



**Politechnika  
Śląska**

## **Rozprawa doktorska**

„Monitorowanie rodzin pszczelich z wykorzystaniem urządzeń IoT w celu wykrywania sytuacji zagrażających życiu pszczół”

**mgr inż. Anna WACHOWICZ**

**PROWADZĄCY PRACĘ**

**dr hab. inż. Dariusz Mrozek, prof. Politechniki Śląskiej**

**Katedra Informatyki Stosowanej**

**Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki**

**GLIWICE 2023**

# Abstrakt

## „Monitorowanie rodzin pszczelich z wykorzystaniem urządzeń IoT w celu wykrywania sytuacji zagrażających życiu pszczół”

Rola pszczół w przyrodzie i produkcji żywności jest nieoceniona. Niestety, z roku na rok ich populacja na całym świecie maleje. Wśród wielu przyczyn tego zjawiska wymienia się między innymi warrozę – chorobę wywoływaną przez pajączaka – dręcza pszczelego, która osłabia kondycję pszczół i znacznie skraca czas ich życia. Szybkie wykrycie obecności tego szkodnika w rodzinie pszczół pozwala na skuteczną ochronę osobników w danym ulu i całej pasiece. W rozprawie opisano zaprojektowany i zaimplementowany system Internetu Rzeczy, który umożliwia monitorowanie rodzin pszczelich i wykrywanie obecności dręcza pszczelego (ang. *Varroa Destructor*) na ciele pszczoły poprzez analizę obrazów pozyskiwanych z kamery, będącej częścią urządzenia brzegowego. Zastosowanie modeli sieci neuronowych wykorzystujących technikę Single Shot Detector przygotowanych do uruchamiania na urządzeniu brzegowym działającym w oparciu o komputer NVidia Jetson Nano z procesorem graficznym pozwala na identyfikację obiektów pszczół, a następnie ich klasyfikację pod kątem obecności dręcza pszczelego na danym osobniku w czasie rzeczywistym. W pracy zastosowano autorski algorytm adaptacyjnego wyznaczania okna zagęszczenia, który pozwala na określenie obszaru klatki filmowej, w którym zagęszczenie pszczół jest największe, a następnie poddanie tego obszaru dalszej analizie w kontekście detekcji pszczół i dręcza pszczelego. Takie podejście pozwala na przyspieszenie tych procesów i analizę większej liczby klatek filmowych w zadanym czasie. W przypadku wykrycia dręcza pszczelego, urządzenie brzegowe nawiązuje połączenie z siecią Internet i przesyła informację o detekcji dręcza pszczelego na ciele pszczoły wraz z jej zdjęciem do chmury Amazon AWS, w której uruchamiane są usługi odpowiedzialne za przesłanie wiadomości e-mail do pszczelarza.

W rozprawie opisane zostały (kolejno): zagadnienia związane z pszczelarstwem w kontekście zjawiska depopulacji pszczół i dręcza pszczelego; podstawowe zagadnienia techniczne związane z tematyką rozprawy; analiza literatury naukowej poświęconej systemom dedykowanym pszczelarstwu; architektura systemu umożliwiającego wykrywanie sytuacji zagrażających życiu pszczół, zastosowane algorytmy i modele sieci neuronowych; wyniki przeprowadzonych badań dotyczących jakości procesów detekcji pszczół i warrozy, działania algorytmu adaptacyjnego wyznaczania okna zagęszczenia, oraz czasów wykonywania poszczególnych procesów systemu; porównanie uzyskanych wyników z opisanymi w literaturze naukowej.