25000 z XX wieku, Stacja Ekologiczna UAM w Jeziorach, 64-66, ISBN 83-920562-0-5.

W ramach współpracy zrealizowano dwa projekty:

Habilitant pełnił funkcję promotora pomocniczego doktoratu zrealizowanego na Wydziale Inżynierii Środowiska i Gospodarki Przestrzennej UP

Z Katedrą Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska przy składaniu wniosków badawczo-rozwojowych do Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, oraz realizację przyznanych projektów. Habilitant zastosował metody teledetekcyjne (spektrometrii i wielospektralnych danych obrazowych pozyskiwanych z różnych pułapów) w szacowaniu cech gleb i uprawianych roślin w trakcie sezonu wegetacyjnego i ich zastosowaniu w optymalizacji produkcji rolniczej.

Współpraca ze środowiskiem naukowym archeologów obejmowała instytucje:

- 1) Muzeum Archeologiczne w Poznaniu
- 2) Wydział Archeologii UAM

Współpraca obejmowała indywidualne lub wspólne wystąpienia na konferencjach archeologicznych oraz współpracę w ramach projektów polskich i europejskich

W roku 2015 Habilitant jako konsultant brał udział w projekcie finansowanym ze środków Europejskiej Agencji Kosmicznej ArchEO – archaeological application of Earth Observation techniques, którego liderem była firma Wasat Sp. z o.o. Analizowano, możliwości rozpoznawania wyróżników roślinnych wskazujących na obecność obiektów archeologicznych, na wysokorozdzielczych obrazach satelitarnych, badając skuteczność różnych metod. Efektem tych prac była prezentacja posteru na konferencji między narodowej w międzynarodowej we Frascati

Dr Sławomir Królewicz był na miesięcznym stażu na Uniwersytecie w Viterbo dotyczącym zagadnień modelowania erozji W ramach projektu uczestniczył też w tygodniowych międzynarodowych szkołach letnich. Na jednej ze szkół na Krecie prezentował referat, którego był pierwszym autorem,

### 3) Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy

W latach 2019-2021 Habilitant uczestniczył w projekcie finansowanym ze środków Ministerstwa Kultury a realizowanym przez Muzeum Pierwszych Piastów na Lednicy. W ramach projektu podjęto zagadnienia analizy i interpretacji zobrażeń satelitarnych Sentinel-1 i Sentinel-2 w aspekcie ich wykorzystania w planowaniu badań archeologicznych, możliwości monitorowania zmian zabudowy, analizy sezonowej zmienności pokrycia terenu. Uzyskane wyniki zaprezentowano w postaci referatu na konferencji międzynarodowej oraz przygotowano raport.

#### **Osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne oraz popularyzujące naukę lub sztukę.**

Habilitant był aktywny w prowadzeniu zajęć na Uniwersytecie. Prowadził je w następujących przedmiotach

9 wykładów (Fotogrametria lotnicza i satelitarna – 15 godz., Fotogrametria cyfrowa – 15 godz., Systemy Informacji geograficznej – 30 godz., Monitoring lotniczy i satelitarny – 15 godz., Klasyfikacja obrazów wielospektralnych i ich georeferencja – 15 godz., Grafika w Internecie – 15 godz., Ziemia z kosmosu – 15 godz., Geoinformacja – 15 godz., Teledetekcja – 10 godz.), 9 przedmiotów ćwiczeniowych realizowanych w laboratoriach komputerowych (Teledetekcja środowiska przyrodniczego – 30 godz., Cyfrowe przetwarzanie obrazów – 30/45 godz. zależnie od kierunku i zmian w programach, Fotogrametria cyfrowa – 15/30 godz., Grafika w Internecie – 15 godz., Teledetekcja satelitarnej – 15 godzin, Ocena sensorów i produktów teledetekcyjnych – 15\_godz., Monitoring lotniczy i satelitarny – 15 godz., Detekcja w ochronie środowiska – 30 godz., Klasyfikacja obrazów wielospektralnych i ich georeferencja – 15 godz.), 3 przedmioty prowadzone w formie ćwiczeń terenowych z (ćwiczenia terenowe z gleboznawstwa od 2 do 6 dni – zależnie od programu studiów, Przewodnictwo po ośrodkach i obiektach turystycznych – 6 dni, ćwiczenia terenowe z kartografii i teledetekcji – od 2 do 3 dni), 4 przedmioty jako ćwiczenia w zwykłych salach (Teledetekcja środowiska dla geologów – 10/15 godz., Regiony geograficzne i metody regionalizacji – 10 godz., Źródła informacji i metody badań geograficznych – godz. 10; Gleboznawstwo – 10 godz.) oraz seminaria i pracownie magisterskie, inżynierskie i licencjackie (w wymiarze 30/45 godzin).

Dr Sławomir Królewicz dwukrotnie prowadził zajęcia ze studentami w ramach programu ERASMUS w języku angielskim. Był także promotorem 3 prac magisterskich, 3 licencjackich i 8 inżynierskich prac dyplomowych. Recenzował 2 prace magisterskie, 7 inżynierskich i 5

prac licencjackich. Współuczestniczył w tworzeniu programów studiów dla specjalności Geoinformacja w ramach kierunku Geografia, a następnie dla kierunku Geoinformacja i Geoinformacja inżynierska.

Obecnie wszystkie zajęcia prowadzi z wykorzystaniem i wsparciem platformy elearningowe od 2015 roku poprzez ogólnouczelnianą platformę opierając się na oprogramowaniu Moodle.

W latach 2019–2021 uczestniczył jako ekspert w projekcie „Zmienność środowiska przyrodniczego na mapach cyfrowych i danych terenowych”. Recenzował kursy elearningowe Stacji Ekologicznej w Jeziorach powstałe w ramach realizacji tego projektu w zakresie metodycznym, merytorycznym i technicznym.

W 2017 roku uczestniczył w tygodniowym szkoleniu dotyczącym obsługi i używania bezzałogowych statków powietrznych zorganizowanym w ramach programu „Zintegrowane centrum podnoszenia kompetencji realizowanego w celu podnoszenia kompetencji dydaktycznych kadry Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu” nr POWR.03.04.00-00-D107/16. Szkolenie zakończyło się egzaminem państwowym, dzięki czemu dr Sławomir Królewicz uzyskał uprawnienia do pilotowania statków powietrznych w warunkach widoczności, jak i jej braku dla statków o masie całkowitej startowej do 25 kg.

Dzięki temu w ramach zajęć z teledetekcji, fotogrametrii czy prowadzenia prac inżynierskich prezentował możliwości wykorzystania sprzętu bezzałogowego.

W ramach pracy dydaktycznej aktywnie także uczestniczył w różnych formach popularyzacji nauki i wiedzy poprzez takie wydarzenia, jak: Światowy Dzień Systemów Informacji Geograficznej (tzw. GISday, w latach 2003–2011), Festiwal Nauki (w latach 2014–2020), Noc Naukowców (w latach 2015–2021) czy bezpośrednio prowadząc zajęcia dla uczniów szkół podstawowych (gimnazjalnych) czy licealistów odwiedzających WNGiG, poprzez prezentowanie wykładów, organizację warsztatów czy nagrywanie filmów udostępnianych poprzez media społecznościowe dla dzieci, młodzieży szkolnej czy studentów.

Dr Sławomir Królewicz w latach 2003–2020 uczestniczył w przygotowaniu i przeprowadzeniu w 24 wydarzeniach popularyzujących naukę i wiedzę.

Brał udział w przygotowaniu 5 ciu międzynarodowych Wniosków Projektowych minn do Komisji Europejskiej, Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz 19tu do Narodowego Centrum Nauki.

Dr Sławomir Królewicz brał udział po doktoracie w 43 konferencjach w tym w 15tu międzynarodowych.

## **INFORMACJA O WSPÓŁPRACY Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM**

### **Informacja o współpracy z sektorem gospodarczym.**

Habilitant współpracuje z wieloma firmami zajmującymi się precyzyjnym rolnictwem, opracowywaniem zdjęć z bezzałogowych statków. Według zamieszczonych danych jest to współpraca ciągła

Współpraca z firmą DEDAL-FOTO Andrzej Kijowski 1995-2007

Współpraca z firmą Microimages, Inc. Nebraska, USA, od 1999 roku

Współpraca z firmą Progea 4D od roku 2007

Współpraca z firmą Geomatic Michał Wyczałek od roku 2016

Współpraca z firmą GEPOL od 2015 roku

W podsumowaniu należy stwierdzić, że przedstawiona przez dr Sławomira Królewicza monografia pt.: Analiza czynników wpływających na obraz terenu na zdjęciach lotniczych i symulator do badania podobieństwa bloków zdjęć lotniczych jest osiągnięciem naukowym, uzyskanym po otrzymaniu stopnia doktora, stanowiącym znaczny wkład Autora w rozwój nauki o Ziemi i Środowisku. Jest to praca bardzo dobra metodologicznie, Habilitant wykorzystał wcześniejsze prace w których uczestniczył dwukierunkowego odbicia spektralnego w aspekcie formowania obrazu, zmienności jego wpływu i korekcji w ramach dużych zbiorów zdjęć lotniczych zwanych blokami lub zespołami.

Należy podkreślić, że w okresie po doktoracie, Habilitant był współautorem i autorem w 23 rozdziałach monografii w tym w 10ciu samodzielnie.

Po uzyskaniu stopnia doktora Habilitant jest współautorem i autorem 25 publikacji naukowych. Jednak samodzielnym autorem jest w większości artykułów w języku polskim. Habilitant jest aktywny we współpracy z innymi jednostkami badawczymi z którymi bierze udział w projektach. Brał udział w siedmiu projektach MNiSW, NCN, NCBR, a obecnie bierze udział w projekcie NCBiR, projekcie finansowanym ze środków Ministerstwa Kultury i w projekcie Europejskim. Brał też udział w przygotowaniu pięciu międzynarodowych Wniosków Projektowych do Komisji Europejskiej, ESA oraz dziewiętnastu do Narodowego Centrum Nauki.

Dr Sławomir Królewicz jest też aktywny w wystąpieniach na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Prezentuje referaty i postery na 43 konferencjach (po doktoracie). Dr Sławomir Królewicz prowadzi zajęcia dydaktyczne na Uniwersytecie. Obecnie wszystkie zajęcia prowadzi ze wsparciem platformy elearningu. Habilitant w latach 2003-2020 uczestniczył w przygotowaniu i przeprowadzeniu 24 wydarzeń popularyzujących naukę. Jest też członkiem Komitetu Naukowego i Komitetu Organizacyjnego Ogólnopolskich Konferencji Naukowych. Prowadzi też ciekawą współpracę z instytucjami prowadzącymi badania o tematyce rolnictwa precyzyjnego.

Biorąc pod uwagę pozytywną ocenę osiągnięcia naukowego w postaci Monografi oraz dorobku naukowego, współpracy naukowej, składania wniosków naukowych a także szerokie doświadczenie dydaktyczne i organizacyjne, stwierdzam, że dr Sławomir Królewicz spełnia ustawowe wymogi stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego (art. 221 ust. 4 i 5 ustawy z dn. 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2020 r. poz 85.)). Wniosuję o dopuszczenie dr Sławomira Królewicza do dalszych etapów zmierzających do nadania stopnia doktora habilitowanego.