

**AUTOREFERAT**  
**przedstawiający opis dorobku i osiągnięć**  
**naukowych, w szczególności określonych**  
**w art. 16 ust. 2 ustawy**

**Marcin Staniek**  
**Politechnika Śląska**  
**Wydział Transportu**

**Katowice, listopad 2018**

## Spis treści

1	Imię i nazwisko.....	3
2	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
3	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4	Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) .....	4
	a) tytuł osiągnięcia naukowego .....	4
	b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe .....	5
	c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania .....	6
5	Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych.....	21
	5.1 Działalność naukowo-badawcza przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych – lata 2005-2009.....	21
	5.2 Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych – lata 2009-2018.....	24
	5.3 Działalność dydaktyczna.....	32
	5.4 Działalność organizacyjna .....	35
	5.5 Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia .....	37

## 1 Imię i nazwisko

Marcin Staniek

## 2 Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- 14.04.2000** – uzyskanie **tytułu zawodowego technika elektronika** (specjalność: elektroniczne maszyny i systemy cyfrowe) w Technikum Elektroniczno-Elektrycznym w Tychach, temat pracy: „Myszy i manipulatory”
- 27.09.2005** – uzyskanie stopnia **magistra inżyniera** na kierunku **transport** w zakresie **inżynierii ruchu** na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej, temat pracy: „Analiza zdarzeń drogowych na podstawie deskryptorów ruchu pojazdów”
- 30.06.2009** – uzyskanie stopnia **doktora nauk technicznych** w dyscyplinie informatyka (specjalność: przetwarzanie i rozpoznawanie obrazów cyfrowych) na Wydziale Automatyki, Elektroniki i Informatyki Politechniki Śląskiej, temat rozprawy: „Metoda syntaktycznego opisu trajektorii ruchu pojazdów w sieci transportowej”

## 3 Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- 2005–2009** – jako **doktorant** w Katedrze Systemów Informatycznych Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej
- 2009–2011** – na stanowisku **adiunkta** w Katedrze Systemów Informatycznych Transportu na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej
- 2011–obecnie** – na stanowisku **adiunkta** w Katedrze Inżynierii Ruchu, a następnie (po restrukturyzacji wydziału 01.10.2013) w **Katedrze Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu** na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej

#### **4 Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.)**

##### **a) tytuł osiągnięcia naukowego**

Osiągnięciem naukowym, wypracowanym po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych, stanowiącym istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej **transport**, określonym w art. 16. ust. 2 obowiązującej ustawy, jest jednotematyczny cykl publikacji związanych z problematyką oceny stanu eksploatacyjnego sieci drogowej pt. **„Modelowanie stanu infrastruktury transportu drogowego w zastosowaniu do planowania komfortu podróży uczestników procesu transportowego”**.

Jednotematyczny cykl publikacji tworzących wskazane powyżej osiągnięcie naukowe został wybrany według kryterium, które ma na celu pokazanie holistycznego podejścia oceny stanu infrastruktury transportu drogowego do planowania tras w obszarze sieci drogowej przy zapewnieniu wysokiego komfortu podróży. Takie podejście stanowi przemyślaną strategię, począwszy od identyfikacji możliwości i ograniczeń narzędzi oceny stanu nawierzchni, poprzez opracowanie i implementację własnych rozwiązań, bazując na odwzorowaniu matematycznym poszczególnych elementów modelu, a skończywszy na sformułowaniu i rozwiązaniu problemu optymalizacyjnego w zakresie wyznaczania tras w obszarze sieci drogowej. Opracowana metodyka, w tym wypracowane algorytmy i ich implementacja, jak również zastosowanie danych rzeczywistych jest wymiernym efektem procesu modelowania. Zagadnienia te zostały przedstawione w publikacjach [1-10]. Całość stanowi metodykę **modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego w zastosowaniu do planowania komfortu podróży uczestników procesu transportowego**. Istotą podjętych prac jest również przedstawienie złożoności analizowanej problematyki oraz uporządkowanie wiedzy dotyczącej możliwości wykorzystania narzędzi identyfikacji stanu infrastruktury drogowej w planowaniu przebiegu realizacji tras użytkowników systemu transportowego.

## **b) wykaz prac stanowiących osiągnięcie naukowe**

- [1] **Staniek M.**, 2011, *Metody oceny stanu nawierzchni sieci drogowej*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Seria Transport, z. 72, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, pp. 83-90 – **artykuł recenzowany, 3 punkty 2011, lista B MNiSW**;
- [2] **Staniek M.**, 2012, *Diagnostyka stanu nawierzchni drogowej z wykorzystaniem pomiarów stereoskopowych*, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej nr 283. Budownictwo i Inżynieria Środowiska z. 59 (3/12/IV), Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, pp. 339-346. – **artykuł recenzowany, 4 punkty 2012, lista B MNiSW**
- [3] **Staniek M.**, 2017, *Stereo vision method application to road inspection*, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, vol. 12 no. 1, VGTU, pp. 38-47 – **artykuł recenzowany, 20 punktów 2017, lista A MNiSW, IF 0.698**;
- [4] **Staniek M.**, 2017, *Detection of cracks in asphalt pavement during road inspection processes*, Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport, vol. 96, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, pp. 175-183 – **artykuł recenzowany, 9 punktów 2017, lista B MNiSW**;
- [5] **Staniek M.**, Czech P., 2018, *Self-correcting neural network in road pavement diagnostics*, Automation in Construction, vol. 96, Elsevier, pp. 75-87 – **artykuł recenzowany, 40 punktów 2017, lista A MNiSW, IF 4.032, udział habilitanta 50%**;
- [6] **Staniek M.**, 2016, *Ocena stanu nawierzchni drogowych na podstawie badań zachowań komunikacyjnych*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport, z. 114, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, pp. 339-347 – **artykuł recenzowany, 7 punktów 2016, lista B MNiSW**;
- [7] **Staniek M.**, 2016, *Road pavement condition as a determinant of travelling comfort*, Intelligent Transport Systems and Travel Behaviour. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol. 505 (2017), Springer, pp. 99-107 – **15 punktów za artykuł recenzowany na konferencji znajdującej się w Web of Science, MNiSW**;
- [8] **Staniek M.**, 2016, *Moulding of travelling behaviour patterns entailing the condition of road infrastructure*, Contemporary Challenges of Transport Systems and Traffic Engineering. Lecture Notes in Network and Systems, vol. 2 (2017), Springer, pp. 181-191

– 15 punktów za artykuł recenzowany na konferencji znajdującej się w Web of Science, MNiSW;

- [9] Sierpiński G., **Staniek M.**, 2017, *Heuristic approach in a multimodal travel planner to support local authorities in urban traffic management*, Transportation Research Procedia, vol. 27, Elsevier, pp. 640-647 – **artykuł recenzowany, indeksowany w Scopus**, udział habilitanta 50%;
- [10] **Staniek M.**, 2018, *Ocena stanu sieci drogowej na potrzeby planowania komfortu podróży*; Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Recenzenci: dr hab. inż. Ilona Jacyna-Gołda, prof. dr hab. inż. Ryszard Tadeusiewicz, – **monografia naukowa, 25 pkt MNiSW.**

### **c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

#### **Omówienie ogólnego celu naukowego prac [1-10] przedstawionych do oceny**

Zasadniczym celem naukowym prac przedstawionych do oceny jest opracowanie **metodyki modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego dla wspomagania planowania komfortu podróży.**

W ramach sformułowanego w ten sposób celu wyodrębniono następujące zadania badawcze:

- scharakteryzowanie analizowanego zagadnienia w ujęciu systemowym,
- zidentyfikowanie problemów występujących w procesie utrzymania stanu infrastruktury transportu drogowego,
- zidentyfikowanie ograniczeń technicznych i technologicznych występujących w procedurze oceny stanu nawierzchni drogowych,
- zidentyfikowanie ograniczeń wpływających na możliwości zastosowania określonych rozwiązań w procedurze oceny stanu nawierzchni drogowych,
- dobór metod i narzędzi pomiarowych dla efektywnej oceny stanu infrastruktury drogowej,
- opracowanie modeli matematycznych dla systemu wspomagającego proces modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego,
- opracowanie algorytmów do rozwiązania zagadnienia modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego,

- skonstruowanie stanowisk badawczych i opracowanie aplikacji mobilnych wspomagających procedurę oceny stanu infrastruktury transportu drogowego,
- analiza czynników wpływających na ryzyko i niezawodność efektywnego funkcjonowania systemu oceny stanu nawierzchni drogowych dla danych rzeczywistych,
- opracowanie modelu matematycznego dla systemu wspomagającego proces planowania komfortu podróży użytkowników systemu transportowego,
- opracowanie algorytmów rozwiązania problemów wspomagania procesu planowania komfortu podróży użytkowników systemu transportowego,
- zidentyfikowanie ograniczeń wynikających z zastosowania opracowanych algorytmów i zaimplementowanych rozwiązań na danych rzeczywistych,
- przykłady praktycznego zastosowania opracowanego podejścia do planowania komfortu podróży użytkowników systemu transportowego.

Tematyka podjęta w jednotematycznym cyklu publikacji wskazanym przez habilitanta, dotyczy zagadnień **identyfikacji stanu infrastruktury transportu drogowego dla planowania tras przy zapewnieniu wysokiego komfortu realizacji przemieszczeń**. Jest istotnym zagadnieniem dla użytkowników systemu transportowego oraz zarządców infrastruktury drogowej.

W procesie oceny stanu infrastruktury wymagane jest zapewnienie wysokiego poziomu realizowanych pomiarów zarówno pod względem ilościowym jak i jakościowym. W swoich rozważaniach habilitant założył, że infrastruktura drogowa, w szczególności jej stan eksploatacyjny, jednocześnie ograniczenia i możliwości, mają kluczowy wpływ na zachowanie użytkownika systemu transportowego m.in. wybór trasy realizowanego przemieszczenia. Ponadto, że istnieje możliwość opracowania oraz implementacji metod pozyskiwania, analizy i oceny stanu infrastruktury transportu drogowego oraz wykorzystania uzyskanych wyników do poprawy komfortu podróży użytkowników tego systemu.

Postawiono tezę, że **stan infrastruktury transportu drogowego jest determinantą planowania komfortu podróży użytkowników w rzeczywistym systemie transportowym**.

Celem podjętych przez habilitanta badań jest **opracowanie metodyki modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego na potrzeby planowania komfortu podróży jego użytkowników**. Grupą docelową realizowanych badań są użytkownicy systemu transportowego zorientowani na transport indywidualny, bądź na typowe rozwiązania miejskie jak car-sharing czy car-pooling, gdzie możliwa jest realizacja podróży po dowolnie przyjętej

trasie, tj. nieokreślonych z góry i zdefiniowanych rozkładem jazdy jak w transporcie zbiorowym.

Uogólniając, infrastruktura drogowa powinna zapewniać bezpieczne i efektywne przemieszczanie osób oraz sprawny przewóz ładunków przy zapewnieniu właściwego poziomu eksploatacyjnego sieci drogowej, minimalizacji kosztów i szkodliwego wpływu na otoczenie. Jednakże cykl życia obiektów technicznych determinuje ich stan eksploatacyjny oraz odczucia nabywane przez użytkowników podczas realizacji przemieszeń na sieci drogowej. Tym samym zapewnienie należytego poziomu komfortu podróży, rozumianego jako szeregu bodźców odczuwanych przez użytkownika zarówno w sferze fizycznej jak i psychicznej, nabywa istotnego znaczenia. Ponadto, wzrost wymagań użytkowników systemu transportowego zmusza do opracowania rozwiązań pozwalających na wsparcie zarówno pojedynczych użytkowników jak i beneficjentów instytucjonalnych, np. zarządców infrastruktury drogowej. Potwierdza to jednocześnie zasadność podjętego celu wypracowanego osiągnięcia naukowego.

W pracach [1-10] habilitant wykazał, że efektywność osiągniętego komfortu podróży użytkowników systemu transportowego jest determinowana skutecznością zarówno w procesie odwzorowania stanu infrastruktury drogowej jak również na etapie planowania. Przedstawiona metodyka zakłada, że efektywność osiągniętego komfortu podróży sprowadza się przede wszystkim do właściwego wykorzystania posiadanych informacji dotyczących opisu stanu infrastruktury transportu drogowego. Stopień szczegółowości uzyskanych danych opisu stanu nawierzchni pozwala na efektywne planowanie tras z pominięciem odcinków sieci drogowej na niezadowalającym poziomie eksploatacyjnym. Szczególną uwagę w tym zakresie zwrócono na metody pomiarowe wykorzystywane w procesie diagnostyki nawierzchni drogowych.

Modelowanie stanu infrastruktury transportu drogowego z wykorzystaniem metod przestrzennego odwzorowania nawierzchni [3-5] pozwala na zidentyfikowanie odcinków sieci drogowej wymagających przeprowadzenia zabiegów naprawczych lub prac remontowych. Ponadto charakterystyka stanu nawierzchni stanowi wsparcie w doborze zakresu i rodzaju planowanych czynności utrzymaniowych przez zarządców infrastruktury drogowej. Zaproponowany sposób identyfikacji stanu infrastruktury transportu drogowego bazujący na analizie dynamiki ruchu pojazdu [10], w postaci ciągłego monitorowania stanu



z wykorzystaniem rozwiązań mobilnych instalowanych w pojazdach poruszających się po sieci drogowej, umożliwi zdalną realizację pomiarów i uzyskanie aktualnego opisu stanu infrastruktury, w sposób bezobsługowy dla użytkowników systemu transportowego.

Ocena stanu nawierzchni drogowych może służyć do podjęcia decyzji w zakresie planowanych tras o najwyższym komforcie podróży, gdy występuje wiele wariantów możliwych rozwiązań. Stąd w realizowanych badaniach ocena stanu zostaje zagregowana do istniejących odcinków dróg, występujących w procesie planowania tras [8-10]. Habilitant dokonał identyfikacji odcinków sieci drogowej charakteryzując ich stan eksploatacyjny, odcinków istotnych ze względu na kategorię ruchu drogowego, co przedstawił w autorskiej monografii [10]. Do analizy uzyskanych wyników planowania komfortu podróży użytkowników systemu transportowego zostały opracowane formalnie wskaźniki efektywności. W konsekwencji zidentyfikowano poprawę komfortu podróży uwzględniając kryteria minimalizacji czasu podróży i dystansu realizowanych przemieszczeń.

W autorskiej monografii [10] wykazano, że opracowane metody pomiarowe zarówno przestrzennego odwzorowania stanu nawierzchni jak i identyfikacji stanu na podstawie analizy dynamiki ruchu pojazdu wraz z przedstawionymi algorytmami obliczeniowymi zaimplementowanymi w aplikacjach komputerowych są źródłem danych dla wspomaganie decyzji w zakresie planowania komfortu podróży na sieci drogowej przy ustalonym stanie techniczno-eksploatacyjnym infrastruktury transportu drogowego. Tym samym opracowana metodyka obejmuje aparat teoretyczny i praktyczny pozwalający na jego wykorzystanie do planowania komfortu podróży.

Przedstawione podejście do oceny stanu infrastruktury transportu drogowego może być pomyślnie stosowane nie tylko przez użytkowników indywidualnych czy zarządców infrastruktury drogowej, ale również, a może przede wszystkim, przez przedsiębiorstwa transportowe, które dbając o konkurencyjność na rynku poszukują narzędzi do podniesienia efektywności działania poprzez zwiększenie jakości świadczonych usług transportowych.

W rezultacie planowanie komfortu podróży użytkowników infrastruktury transportu drogowego sprowadza się do identyfikacji stanu eksploatacyjnego dróg, a wyznaczenie mierzalnych wskaźników oceny pozwala na planowanie tras zapewniających wyższą jakość procesu transportowego – zwiększenie komfortu podróży.

### **Omówienie osiągniętych wyników badań – na podstawie prac [1-10]**

Autorskim osiągnięciem przedstawianym w jednotematycznym cyklu publikacji pt. **„Modelowanie stanu infrastruktury transportu drogowego w zastosowaniu do planowania komfortu podróży uczestników procesu transportowego”** jest opracowanie holistycznego podejścia oceny stanu infrastruktury transportu drogowego celem kreowania komfortu podróży użytkowników tego systemu

Studium literatury wskazuje, że poszczególne elementy zdefiniowanej metodyki podawane są w sposób rozporoszony. Brakuje kompleksowego podejścia oceny stanu infrastruktury transportu drogowego w odniesieniu do komfortu podróży użytkowników systemu transportowego i planowania tras zapewniających wysoki komfort podróży. Rozwiązania są traktowane indywidualnie, bez identyfikacji wzajemnych oddziaływań jakie wywołuje stan infrastruktury, w ujęciu zarówno eksploatacyjnym jak i technicznym na wybory preferowane przez użytkowników systemu transportowego. Identyfikacja rozwiązań w ocenie stanu infrastruktury transportu drogowego, wraz z charakterystyką ich funkcjonalności, jak również **opracowanie własnych metod oceny stanu infrastruktury transportu drogowego i identyfikacji uszkodzeń nawierzchni ukierunkowanych na wsparcie osób podróżujących, w szczególności zwiększenie ich komfortu podróży**, stanowi istotny wkład habilitanta w **rozwój dyscypliny transport**.

Wsparcie w planowaniu komfortu podróży wymaga podejmowania decyzji związanych z realizacją podróży w rzeczywistym systemie transportowym, co determinuje konieczność budowy modelu matematycznego obejmującego modele cząstkowe charakteryzujące m.in. strukturę sieci drogowej, jej stan eksploatacyjny i techniczny jak również metody oceny stanu infrastruktury transportu drogowego, w tym identyfikacji uszkodzeń nawierzchni oraz sposoby planowania podróży użytkowników na sieci transportowej przy uwzględnieniu jej potencjału jaki i ograniczeń. Holistyczne podejście do zagadnienia polega na uwzględnieniu wszystkich tych elementów, jak również wymagań zwykłych użytkowników i funkcjonalności istotnych dla zarządców infrastruktury drogowej w aspekcie procesu decyzyjnego dla planowania i realizacji zabiegów naprawczych lub prac utrzymaniowych. Jednocześnie metody wykorzystywane w badaniach i opracowanych rozwiązaniach muszą tworzyć spójną i logiczną metodykę, co przedstawione zostało w pracach [1-10].

W badaniach habilitant założył, że stan infrastruktury transportu drogowego jest miarą komfortu podróży użytkowników tego systemu. Realizacja podróży na odcinkach sieci

drogowej o wyższym poziomie eksploatacyjnym zapewnia wyższy komfort podróży użytkownika. Ponadto, powszechnie obserwowane dążenie użytkowników systemu transportowego do realizacji trasy po drogach o wysokim poziomie eksploatacyjnym, z pominięciem odcinków uszkodzonych, a więc zapewniających zadowolenie z realizacji podróży, potwierdza słuszność przyjętego celu przedstawianego osiągnięcia naukowego.

W artykule [1] rozpoczynającym jednotematyczny cykl publikacji scharakteryzowano strukturę oraz cele jakie ma realizować System Oceny Stanu Nawierzchni SOSN wykorzystywany w Polsce do identyfikacji stanu infrastruktury transportu drogowego. Przedstawiono techniczno-technologiczne aspekty w zakresie badań instrumentalnych oraz badań wizualnych realizowanych na sieci drogowej. Ponadto omówiono metody pomiarów nieinwazyjnych oraz kryteria oceny stanu infrastruktury. Artykuł ten stanowił podwaliny dla dalszej pracy naukowej habilitanta w kierunku modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego. Przedstawiona charakterystyka metod pomiarowych i narzędzi badawczych zaowocowała podjęciem decyzji w kierunku opracowania własnego systemu diagnostycznego bazującego na technologiach wizyjnych. System SOSN przedstawiany w tej publikacji, na którego wytycznych habilitant rozpoczął własną pracę naukową został w 2015 roku mocą decyzji Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad zastąpiony systemem Diagnostyka Stanu Nawierzchni DSN. Odniesienia do obowiązującego systemu DSN przedstawiono w monografii [10].

Systemy pomiarowe stosowane w kraju i na świecie do oceny stanu infrastruktury transportu drogowego przedstawiono również w publikacji [2], gdzie dodatkowo wskazano wady i zalety stosowanych rozwiązań. Habilitant w ramach tej publikacji **zaproponował własną metodę wykorzystującą technik widzenia stereoskopowego do oceny stanu infrastruktury transportu drogowego**, co miało za zadanie zmniejszyć złożoność procedur pomiaru i oceny stanu nawierzchni oraz wyeliminować problemy standardowych wtedy szeroko stosowanych metod manualnych pomiarów oraz umożliwić szybki i precyzyjny opis stanu infrastruktury. Przyjęto, że możliwa jest rekonstrukcja sceny na podstawie obrazów pozyskanych z co najmniej dwóch sensorów optyczno-elektronicznych, co zostało potwierdzone uzyskanymi wynikami przestrzennego odwzorowania wybranych nawierzchni drogowych. **Uzyskane efekty wymusiły konieczność opracowania mobilnego stanowiska pomiarowego do realizacji pomiarów w sposób ciągły na sieci drogowej.** Ponadto, analiza

przyjętego modelu i działania opracowanego rozwiązania wskazała, że ograniczenie pomiaru głębi ma charakter geometryczny i zależy od konstrukcji układu akwizycji stereo-obrazów oraz odległości do rejestrowanej drogi. Efektem tego jest możliwość otrzymania dokładności pomiaru w granicach  $\pm 1$  mm. W odniesieniu do rozwiązań wizyjnych powszechnie stosowanych w ocenie stanu infrastruktury transportu drogowego zwiększona precyzja opisu stanu nawierzchni uzyskana z zastosowania metody stereoskopowego pomiaru pozwala **zwiększyć skuteczność identyfikacji uszkodzeń**. Należy zaznaczyć, że uzyskany stopień szczegółowości opisu nawierzchni drogowej pozwala na identyfikację miejsc szczególnie niebezpiecznych, wpływających na bezpieczeństwo ruchu drogowego, wymagających realizacji natychmiastowych zabiegów naprawczych lub planowanych prac remontowych.

**Skonstruowane mobilne stanowisko pomiarowe wraz z zaimplementowanymi algorytmami przestrzennego odwzorowania nawierzchni**, bazujące na metodzie stereo wizyjnej, przedstawiono w publikacji [3]. Scharakteryzowano poszczególne etapy przetwarzania obrazów wynikające z przyjętej metody realizacji pomiarów, a obejmujące: pozyskanie stereo-obrazów, ich korekcję i rektyfikację, dopasowanie obszarów, a w konsekwencji przestrzenne odwzorowanie powierzchni drogi. Oprócz prezentacji opracowanego rozwiązania habilitant przeprowadził weryfikację uzyskanych wyników poprzez porównanie uzyskanych danych z pomiarami bezpośrednimi – wzorcowymi uzyskanymi z wykorzystaniem referencyjnego stanowiska pomiarowego bazującego na odwzorowaniu powierzchni poprzez skanowanie z wykorzystaniem dalmierza laserowego. Weryfikacja obejmowała realizację dwóch rodzajów pomiarów, tj. pomiaru liniowego oraz pomiaru powierzchniowego dla wybranych 270 przekrojów na sieci drogowej. Dla zbiorów uzyskanych pomiarów zidentyfikowano różnice poszczególnych odczytów, określono maksymalne i minimalne różnice, przeprowadzono weryfikację hipotez statystycznych, oraz korelację uzyskanych wyników pomiarów. Przeanalizowano blisko 40 000 pomiarów bezpośrednich. Niezależnie od rodzaju pomiaru średnie wartości różnic kształtowały się w okolicy zera, a odchylenia standardowe nie przekraczały dwóch milimetrów. **Weryfikacja hipotez statystycznych potwierdziła losowość szacowanych różnic oraz brak występowania błędów grubych lub błędów systematycznych**. Obliczone współczynniki korelacji potwierdziły zgodność między przestrzennym odwzorowaniem z wykorzystaniem metody stereo wizyjnej, a wynikami pomiarów ze stanowiska referencyjnego. Ponadto,

realizacja oceny stanu infrastruktury transportu drogowego z wykorzystaniem opracowanego rozwiązania **cehuje się dużą szybkością działania i niskim kosztem realizacji pomiarów** w odniesieniu do metod manualnych, wykonywanych przez inspektorów bezpośrednio na drodze, **co wynika z braku konieczności zamykania drogi lub ograniczania ruchu przy realizacji pomiarów.**

W zrealizowanym stanowisku pomiarowym, przedstawionym w publikacji [3] z powodzeniem **zaimplementowano miarę CoVar na etapie dopasowania obszarów stereo-obrazów.** Jej zastosowanie pozwoliło na wyeliminowanie zarówno procedury wykrywania narożników, jak i filtrowania obrazów. W celu oceny skuteczności zastosowanej miary dopasowania CoVar, przeprowadzono selekcję typowych miar dopasowania, taki jak: SAD, ZSAD, SSD, ZSSD, SSD-N, ZSSD-N, SCP, SCP-N, CoVar, Census, identyfikując na podstawie studium literaturowego miary dopasowania: **SAD, ZSSD i CoVar, potencjalnie właściwe do wykorzystania w obrazach nawierzchni drogowych.** Analizę porównawczą przeprowadzono na materiale badawczym, który obejmował zbiór stereo-obrazów zarejestrowanych nawierzchni drogowych wraz z typowymi uszkodzeniami oraz odpowiadający im zbiór danych wzorcowych. Zidentyfikowano średnie wartości różnic i odchylenia standardowe pomiędzy wartościami referencyjnymi z pomiaru bezpośredniego, a otrzymanymi wynikami z odwzorowania metodą stereo wizyjnego. Analiza porównawcza uzyskanych wyników **wskazała najwyższą zgodność odwzorowania nawierzchni drogowej miarą CoVar,** oraz zadowalające wyniki dla miary ZSSD. Miarę SAD ze względu na pojedyncze wysokie różnice w porównaniu otrzymanych wyników odrzucono [10]. **Źródłem problemu występującym na etapie dopasowania jest niejednoznaczność dopasowania obszarów / pikseli w stereo-obrazach,** która jest wynikiem niecałkowitego odwzorowania obiektów rzeczywistych na zarejestrowanych obrazach cyfrowych. Wyróżnia się niejednoznaczności dopasowania dla elementów obrazów charakteryzujących się: jednakową wartością funkcji intensywności, występowaniem zaszumienia obrazu, zniekształceniem odwzorowania obrazu, powieleniem tekstury oraz jednakową wartością składowych światła.

**W celu minimalizacji niejednoznaczności dopasowania elementów stereo-obrazów zaproponowano zastosowanie samokorygującej sieci neuronowej SCNN** w opracowanym systemie pomiarowym, przedstawione w publikacji [5]. SCNN bazuje na założeniach architektury dualnej sieci neuronowej, gdzie ciągła sieć neuronowa jest zaimplementowana

w warstwie bazowej obejmując neurony dla każdej linii epipolarnej stereo-obrazów. Funkcję energii zdefiniowano w celu odzwierciedlenia przyjętych ograniczeń, a minimalizacja tej funkcji umożliwia ustalenie wartości optymalnej. Na poziomie warstwy bazowej realizowany jest iteracyjny proces minimalizacji funkcji energii określanej poprzez wagi połączeń między neuronami. W procesie tym stany neuronów są aktualizowane, tworząc w ten sposób sprzężenie zwrotne w przyjętej sieci. Proces iteracji kończy się, gdy sieć osiągnie stan stabilny, co jest równoznaczne z otrzymaniem optymalnego rozwiązania. **Zastosowanie SCNN umożliwia weryfikację wyników uzyskanych w warstwie bazowej przez neurony w warstwie nadrzędnej**, gdzie każdy neuron kontroluje jeden z warunków poprawności składniowej. Jeśli określone warunki predefiniowane dla danego neuronu nie są spełnione, wagi połączeń są modyfikowane. Następnie rozpoczyna się procedura iteracyjna minimalizacji funkcji energii, aż do uzyskania rozwiązania. Funkcja celu jest minimalizowana tylko, gdy spełnione są wszystkie warunki poprawności składniowej. Ocenę skuteczności działania wybranych miar dopasowania obszarów jak również zastosowanie SCNN w procesie przestrzennego odwzorowania z wykorzystaniem metody stereo wizyjnej dla obrazów nawierzchni drogowej przedstawiono w autorskiej monografii [10].

Zaproponowana w publikacji [4] metoda identyfikacji uszkodzeń powierzchniowych bazuje na **analizie różnic pomiędzy wartościami funkcji intensywności kolejnych pikseli w linii obrazu** z obliczoną średnią wartością funkcji intensywności w określonym obszarze obrazu. Wyznaczane wartości progowe pozwalają na jednoznaczne przyporządkowanie pikseli obrazu do występujących spękań nawierzchni asfaltowych. Obliczane są dla dużych fragmentów obrazu, co w ujęciu statystycznym zwiększa prawdopodobieństwo właściwego oszacowania poziomu wartości progowej. Na podstawie przeprowadzonych badań oszacowano, że zaproponowana metoda pozwala na detekcję spękań na poziomie 92% wszystkich występujących i zidentyfikowanych metodą manualną. **Przyjęte rozwiązanie pozwala na identyfikację spękań podłużnych, poprzecznych i siatkowych**, a zastosowanie operacji segmentacji pozwoli na wymiarowanie powierzchni uszkodzenia oraz określenie rodzaju i zakresu zabiegu naprawczego.

Modelowanie stanu infrastruktury transportu drogowego na wysokim poziomie szczegółowości to kluczowy element dla zarządców infrastruktury drogowych ze względu na wsparcie w podejmowaniu decyzji w zakresie rodzaju i zakresu zabiegu naprawczego czy

pracy remontowej, jak również zarządzania stanem oraz planowania pozyskiwania środków finansowych. Dla przeciętnego użytkownika systemu transportowego taki zbiór informacji jest nadmiarowy i wymusza zdefiniowanie miary ogólnej, czytelnej dla jego odbiorców. Narzędzie spełniające takie wymagania przedstawiono w monografii [10]. **Opracowane przez habilitanta rozwiązanie to system ciągłego monitorowania stanu nawierzchni drogowych** – narzędzie pomiarowe RCT, które zostało opracowane, zaimplementowane i przetestowane w ramach realizacji międzynarodowego projektu: “Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains” w ramach konkursu „Sustainable Logistics and Supply Chains” w programie ERA-NET Transport III. Habilitant był krajowym kierownikiem tego projektu [II.G.1.1]. Zrealizowane rozwiązanie bazuje na koncepcji pomiarów telemetrycznych wykorzystując m.in. technologię MEMS, GPS, GSM i GIS. To innymi słowy wykorzystanie modułów pomiarowych oraz technologii informacyjno-komunikacyjnych ICT w kreowanym obszarze inteligentnego miasta. Metoda pomiarowa bazuje na zwykłych użytkownikach systemu transportowego, którzy realizując codzienne podróże z wykorzystaniem samochodu osobowego, jak również na kierowcach samochodów dostawczych i ciężarowych realizujących usługi transportowe w obszarze miasta. Ich udział wymaga wyrażenia zgody na bezinwazyjny dla nich sposób rejestracji i analizy danych opisu dynamiki ruchu ich pojazdów, w zakresie potrzebnym do identyfikacji stanu nawierzchni drogowych. **Zasada działania urządzenia oparta jest na rejestracji z wysoką częstotliwością przyspieszeń liniowych** pozyskiwanych z modułu MEMS, które są łączone z lokalizacjami z odbiornika GPS i zapisywane w pamięci urządzenia w postaci pliku wynikowego o zdefiniowanym standardzie zapisu serii danych. Po realizacji procesu transportowego plik wynikowy jest przesyłany z aplikacji RCT Mobile na serwer systemu RCT Server, gdzie realizowana jest procedura przetwarzania uzyskanych danych oraz wyznaczane są wartości wskaźników oceny stanu nawierzchni. **W ujęciu ogólnym autorski wskaźnik oceny stanu nawierzchni drogowych ma dwa przeznaczenia. Pierwsze jako element opisu stanu infrastruktury drogowej, drugie jako element algorytmu planowania tras.** Niezależnie od przeznaczenia wskaźnik oceny stanu nawierzchni drogowych przyjmuje wartość z zakresu od 0 do 1, gdzie 0 oznacza odcinek o nawierzchni w stanie dobrym (klasa techniczna A wg wytycznych DSN), natomiast 1 określa odcinek o nawierzchni w stanie złym (klasa techniczna D wg wytycznych DSN). Kluczowym jest, że

opracowane rozwiązanie RCT pozwala zapewnić aktualność oceny stanu infrastruktury transportu drogowego. Uwzględnia pogorszenie oceny wynikające z powstałych uszkodzeń infrastruktury, których charakter wystąpienia był nagły i nieplanowany. Zapewnia wzrost oceny po realizacji zabiegów naprawczych lub prac remontowych. Ponadto, nie wymaga ingerencji w system monitorowania stanu infrastruktury celem aktualizacji wartości wskaźników oceny nawierzchni na wybranych odcinkach sieci drogowej. **Uzyskane wyniki potwierdzają potencjał zaproponowanej metody realizacji pomiarów**, a przeprowadzona weryfikacja działania narzędzia RCT w konfrontacji z wynikami zarządcy drogi potwierdza **właściwy kierunek zastosowania analizy sygnałów przyspieszeń liniowych do identyfikacji stanu infrastruktury transportu drogowego**. Oszacowane wartości wskaźników wykazały niezależność miary oceny stanu nawierzchni drogowej od prędkości pojazdów realizujących pomiary, jak również ich kategorii z wyłączeniem pojazdów ciężarowych.

**Zagadnienie komfortu podróży jako elementu determinowanego stanem infrastruktury transportu drogowego poruszono w publikacji [6]**. Bazowano w niej na wynikach badań pilotażowych zachowań komunikacyjnych osób przemieszczających się w obszarze województwa śląskiego, w trakcie których rejestrowane były przyspieszenia liniowe dla podróży realizowanych wybranymi środkami transportu. Ponadto, **porównano wyniki zarejestrowanych pomiarów z opisem stanu infrastruktury transportu drogowego** określonym przez uczestników niniejszych badań. Uczestnicy poprzez wypełnianie ankiety zostali poproszeni o wskazanie krytycznych elementów sieci drogowej ze względu na ich stan eksploatacyjny. Wyniki pokazały, że dla niespełna trzystu zidentyfikowanych uszkodzeń infrastruktury transportu drogowego trzydzieści dziewięć procent stanowią typowe uszkodzenia powierzchniowe klasyfikowane jako wyboje drogowe. Dziewiętnaście procent stanowią nierówności poprzeczne oraz odpowiednio łaty – szesnaście procent i spękania – osiemnaście procent. Analiza uzyskanych wyników w aspekcie częstości występowania przyspieszeń liniowych dla określonych przedziałów potwierdziła, że dla odcinków dróg w złym stanie eksploatacyjnym, określonych przez ankietowanych jako krytyczne, charakteryzowały się wyższą częstością wystąpień dla przedziałów o wyższej wartości przyspieszenia liniowego. Potwierdza to, że realizowane przemieszczenie na odcinkach sieci drogowej o zdegradowanej nawierzchni wywołują drgania pojazdu, co przekłada się na wzrost



wartości rejestrowanych przyspieszeń liniowych, a tym samym zmniejszenie poziomu komfortu podróży. Dodatkowo, **uzyskany zbiór danych wyjściowych daje podstawę do oceny komfortu wykonywanych podróży dla określonych trasy przemieszczeń**. Ponadto, na podstawie przeprowadzonych badań mobilnych, zrealizowanych pomiarów oraz analizy ich wyników zidentyfikowano możliwość wyznaczenia punktowych oraz odcinkowych uszkodzeń nawierzchni drogowej. Przedstawiony w pracy zakres pilotażowych badań zachowań komunikacyjnych, tym samym rejestrowanych przyspieszeń liniowych określonych tras przemieszczeń, został rozszerzony zbiorem danych przyspieszeń liniowych dla realizowanych tras w ramach narzędzia RCT w projekcie S-mile [II.G.1.1], przedstawionych w monografii [10].

W publikacji [7] podjęto **tematykę stanu nawierzchni drogowych jako kluczowego czynnika wpływającego na komfort podróży** uczestników procesu transportowego poruszających się w obszarze gęstej sieci transportowej. Rejestrowana przez użytkownika trasa w opisie przyspieszeń liniowych jest odwzorowaniem występujących zdarzeń m.in. przyspieszeń, opóźnień, drgań czy wstrząsów pojazdu i wpływa na jego ciało, a więc odczucia fizyczne. Źródłem tych zdarzeń jest zmiana parametrów ruchu pojazdu wynikająca z warunków ruchu, jego organizacji bądź stanu infrastruktury transportu drogowego. Przyjmując do analizy dane, dla których prędkość jazdy jest stała, ocena stanu nawierzchni jest zasadniczą determinantą „dynamicznego” komfortu podróży. Na podstawie zrealizowanych pomiarów przyspieszeń liniowych oraz przeprowadzonych ankiet wśród osób podróżujących po sieci drogowej przeprowadzono analizę porównawczą uzyskanych wyników. Zestawiono wyniki przyspieszeń liniowych dla dróg wskazanych przez użytkowników jako elementów krytycznych infrastruktury drogowej mających wpływ na komfort podróży. Współczynnik wpływu na komfort podróży określono jako procent danego typu uszkodzeń mający bezpośredni wpływ na przyrost przyspieszeń liniowych rejestrowanych podczas badania dróg wymienionych w przeprowadzonej ankiecie. **Wyznaczone wartości współczynników wpływu na komfort podróży wg typu uszkodzenia nawierzchni drogowej** są następujące: wyboje drogowe 92%, koleiny 74%, łaty 43%, spękania 21%. Należy zaznaczyć, że w analizie nie uwzględniono stopnia zaawansowania określonego typu uszkodzenia. Analiza porównawcza wartości przyspieszeń liniowych z danymi opisowymi uzyskanymi z ankiet wskazuje **na korelację zmniejszenia**

**komfortu podróży w odczuciu pasażerów wraz ze wzrostem przyrostów przyspieszeń liniowych** tj. realizacji podróży po drodze w złym stanie eksploatacyjnym.

W publikacji [8] przedstawiono **narzędzie kształtowania zachowań komunikacyjnych osób przemieszczających się** w obszarze gęstej sieci transportowej, opracowane w ramach pracy [II.G.2.3], w której habilitant był wiodącym członkiem zespołu badawczego projektu. Przyjęto, że infrastruktura drogowa, jej stan techniczno-eksploatacyjnym, ograniczenia i możliwości mają kluczowy wpływ na zachowanie użytkownika systemu transportowego. W zaproponowanym rozwiązaniu planera podróży **w postaci funkcji heurystycznych uwzględniono stan infrastruktury drogowej do planowania tras przejazdu**. Jego użytkownik po zdefiniowaniu punktu początku i końca podróży otrzymuje informację o proponowanej trasie przejazdu, po drogach o wyższym stanie eksploatacyjnym. Tym samym **pozwala się wybrać użytkownikowi trasę zapewniając wysoki komfortu podróży**. Aby możliwe było planowanie trasy z uwzględnieniem stanu infrastruktury transportu drogowego w zaproponowanym rozwiązaniu modelu sieci drogowej uwzględniono dodatkowy atrybut, parametr opisu stanu eksploatacyjnego. Ze względu na uzyskany zbiór pomiarów oraz przewidywany obszar planowania podróży, obszar gęstej sieci transportowej, w modelu przyjęto jako odcinek elementarny połączenie w grafie pomiędzy dowolnymi węzłami – punktami stanowiącymi połączenie, rozłączenie lub przecięcie dróg kołowych lub punktami lokalizacji przystanków autobusowych, przejazdów tramwajowych lub przejść dla pieszych. Graf sieci drogowej jest tworzony w planerze podróży na podstawie baz danych Open Street Map OSM. Wyekstrahowane odcinki drogi z map OSM zostają poddane procedurze podziału na odcinki elementarne, którym przypisany zostaje wskaźnik oceny stanu nawierzchni drogowych. Na podstawie tego przypisania możliwe jest oddziaływanie na algorytm minimalizacji czasu lub dystansu planowanych tras poprzez wybór odcinków o wyższej ocenie eksploatacyjnej. Zaproponowane przez habilitanta **wykorzystanie informacji o stanie infrastruktury transportu drogowego zostało pomyślnie zaimplementowane i zweryfikowane**. Przykładowe wyniki wskazują, że podczas realizacji procedury obliczeniowej algorytm wyszukiwania optymalnego rozwiązania eliminuje odcinki o niższym stanie eksploatacyjnym nawierzchni drogowej przechodząc na „sąsiednie” drogi. Pozwala to na **zmianę pierwotnej trasy wyznaczonej przez użytkownika na trasę alternatywną**, której odcinki posiadają wyższą ocenę stanu eksploatacyjnego. Ponadto, umożliwia **kreowanie**

**zachowań komunikacyjnych w kierunku podniesienia komfortu podróży.** Tym samym, niewielka zmiana dystansu i czasu wykonywanej podróży ma istotny wpływ na jakość jej realizacji.

Podjęcie heurystyczne planowania podróży w zbudowanym narzędziu planera zostało przedstawione również w publikacji [9]. Przedstawiono tam opracowane **dwa rodzaje heurystyk – w odniesieniu do odcinków sieci transportowej jak i w ujęciu macierzowym.** Niezależnie od rodzaju heurystyk wskazanie lokalizacji krytycznych wywołuje zmianę pierwotnie planowanych tras na trasy alternatywne z pominięciem tych lokalizacji. Pozwala tym samym na kształtowanie zachowań użytkowników, zarówno z punktu widzenia rozkładu potoków na sieci drogowej, jak również rozkładu na środki transportu.

**Planowanie komfortu podróży,** przedstawione w monografii [10], jest rozumiane jako element kształtowania zachowań komunikacyjnych użytkowników sieci drogowej. Ma **doprowadzić do zmiany dotychczasowych przyzwyczajeń** – realizowanych tras, na trasy nowe, alternatywne względem pierwotnych po odcinkach sieci drogowej z najwyższą oceną stanu nawierzchni. **W konsekwencji wybór i przejazd zaplanowaną trasą,** wyznaczoną poprzez zbudowany planer podróży z opisem stanu infrastruktury transportu drogowego, **zapewnia poprawę komfortu podróży jej uczestników.** Wyniki przedstawione w monografii potwierdzają przyjęte założenia, jak również wskazują wyższą poprawę komfortu podróży dla tras wyznaczanych kryterium minimalizacji dystansu względem kryterium minimalizacji czasu podróży. Wynika to ze specyfiki algorytmu wyznaczania tras przy uwzględnieniu kryterium minimalizacji czasu przejazdu, gdzie planowana trasa przebiega po drogach wyższej kategorii, które uogólniając charakteryzują się zarówno wyższą dopuszczalną prędkością jazdy jak i wyższą oceną eksploatacyjną stanu infrastruktury transportu drogowego.

Należy zauważyć, że elementem mającym wpływ na efektywność uzyskanych wyników jest gęstość sieci drogowej. W sieciach gęstych wyznaczenie dróg alternatywnych z uwzględnieniem stanu infrastruktury nie powoduje znaczącego wzrostu dystansu jak również czasu podróży. Z pomiarów zrealizowanych dla konurbacji górnośląskiej obserwowany jest średnio kilkunastoprocentowy wzrost komfortu podróży przy planowaniu tras z uwzględnieniem stanu infrastruktury transportu drogowego.

**Monografia [10] zawiera holistyczne ujęcie metodyki modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego dla planowania komfortu podróży jej użytkowników.** Na przedstawioną metodykę składa się opracowanie rozwiązań związanych z identyfikacją stanu infrastruktury z wykorzystaniem metod przestrzennego odwzorowania jak również analizy dynamiki ruchu pojazdu. Ponadto narzędzia związane z opisem stanu infrastruktury w ujęciu sieciowym, oraz planowania komfortu podróży z wykorzystaniem planera mającego funkcjonalności heurystyczne pozwalające na uwzględnienie stanu eksploatacyjnego sieci drogowej w procesie planowania realizowanych podróży celem poprawy ich komfortu. W monografii [10] przedstawiono przykłady rzeczywistego opisu stanu infrastruktury transportu drogowego oraz uzyskane wyniki planowania komfortu podróży praktycznego zastosowania opracowanych narzędzi.

Podsumowując, wybrane publikacje charakteryzujące osiągnięcie naukowe habilitanta miały na celu pokazanie wieloaspektowego ujęcia opracowania modeli i narzędzi pomiarowych wspomagających proces planowania komfortu podróży na trasach zlokalizowanych na obszarze gęstej sieci transportowej, ponadto wspomagających procesy decyzyjne w zakresie utrzymania stanu infrastruktury transportu drogowego. W rezultacie jako całość stanowią metodykę modelowania stanu infrastruktury transportu drogowego w procesie planowania komfortu podróży.

### **Omówienie wykorzystania osiągniętych wyników badań – na podstawie prac [1 – 10]**

Wyniki badań uzyskane na podstawie prac [1-10] doprowadziły do osiągnięć, które można wykorzystać m.in. w zakresie:

- opracowania efektywnego systemu utrzymania stanu infrastruktury transportu drogowego,
- analizy i oceny stanu eksploatacyjnego infrastruktury transportu drogowego,
- analizy i oceny dynamicznego komfortu podróży użytkowników systemu transportowego,
- kształtowania zachowań komunikacyjnych użytkowników systemu transportowego,
- wspomaganie decyzji w zakresie świadczonych usług transportowych poprzez dobór tras zapewniających wysoką jakość przewozu towaru
- wspomaganie decyzji zarządców infrastruktury w zakresie realizacji zabiegów naprawczy lub prac remontowych na sieci drogowej,

- planowania pozyskiwania środków finansowych na właściwe zarządzanie stanem infrastruktury transportu drogowego.
- opracowania nowych rozwiązań oceny stanu nawierzchni drogowych,
- poprawy skuteczności działania istniejących rozwiązań pomiarowych,
- opracowania i implementacji kompletnego, zintegrowanego systemu informatycznego, wspomagającego w sposób kompleksowy proces zarządzania infrastrukturą drogową.

Perspektywy dalszego rozwoju podjętej problematyki upatruje się w:

- zastosowaniu kryterium łączonego w planowaniu komfortu podróży jako realizacji tras po odcinkach dróg o najwyższej ocenie stanu eksploatacyjnego oraz po odcinkach dróg o najwyższym poziomie bezpieczeństwa ruchu,
- opracowaniu metod identyfikacji zabiegów naprawczych dla wyznaczonych map oceny stanu infrastruktury transportu drogowego dla opisu uzyskanego z przestrzennego modelu odwzorowania stanu nawierzchni,
- poszukiwaniu metod i narzędzi identyfikacji elementów uspokojenia ruchu na sieci drogowej na podstawie danych odwzorowania przestrzennego metodą stereo wizyjną, jak i analizy dynamiki ruchu pojazdów,
- analizie i ocenie możliwości wdrożenia opracowanego systemu oceny stanu infrastruktury transportu drogowego i planowania komfortu podróży dla pojazdów autonomicznych.

## **5 Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych**

Wykaz osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych i organizacyjnych zamieszczono w załączniku 4 w pliku "hab-4.pdf".

### **5.1 Działalność naukowo-badawcza przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych – lata 2005-2009**

Celem naukowym realizowanych prac była analiza istniejących i opracowanie nowych rozwiązań identyfikacji parametrów ruchu drogowego jak również detekcji incydentów i zdarzeń na sieci drogowej. W ramach sformowanego celu określono następujące zadania badawcze:

- opracowanie metody i implementacja przyjętych algorytmów do detekcji pojazdów i ich klasyfikacji,

- opracowanie metody śledzenia pojazdów w sekwencji klatek wideo, wraz z jej implementacją w środowisku programistycznym,
- identyfikację ograniczeń właściwości jezdnych pojazdu i ograniczeń wynikających z parametrów przetwornika kamery,
- opracowanie zbioru symboli dla metody syntaktycznego opisu trajektorii ruchu pojazdu,
- zdefiniowanie modelu gramatyk kontekstowych metody syntaktycznego opisu manewrów ruchu drogowego,
- opracowanie parserów pozwalających na analizę trajektorii ruchu w opisie syntaktycznym i identyfikacji na tej podstawie określonych zdarzeń drogowych.

W poszukiwaniach algorytmów ekstrakcji pojazdów, ich opisu i klasyfikacji [III.M.7.3, III.M.7.4], wykorzystano zmodyfikowany algorytm Smith'a wypełniania obszarów ograniczonych pikselami ich krawędzi, który dodatkowo pozwala na operacje parametryzacji badanego segmentu obrazu m.in. w postaci: momentów bezwładności, współczynnika zwartości oraz miary Fereta. Wprowadzono autorskie metody klasyfikacji pojazdów, określające funkcję odległości parametrów wzorcowych modelu pojazdu względem elementów referencyjnych, punktów odniesienia, obrazu.

W publikacjach [III.M.7.6, III.M.7.7] zaproponowano algorytmy śledzenia ruchu pojazdów w sekwencji klatek wideo, będące punktem wyjścia do opisu lingwistycznego trajektorii ruchu pojazdów. Opracowano trójwymiarowe modele kształtu pięciu kategorii pojazdów do generowania wzorców opisu pojazdów dla dowolnej ich lokalizacji w obrębie obserwowanej sceny. Zdefiniowano wartości współczynników wagowych oraz funkcje przynależności poszczególnych składowych celem dopasowania wzorców pojazdów względem zarejestrowanych obrazów rzeczywistych pojazdów.

Algorytmy wykrywania zdarzeń drogowych i opisu kolejek pojazdów na wybranym pasie ruchu przedstawiono w publikacjach [III.M.7.1, III.M.7.5]. Ponadto, zawarto w nich elementy uzasadnienia wyboru zdarzeń drogowych charakterystycznych dla procesu analizy obiektu, dyskusję cech charakterystycznych metod detekcji zdarzeń, uzasadnienie wyboru metod zabezpieczenia i formatu zapisu danych w pamięci rejestratora, jak również opis algorytmu działania opracowywanych rejestratorów.

Należy zaznaczyć, że w trakcie opracowania algorytmów posłużono się kryterium małej zajętości pamięci sterownika oraz kryterium małej złożoności obliczeniowej wybranych metod. Kryteria zostały podyktowane znacznymi ograniczeniami okna czasu, które system

sterowania ruchem ma na identyfikację, klasyfikację i odwzorowanie elementów obiektu sterowania [III.M.7.2].

Zasadniczym celem działalności naukowo-badawczej habilitanta w okresie 2005-2009 było zaproponowanie języka opisu obiektu w postaci symboli i gramatyk definiujących stan sieci transportowej oraz zbudowanie automatów akceptacji określonych ciągów symboli identyfikujących stan sieci drogowej. Realizacja tego celu została potwierdzona przygotowaną przez habilitanta pracą doktorską pt. „**Metoda syntaktycznego opisu trajektorii ruchu pojazdów w sieci transportowej**” [III.M.6] i uzyskanym stopniem doktora nauk technicznych w dniu 30 czerwca 2009 roku.

Wykorzystany mechanizm gramatyk kontekstowych [III.M.6] umożliwia wyznaczanie złożonych reguł opisu stanu obiektu, a generowany przez nią ciąg symboli traktowany jest jako język kontekstowy opisu trajektorii ruchu pojazdu. Opracowane gramatyki pozwalają na opis takich manewrów ruchu drogowego jak: skręt pojazdu, zmiana pasa ruchu, wyprzedzanie, omijanie, cofanie i zawracanie pojazdu. Ponadto, rozbudowane manewry ruchu pojazdu wykonywane na sieci drogowej w opracowanym rozwiązaniu są interpretowane w postaci cząstkowych manewrów ruchu. Manewr wyprzedzania składa się ze słów opisu zmiany pasa ruchu dodatkowo rozbudowanych o symbole jazdy pojazdu wprost.

Habilitant przed uzyskaniem stopnia doktora nauk technicznych brał udział w pracach naukowo-badawczych na Politechnice Śląskiej, m.in.:

- w latach 2006-2007 w pracy badawczej o nr. 512/11/475/06/FS-11, pn. „Moduły wideo-detektorów pojazdów ZIR-WD do sterowania i nadzoru ruchu drogowego”. Udział habilitanta obejmował opracowanie algorytmów detekcji, klasyfikacji pojazdów oraz śledzenia trajektorii ruchu pojazdów oraz identyfikacji zdarzeń drogowych, jak również ocenę skuteczności działania opracowanych narzędzi i przygotowanie raportów z realizowanych prac. Habilitant był członkiem zespołu badawczego, współautorem opracowanych rozwiązań.
- w latach 2006-2009 w pracach badawczych BW w Katedrze Systemów Informatycznych Transportu w zakresie: metod rejestracji i przetwarzania danych dla systemów sterowania ruchem drogowym, automatycznej klasyfikacji pojazdów w polu widzenia kamery, telematyki systemów transportowych i bezpieczeństwa ruchu drogowego. Habilitant był członkiem zespołu badawczego.

## **5.2 Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych - lata 2009-2018**

Działalność naukowo-badawcza habilitanta po obronie pracy doktorskiej dotyczyła kilku powiązanych obszarów badawczych, wśród których można wyodrębnić:

- modelowanie algorytmów rozmytego sterowania sygnalizacją świetlną oraz analizę i ocenę warunków ruchu w sieci drogowo-ulicznej,
- planowanie podróży użytkowników systemu transportowego z wykorzystaniem multimodalnego planera podróży,
- kształtowanie zachowań komunikacyjnych użytkowników systemu transportowego w aspekcie wyboru proekologicznych rozwiązań,
- modelowanie narzędzi wsparcia transportu towarów na obszarze pierwszej / ostatniej mili.

### **Modelowanie algorytmów rozmytego sterowania sygnalizacją świetlną oraz analiza i ocena warunków ruchu w sieci drogowo-ulicznej**

Modelowanie algorytmów sterowania ruchem z wykorzystaniem logiki rozmytej przy zachowaniu wymagań formalnych i bezpieczeństwa ruchu przedstawiono w publikacjach [II.B.1.11, II.B.1.12, II.B.2.33]. Scharakteryzowano modele faz ruchu dla przyjętego sterowania fazowego opierając się na standardzie opisu danych PUA. Omówiono środowisko symulacyjne VISSIM, z naciskiem na moduł sterowania VisVAP. Przeprowadzono analizę skuteczności programów pracy sygnalizacji świetlnej: z uwzględnieniem sterowania rozmytego, stałoczasowego i acyklicznego dla danych dotyczących rzeczywistego skrzyżowania. W publikacji [II.B.2.41] przedstawiono wpływ zamknięcia tunelu w ciągu drogi DW902 na warunki ruchu w mieście Gliwice. Analizę wpływu zamknięcia zrealizowano poprzez porównanie zbioru parametrów ruchu oraz sytuacji drogowej z dnia wystąpienia zamknięcia z dniem poprzedzającym, w którym nie zostały zaobserwowane istotne zakłócenia na sieci drogowej. Na potrzeby analizy określono obszary oddziaływania o strukturze promienistej względem lokalizacji tunelu. Wskazano punkty krytyczne występujące na sieci drogowej podczas zamknięcia oraz rozwiązania pozwalające na poprawę warunków ruchu, wdrożone przez zarządcę infrastruktury drogowej miasta. W kolejnej publikacji [II.B.2.40] przedstawiono możliwości szacowania warunków ruchu i przepustowości infrastruktury transportu drogowego w oparciu o dane pozyskane z multimodalnego planera podróży,



zrealizowanego w ramach pracy [II.G.2.3]. Analiza i ocena warunków ruchu drogowego dotyczyła także pracy [II.G.1.2], która wymagała zorganizowania i przeprowadzenia pomiarów ruchu na sieci dróg wojewódzkich obszaru województwa śląskiego w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu GPR 2015 i obejmowała realizację obliczeń i analiz celem szczegółowej identyfikacji charakterystyk ruchu na sieci dróg wojewódzkich i powiązania otrzymanych wyników SDRR dla dróg krajowych i wojewódzkich. Habilitant był kierownikiem pracy [II.G.1.2] po stronie Politechniki Śląskiej.

### **Planowanie podróży użytkowników systemu transportowego z wykorzystaniem multimodalnego planera podróży**

Obszar działania habilitanta związany z planowaniem podróży użytkowników systemu transportowego jest związany z realizacją projektu badawczego [II.G.2.3]. W ramach publikacji [II.B.1.20] przedstawiono analizę dostępnych open source'owych planerów podróży i wybór platformy OTP jako narzędzia wsparcia efektywnej realizacji podróży multimodalnych. Spełnia on zdefiniowane kryteria, realizuje algorytmy routingu typu Dijkstra i A-star. Wykorzystuje mapy dostępne na platformie OSM oraz rozkłady jazdy zapisane w standardzie GTFS. W ramach rozszerzenia funkcjonalności planera, poza tradycyjnymi kryteriami optymalizacji – dystansu i czasu, zaimplementowano kryterium minimalizacji kosztów przemieszczeń oraz kryterium minimalizacji emisji zanieczyszczeń [II.B.3.51, II.B.2.59, II.B.2.60]. Oprócz funkcji informacyjnej, zbudowane narzędzie GT Planner w ramach [II.G.2.3] pełni funkcję edukacyjną wskazując wpływ poszczególnych środków transportu na zanieczyszczenie środowiska naturalnego [II.B.1.24]. Ponadto, archiwizuje zapytania użytkowników, co umożliwia realizację analizy potencjalnych potrzeb w zakresie podróżowania i dostosowania do nich obecnego systemu transportowego [II.B.2.39]. Narzędzie do realizacji mobilnych badań zachowań komunikacyjnych przedstawiono w publikacji [II.B.3.49], gdzie przeprowadzona próba doświadczalna wykazała możliwości techniczne do realizacji takich badań.

Dalszy rozwój opracowanego narzędzia GT planner o funkcjonalności związane z elektromobilnością, w szczególności pełnego planowania tras z wykorzystaniem pojazdów eklektycznych oraz budowy algorytmów optymalnej lokalizacji stacji ładowania przedstawiono w publikacji [II.B.1.32]. Prowadzona działalność naukowo-badawcza

w ramach pracy [II.G.2.3] zaowocowała kontynuacją prac w ramach projektu [II.G.2.4], a habilitant jest wiodącym członkiem zespołów badawczych tych projektów.

### **Kształtowanie zachowań komunikacyjnych użytkowników systemu transportowego w aspekcie wyboru proekologicznych i bezpiecznych rozwiązań**

Obszar działania habilitanta związany z kształtowaniem zachowań komunikacyjnych w aspekcie wyboru proekologicznych rozwiązań transportu bazuje na realizacji projektów badawczych [II.G.1.1, II.G.2.3]. W publikacji [II.B.3.55] w ramach przyjętej metodologii przedstawiono problem edukacji osób dorosłych, a jako grupę docelową przyjęto władze lokalne, a więc osoby mające bezpośredni wpływ na kształtowanie miast i środowiska naturalnego. Opracowana platforma S-mileSys, w ramach pracy [II.G.1.1], zapewnia przekaz informacyjny i edukuje osoby dorosłe podczas wykonywania codziennych obowiązków w pracy. Ponadto, przyjęta metodologia [II.B.3.53, II.B.3.64] sprawia, że uzyskane rezultaty w zakresie wiedzy grupy docelowej są oparte o rzeczywiste dane.

Edukacja ekologiczna bazująca na założeniu, że biznes transportowy powinien brać pod uwagę w swojej działalności odpowiedzialność za środowisko naturalne, przedstawiona została w publikacji [II.B.3.54, II.B.3.61]. Kreowanie świadomości ekologicznej bazuje na efektach wykorzystania platformy S-mileSys, w ramach pracy [II.G.1.1], gdzie zmiana dotychczasowych zachowań jest uzyskiwana poprzez wyznaczanie tras, wskazanie nowych możliwości podróży poza ścisłym centrum miast, lub realizując transport proekologicznymi środkami transportu tworząc barierę ochronną – minimalizując negatywny wpływ na środowisko naturalne.

Zagadnienie kształtowania zachowań proekologicznych poprzez informację wizualną na przykładzie praktycznym przedstawiono w publikacji [II.B.3.58], jednak opisana forma wizualnego nauczania może być stosowana także w innych dziedzinach życia. Konkretnie wytypowanie grup docelowych – władz lokalnych i firm przewozowych, pozwoliło wypróbować przyjętą metodologię do rozwiązania konkretnego problemu edukacyjnego.

W publikacji [II.B.3.66] przedstawione zostały zagadnienia związane z edukacją obywateli w obszarze bezpieczeństwa transportu sektor TSL. Kreowanie świadomości bezpiecznego transportu to dodatkowy efekt wykorzystania platformy S-mileSys, zrealizowanej w ramach pracy [II.G.1.1]. Pozwala uświadomić użytkownika systemu

transportowego o zagrożeniach tam występujących, edukować w kierunku zwiększenia poziomu BRD oraz kształtować zachowania w życiu codziennym, także w pracy kierowców czy dyspozytorów firm transportowych w planowaniu tras przewozu towarów sektora TSL. Habilitant był współwykonawcą, członkiem zespołu badawczego projektu [II.G.2.3] oraz krajowym kierownikiem projektu międzynarodowego [II.G.1.1].

### **Modelowanie narzędzi wsparcia transportu towarów na obszarze pierwszej / ostatniej mili**

Obszar działania habilitanta związany z opracowaniem narzędzi wsparcia przewoźników obszarze pierwszej / ostatniej mili jest związany z realizacją projektu badawczych [II.G.1.1]. Koncepcję innowacyjnej platformy S-mileSys do wsparcia planowania, organizacji i realizacji transportu towarowego w obszarze inteligentnego miasta przedstawiono w publikacji [II.B.1.30]. Oprócz podstawowych funkcji zarządzania flotą, koncepcja platformy obejmuje aspekty edukacyjne m.in. oparte na promowaniu ekologicznych rozwiązań, takich jak pojazdy elektryczne. Kluczowym z narzędzi platformy S-mileSys jest algorytm wyznaczania tras, który pozwala na wyznaczanie tras nie tylko w oparciu o kryterium czasu i dystansu, ale również kryterium minimalizacji kosztów i ograniczania emisji szkodliwych czynników. Według zdefiniowanych i przyjętych założeń wdrożenie innowacyjnej platformy S-mileSys pozwoli na poznanie przyjaznych dla środowiska zachowań w transporcie towarowym i fundamentów do ich zastosowania, co jest kluczowe w zmianie planowania, organizacji i realizacji transportu towarowego w kierunku rozwiązań bardziej przyjaznych dla środowiska.

Zastosowanie opracowanych narzędzi platformy S-mileSys, jak również zastosowanie technologii ICT pozwala efektywnie realizować prace dyspozytorów oraz kierowców firm transportowych [II.B.1.31], a tworzone w systemie modele optymalizacji umożliwiają planowanie tras uwzględniając m.in. aspekty ekologiczne, ekonomiczne, infrastrukturalne społeczne, środowiskowe, techniczne i technologiczne. Ponadto, w ramach publikacji [II.B.1.31] przedstawiono innowacyjne rozwiązanie kreowania jakości transportu towarów bazujące na ocenie stanu infrastruktury transportu drogowego.

W publikacji [II.B.3.63] przedstawiono specyfikę aktualnie istniejącej i przewidywanej do dalszego rozwoju infrastruktury logistycznej w województwie śląskim wraz z jej kierunkami rozwoju przedstawionymi w dokumentach strategicznych szczebla krajowego jak

i regionalnego. Scharakteryzowano trendy rozwojowe na rynku logistycznym w województwie śląskim obejmujące m.in. zastosowanie nowoczesnych technik i metod w procesach związanych z transportem i magazynowaniem, wspomaganie zarządzania flotą z wykorzystaniem rozwiązań telemetrycznych, automatyczne systemy dyspozycji, dostawy nocne, segmentacje rynku w wyniku specjalizacji produktów w obszarze wysyłki, jak również śledzenie towarów przy użyciu systemów telemetrycznych.

Propozycję kompleksowego rozwiązania problemu ostatniej mili w transporcie towarów przedstawiono w publikacji [II.B.3.68]. Scharakteryzowano funkcjonalności poszczególnych narzędzi budowanej platformy S-mileSys, opracowywanej w ramach pracy [II.G.1.1]. Zwizualizowano interakcje pomiędzy wybranymi modułami systemu oraz scharakteryzowano grupy beneficjentów do wdrożenia i wykorzystania przedmiotowej platformy. Zidentyfikowano szereg zalet opisywanego systemu. Habilitant był krajowym kierownikiem tego projektu [II.G.1.1].

Podsumowanie dorobku publikacyjnego habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora przedstawiono w tabeli 1.

Dodatkowo charakterystykę dorobku habilitanta opisuje **całkowity Impact Factor** jego publikacji na liście JCR, który wynosi: **IF = 4.730**, w podziale:

- **IF 0.698** – Staniek M., 2017, *Stereo vision method application to road inspection*, The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering, vol. 12 no. 1, VGTU, pp. 38-47 – 20 punktów 2017, lista A MNiSW,
- **IF 4.032** – Staniek M., Czech P., 2018, *Self-correcting neural network in road pavement diagnostics*, Automation in Construction, vol. 96, Elsevier, pp. 75-87 – 40 punktów 2017, lista A MNiSW.

Tabela 1

Dorobek publikacyjny habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora (tj. od września 2009)

Rodzaj publikacji		Liczba publikacji			Liczba punktów MNiSW
		RAZEM	w tym współ-autorskie	w tym w języku angielskim	
1	Publikacja w czasopiśmie wyróżnionym w wykazie MNiSW na liście A	2	1	2	60
2	Publikacja w recenzowanym czasopiśmie krajowym lub zagranicznym wymienionym w wykazie MNiSW (lista B)	26	13	7	184
3	Publikacja w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych indeksowanych w bazie WoS	15	11	15	215
4	Publikacja w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych nieindeksowanych w bazie WoS	13	11	12	-
5	Publikacja w recenzowanych materiałach z konferencji krajowych nieindeksowanych w bazie WoS	2	1	1	-
6	Rozdział w monografii lub podręczniku akademickim w języku angielskim	9	5	9	45
7	Autorstwo monografii lub podręcznika akademickiego w języku polskim	1	-	-	25
<b>Razem</b>		<b>68</b>	<b>42</b>	<b>46</b>	<b>529</b>

Ponadto, w odniesieniu do bibliometrii w uznanych bazach publikacji o zasięgu międzynarodowym, w tabeli 2 przedstawiono wyniki dotyczące cytowalności publikacji habilitanta.

Tabela 2

Bibliometria dorobku publikacyjnego habilitanta

Baza danych cytowań		Bibliometria		
		Liczba rekordów	Liczba cytowań	Indeks Hirscha
1	Scopus	16	36	4
2	Science Citation Index Expanded (ISI Web of Science)	18	46	4
3	Publish or Perish (kwerenda do Crossref)	31	54	5
4	Publish or Perish (kwerenda do Google Scholar)	65	268	9

W ramach działalności naukowo-badawczej po obronie pracy doktorskiej habilitant brał czynny udział w konferencjach międzynarodowych i krajowych (**łącznie 67 referatów, w tym 50 na konferencjach międzynarodowych** m. in. na Litwie, Węgrzech, w Anglii, Austrii, Chorwacji, Hiszpanii, Niemczech, Szkocji, we Włoszech). Szczegóły dotyczące referatów przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Uczestnictwo habilitanta w konferencjach międzynarodowych i krajowych

Uczestnictwo w konferencji referaty / sesje plakatowe		Liczba referatów		
		RAZEM	w tym współ-autorskie	w tym w języku angielskim
1	Referat na cyklicznej konferencji międzynarodowej indeksowanej w bazie WoS	14	11	14
2	Referat na cyklicznej konferencji międzynarodowej nieindeksowanej w bazie WoS	36	27	29
3	Referat na cyklicznej konferencji krajowej nieindeksowanej w bazie WoS	17	6	-
<b>Razem</b>		<b>67</b>	<b>44</b>	<b>43</b>

Równoległe z prowadzeniem działalności naukowej **habilitant uczestniczył i aktualnie uczestniczy w realizacji prac o charakterze badawczo-rozwojowym**. Są to prace wykonywane na zlecenie podmiotów gospodarczych, administracji samorządowych oraz instytucji państwowych finansujących działalność naukowo-badawczą.

**Pełny wykaz prac badawczych**, w których uczestniczył w latach 2009-2018 jako kierownik, wykonawca, współwykonawca (członek zespołu badawczego) **zawarto w punkcie II.G (plik: „hab-4.pol.pdf”)**.

Poniżej wymieniono wybrane prace naukowo-badawcze i projekty badawczo-rozwojowe oraz wdrożeniowe, w których habilitant brał udział:

- w latach 2016-2018 w projekcie międzynarodowym pt. „Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains

(S-MILE)” w programie ERA-NET TRANSPORT III: Sustainable Logistics and Supply Chains (**krajowy kierownik projektu**),

- w latach 2015-2016 w pracy naukowo-badawczej pt. „Zorganizowanie i przeprowadzenie w 2015 roku pomiarów ruchu na sieci dróg wojewódzkich, dla których zarządcą jest Zarząd Województwa Śląskiego w ramach Generalnego Pomiaru Ruchu 2015 wraz z dokonaniem obliczeń i analiz” (**kierownik pracy naukowo badawczej**),
- w latach 2014-2017 w projekcie międzynarodowym pt. „A platform to analyze and foster the use of Green Travelling options (GREEN\_TRAVELLING)” w programie ERA-NET TRANSPORT III Future Travelling (**współwykonawca, członek zespołu badawczego**),
- od 03.2018 roku w projekcie międzynarodowym pt. „Electric travelling - platform to support the implementation of electromobility in Smart Cities based on ICT applications (Electric travelling)” w programie ERANET CoFund Electric Mobility Europe (**współwykonawca, członek zespołu badawczego**),
- w latach 2013-2014 realizacja stażu przemysłowego pn. „Koncepcja systemu sterowania skoordynowanego na wybranym obszarze sieci drogowej miasta z wykorzystaniem technologii Inteligentnych Systemów Transportowych” – projekt „Transfer wiedzy i praktyki” (**wykonawca**),
- w roku 2014 w pracy naukowo-badawczej pt. „Warunki techniczne elementów infrastruktury drogowej stosowanych w organizacji ruchu na drogach” (**współwykonawca, członek zespołu badawczego**),
- w latach 2014-2015 w pracy badawczej pt. „Analiza możliwości poprawy przepustowości skrzyżowania sterowanego sygnalizacją świetlną w Bieruniu DK-44/DW-934” (**wykonawca**),
- w roku 2009 w pracy naukowo-badawczej pt. „Weryfikacja poprawności działania sterownika Geneo firmy Tech Vision z normami EN 12675:2000, HD 638 S1:2001” (**współwykonawca, członek zespołu badawczego**),
- w latach 2013-2018 cyklicznie co rok w pracach badawczych dotyczących oszacowania wskaźników oszczędności czasu w przewozach pasażerskich i towarowych do oceny efektywności ekonomicznej inwestycji (**wykonawca**),
- w roku 2014 i 2016 w pracach badawczych dotyczących pomiarów natężenia ruchu i inwentaryzacji przejazdów kolejowo-drogowych (w tym m.in. oszacowania wskaźników widoczności, wyznaczenia pochyleń położnych dróg dojazdowych) (**wykonawca**),
- w latach 2010-2018 w pracach BK (w tym BKM 2011-2015) w ramach realizacji badań w Katedrze Systemów Informatycznych Transportu oraz Katedrze Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu (**współwykonawca, członek zespołu badawczego**).

Podsumowanie dorobku habilitanta w zakresie realizacji prac naukowo-badawczych, w tym projektów badawczo-rozwojowych oraz wdrożeniowych przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4

Liczba i rodzaj uczestnictwa habilitanta w pracach naukowo-badawczych

Rodzaj pracy badawczej		Liczba prac naukowo-badawczych		
		kierownik (wykonawca)	współ- wykonawca	RAZEM
1	Prace naukowo-badawcze dla przemysłu, administracji samorządowej	16	4	20
2	Prace naukowo-badawcze finansowane ze środków na naukę	1	15	16
<b>Razem</b>		<b>17</b>	<b>19</b>	<b>36</b>

Ponadto habilitant był również **recenzentem 19 publikacji**, w tym artykułów w czasopiśmie naukowych: **Travel Behaviour and Society** wydawnictwa Elsevier, **Transport** wydawnictwa Vilnius Gediminas Technical University, oraz artykułów w ramach serii: **Advances in Intelligent Systems and Computing**, jak również **Lecture Notes in Networks and Systems** wydawnictwa Springer.

### 5.3 Działalność dydaktyczna

W ramach realizowanej działalności dydaktycznej habilitant pełni następujące funkcje:

- **Członek międzynarodowej komisji ds. oceny rozprawy doktorskiej** (z ang. Member of the Thesis Tribunal) studenta Ander Pijoan Lamas, autora pracy pt.: „GeoWorldSim: A time-asynchronous, distributed and intelligent environment based Geosimulation platform”. University of Deusto, Bilbao, Hiszpania. Planowany termin obrony 05.12.2018.
- **Promotor pomocniczy w przewodzie doktorskim** mgr. inż. Roberta Owsiańskiego, otwartym na **kierunku transport** na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej. Praca doktorska pt.: „Modelowanie zderzeń samochodów osobowych w układzie dwuwymiarowym bazując na pracy deformacji nadwozi”, pod promotorstwem dr. hab. inż. Piotra Czecha prof. Pol. Śl. Planowany termin ukończenia pracy 12.2018.
- **Opiekun Studenckiego Koła Naukowego SIGNALIS**, (od 10.2012), Katedra Systemów Transportowych i Inżynierii Ruchu, Wydział Transportu Politechniki Śląskiej, liczba osób zmienna (zależnie od roku), maksymalnie 19 osób. Studenckie Koło Naukowe SIGNALIS



podejmuje wiele inicjatyw w zakresie badań w zakresie bezpieczeństwa ruchu drogowego, analizy i oceny warunków ruchu oraz systemów sterowania ruchem.

- **Członek Wydziałowej Komisji Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia** na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej. Charakter uczestnictwa habilitanta: merytoryczne prace nad podniesieniem jakości kształcenia na kierunku transport (profil ogólnoakademicki) oraz kierunku transport kolejowy (profil praktyczny).

W ramach opieki nad studentami w latach 2009-2018 habilitant był **promotorem 45 prac dyplomowych: inżynierskich i magisterskich**, oraz wielu prac przejściowych. na kierunkach: Transport, Logistyka, Zarządzanie i inżynieria produkcji, których tematyka jest bardzo szeroka i obejmuje różne obszary związane z infrastrukturą transportu, inżynierią ruchu oraz logistyką transportu, wśród których można wymienić:

- projektowanie algorytmów sterowania ruchem drogowym,
- opracowanie narzędzi oceny stanu infrastruktury drogowej,
- analizy stanu nawierzchni drogowych,
- analizy stanu bezpieczeństwa ruchu drogowego,
- oceny warunków ruchu i koncepcji ich poprawy,
- analizy punktualności rozkładów jazdy w publicznym transporcie zbiorowym,
- oceny jakości w publicznym transporcie zbiorowym,
- analizy usług transportowych na podstawie badań ankietowych.

W ramach działalności dydaktycznej habilitant prowadził lub aktualnie prowadzi zajęcia wykładowe, ćwiczeniowe, laboratoryjne, projektowe oraz seminaria na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych z następujących przedmiotów ogólnych i specjalnościowych:

- w latach 2009-2018 **na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej**:
  - **przedmioty dla studiów I stopnia**: Informatyka, Systemy sterowanie ruchem drogowym, Systemy telemetryczne transportu, Cyfrowe systemy sterowania, Elektronika,
  - **przedmioty dla studiów II stopnia**: Programowanie sterowników ruchu drogowego, Systemy koordynacji sterowania, realizacja w ramach projektu FSD-57/RM4/2009,
  - **przedmioty dla studiów III stopnia**: (studia doktoranckie, kierunek: transport oraz budowa i eksploatacja maszyn): Technologie informacyjne,

**Pełny wykaz prowadzonych zajęć zawarto w punkcie III.G (plik: „hab-4.pol.pdf”).**

W ramach prowadzonych zajęć dydaktycznych habilitant jest lub był odpowiedzialny za przygotowanie treści merytorycznych, prowadzenie zajęć i inspirowanie studentów do pozyskiwania wiedzy w ramach danego przedmiotu, prowadzenie egzaminów i zaliczeń, ocenianie studentów.

Ponadto habilitant prowadził **zajęcia dydaktyczne na cyklicznych kursach doksztalcających** w latach 2010-2016 na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej. Lista prowadzonych przedmiotów jest następująca:

- w ramach kursu: **Systemy Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego**: Sterowanie ruchem drogowym,
- w ramach kursu: **Systemy telematyki i zarządzania transportem**: Koordynacja ruchu drogowego w ITS, Weryfikacja działania systemu ITS,

W ramach tych zajęć dydaktycznych habilitant był odpowiedzialny za przygotowanie treści merytorycznych, prowadzenie zajęć i inspirowanie do pozyskiwania wiedzy w ramach danego przedmiotu, przeprowadzenie egzaminów.

W ramach międzynarodowego programu **LLP ERASMUS** habilitant prowadził wykłady w tematyce **Systemów sterowania ruchem drogowym**. Wykłady prowadzone w języku angielskim w Prometna Sola Maribor, Slovenia, 10.06.2012 – 16.06.2012 (10h wykładów).

Ponadto w ramach **wzbogacenia oferty dydaktycznej** Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej habilitant stworzył na potrzeby zajęć dydaktycznych specjalności: Inżynieria ruchu i Systemy Informatyczne Transportu **Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Drogowym** (od 2009 roku).

W celu rozszerzenia swojej wiedzy i kwalifikacji habilitant brał udział w kursach doksztalcających pt.: „Zarządzanie i organizacja ruchu drogowego”, „Modelowanie ruchu drogowego”, „Inżynieria ruchu drogowego w praktyce”. Ponadto w warsztatach pt.: „Innowacyjne podejście do planowania rozwoju transportu w miastach i regionach (CUBE-zintegrowane narzędzie modelowania sieci transportowych i wielkości potoków ruchu)”, oraz w warsztatach z zakresu obsługi programu SIDRA INTERSECTION 8. Dodatkowo w szkoleniach z podstaw merytorycznych modelowania procesów przemieszczeń w programie VISUM, w szkoleniu z zakresu obsługi programu VISUM 14.

## 5.4 Działalność organizacyjna

W ramach działalności organizacyjnej realizowanej na Wydziale Transportu Politechniki Śląskiej **habilitant pełnił następujące funkcje:**

- Sekretarz Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej na kierunek transport w roku akademickim 2012 / 2013,
- Audytor Wydziałowy Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia (od 10.2012),
- Członek Komisji ds. Obron Prac Dyplomowych w ramach specjalności: Inżynieria ruchu i Systemy informatyczne transportu (od 2010),
- Członek Komisji ds. Rozkładu Zajęć na kierunku transport (w latach 2006-2009),
- Członek Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej (w latach 2010-2013),
- Członek Wydziałowej Komisji Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia (od 10.2009),
- Członek Wydziałowej Komisji ds. opracowania nowego kierunku studiów: „Inżynieria mechaniczna” (2017),
- Członek Komitetu Redakcyjnego czasopisma: “Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport”, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej (2015-2016),
- Członek Bazy Ekspertów Politechniki Śląskiej – konsultacje w zakresie inżynierii ruchu w tym sterowania ruchem oraz diagnostyki nawierzchni drogowych,
- Wydziałowy Administrator Systemu Dystrybucji Oprogramowania Microsoft Imagine.

Ponadto w ramach działalności organizacyjnej **habilitant brał udział w organizacji następujących konferencji i seminariów:**

- IX Scientific Conference: Telematics, logistics and transport safety. TLTS'09, 15-17 październik 2009, Katowice-Szczyrk, członek komitetu organizacyjnego,
- IX Konferencja Naukowo – Techniczna „Systemy Transportowe. Teoria i Praktyka”, 17 wrzesień 2012, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,
- X Konferencja Naukowo – Techniczna „Systemy Transportowe. Teoria i Praktyka”, 9-10 wrzesień 2013, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,
- XI Konferencja Naukowo – Techniczna „Systemy Transportowe. Teoria i Praktyka”, 22-23 wrzesień 2014, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,
- XII Konferencja Naukowo – Techniczna „Systemy Transportowe. Teoria i Praktyka”, 12-13 wrzesień 2015, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,
- 13th Scientific and Technical Conference “Transport Systems Theory and Practice 2016”, 19-21 wrzesień 2016, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,

- Seminarium w ramach międzynarodowego projektu: Smart platform to integrate different freight transport means, manage and foster first and last mile in supply chains, 27-29 czerwiec 2017, Katowice, organizator seminarium po stronie polskiej,
- 14th Scientific and Technical Conference “Transport Systems Theory and Practice 2017”, 18-20 wrzesień 2017, Katowice, członek komitetu organizacyjnego,
- 15th Scientific and Technical Conference “Transport Systems Theory and Practice 2018”, 17-19 wrzesień 2018, Katowice, członek komitetu organizacyjnego.

Wśród innych osiągnięć organizacyjnych habilitanta należy wskazać:

- **zgłoszenie patentowe** – Sposób i stanowisko do diagnostyki nawierzchni drogowych, nr P.402811 z dn. 18.02.2013,
- **półroczny staż przemysłowy** – w PUH „PALIAN” Sp. z o.o. w ramach wykorzystania technologii Inteligentnych Systemów Transportowych w mieście Tychy,
- dostosowanie programu nauczania na kierunku transport do Krajowych Ram Kwalifikacji w Politechnice Śląskiej (2013),
- współorganizacja wizyt studyjnych dla studentów Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej m.in. na targi tematyczne oraz do centrum sterowania ruchem.

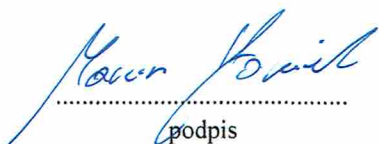
**W ramach popularyzacji nauki habilitant** udzielił wywiadu w Polskim Radio Katowice nt. diagnostyki nawierzchni drogowych z wykorzystaniem technologii wizyjnych, ponadto wziął udział w III Festiwalu Innowacji i Technologii w ramach zaproszenia do panelu dyskusyjnego THE FUTURE OF MOBILITY – w drodze do mobilności. Dodatkowo, habilitant w ramach promocji możliwości dydaktycznych i rozwojowych dla studentów Wydziału Transportu Politechniki Śląskiej prezentował specjalności: Inżyniera ruchu i Systemy informatyczne transportu (w latach 2014-2016).

W celu poszerzenia swojej wiedzy i kwalifikacji w zakresie działań organizacyjnych habilitant ukończył szkolenia w zakresie zarządzania projektem innowacyjnym w ramach projektu pt. „Transfer wiedzy i praktyki”, ponadto szkolenie w zakresie „Przygotowania do pracy w charakterze kierownika projektów badawczych” oraz szkolenie w zakresie „Procesu audytowania Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia”.

## 5.5 Uzyskane nagrody, wyróżnienia i odznaczenia

Za swoją działalność habilitant uzyskał następujące wyróżnienia:

- nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej stopnia II za osiągnięcia organizacyjne w roku akademickim 2010 / 2011 (14.10.2011),
- nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej stopnia II za osiągnięcia organizacyjne w roku akademickim 2011 / 2012 (14.10.2012),
- nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej stopnia III za osiągnięcia organizacyjne w roku akademickim 2012 / 2013 (14.10.2013),
- nagroda JM Rektora Politechniki Śląskiej stopnia III za osiągnięcia organizacyjne w roku akademickim 2016 / 2017 (14.10.2017),
- wyróżnienie w X edycji konkursu „Mój pomysł na biznes” organizowanego przez Politechnikę Śląską za projekt: „Sposób i stanowisko do diagnostyki nawierzchni drogowych. Laboratorium DND”. (2013), organ przyznający JURY, pod przewodnictwem JM Rektora Politechniki Śląskiej.



.....  
podpis