

OPINIA **o rozprawie doktorskiej mgra inż. Grzegorza Radzkiego**

Pan mgr inż. Grzegorz Radzki od 2018 roku prowadzi badania związane z rozprawą doktorską pt.: „**Metoda planowania misji lotów bezzałogowych statków powietrznych odpornych na zmienne warunki pogodowe**”. Celem rozprawy jest opracowanie oryginalnej metody wspomagania decyzji w procesach proaktywno-reaktywnego wyznaczania planów misji bezzałogowych statków powietrznych (BSP). Przedmiotem badań są misje floty homogenicznych BSP realizowane w prognozowanych zmiennych warunkach pogodowych i ad hoc wprowadzanych zmianach warunków dostaw (terminów i wielkości dostaw).

W zakresie organizacji procesów transportu dostaw, BSP są coraz częściej wykorzystywane m.in. w:

- procesach obsługi zamówień (zamawianych przez odbiorców np. klientów DHL),
- monitorowaniu obiektów (infrastruktury zarządzania kryzysowego np. stanu wałów przeciwpowodziowych),
- akcjach o charakterze ratowniczym (w powodziach i/lub pożarach) oraz militarnym.

Planowanie i organizacja tego typu misji winna uwzględniać zarówno potrzeby obsługiwanych odbiorców (pojawiających się ad hoc zamówień, zmian struktury sieci transportowej, itp.) jak i specyfikę środowiska (zmian warunków pogodowych).

Skalę i tempo praktycznych zastosowań BSP ograniczają jednak parametry techniczne decydujące o ich zasięgu (czasie i pokonywanym dystansie), a także o ciężarze transportowanych towarów. W celu zwiększenia efektywności planowanych misji BSP opracowano wiele metod umożliwiających m.in. minimalizację zużycia baterii, maksymalizację zasięgu realizowanych dostaw, racjonalizację planowanych dostaw, itp. Wymagania te oznaczają potrzebę jednoczesnego uwzględnienia wielu perspektyw obejmujących m.in.: zmienne warunki pogodowe, dopuszczalną ładowność, pojemność energetyczną BSP, wielkość floty, liczbę serwisowanych punktów dostaw, itp. Spośród wyżej wymienionych elementów decydujący wpływ na powodzenie planowanych misji związanych np. z występowaniem sytuacji kryzysowych (powodzi, trzęsień ziemi, występowaniem lawin, itp.) ma zmiana warunków pogodowych.

W dostępnej literaturze można spotkać wiele metod wspierających decydentów w zakresie oceny możliwości realizacji misji BSP w zadanych, stałych warunkach pogodowych. Jednocześnie niewiele opracowań podejmuje problem wyznaczania proaktywnych i/lub reaktywnych planów misji flot BSP odpornych (niewrażliwych) na zmienne warunki pogodowe i inne (możliwe) zakłócenia sieci transportowej (zmiana terminu dostawy, zmiana liczby punktów dostaw, itp.).

Możliwość wsparcia decydentów w zakresie wyznaczania planów misji BSP odpornych na zadane warunki pogodowe stanowi motywację prowadzonych przez Doktoranta badań. Przyjmuje się, że przez odporny plan misji floty BSP (na który składają się marszruty BSP i determinowane przez nie harmonogramy dostaw) rozumie się taką jego postać, która pomimo wystąpienia zakłócenia (zmiany warunków pogodowych w przewidywanym zakresie) umożliwia realizację wcześniej zaplanowanych dostaw (nie dochodzi do przedwczesnego wyczerpania baterii).

W tym kontekście, proponowana metoda pozwala wesprzeć decydentów w zakresie odpowiedzi na pytanie: Czy istnieje plan misji BSP gwarantujący realizację zadanych dostaw, w zadanym horyzoncie czasu, w sytuacji wystąpienia zakłóceń dotyczących zmiany: warunków pogodowych, terminów dostaw i struktury sieci transportowej?

Problem ten zaliczany do Vehicle Routing Problems (VRP) należy do klasy problemów NP-trudnych. Nie należy się więc spodziewać czasowo efektywnych algorytmów ich rozwiązywania, co oznacza, że rozwiązywany przez Doktoranta problem wymaga zaawansowanych środowisk obliczeniowych, w szczególności wykorzystujących techniki programowania deklaratywnego. Przyjęty model pozwala na sformułowanie rozważanego zadania w postaci problemu spełnienia ograniczeń (ang. Constraints Satisfaction Problem) i jego bezpośrednią implementację w środowiskach informatycznych takich jak IBM ILOG CPLEX [<https://www.ibm.com>] bazujących na paradygmacie programowania deklaratywnego. Daje to możliwość poszukiwania rozwiązań dopuszczalnych, tzn. spełniających wszystkie zadane oczekiwania związane z gwarancją: odporności na zadane zmiany warunków pogodowych, terminowości realizowanych dostaw, itp.

Opracowany model stanowi podstawę dla metody reaktywno-proaktywnego planowania odpornych misji lotów BSP. Wyniki przeprowadzonych teoretycznych i eksperymentalnych badań weryfikujących zaproponowaną metodę, potwierdzając jej praktyczną przydatność (możliwość jej wykorzystania w systemach wspierających planowanie misji flot BSP w trybie online).

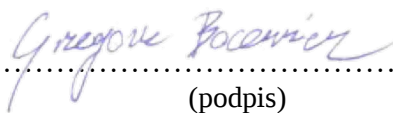
Do najważniejszych rezultatów prowadzonych badań należy zaliczyć:

- opracowanie taksonomii problemów klasy VRP oraz wyznaczenie luki badawczej w obszarze modeli uwzględniających warunki pogodowe i ich wpływ na realizowalność misji lotu,
- sformułowanie nowego problemu planowania misji lotów floty BSP uwzględniającego wprowadzoną autorską definicję funkcji odporności na prognozowane warunki pogodowe (Disruption Robust Vehicle Routing Problem, DRVVRP),
- opracowanie deklaratywnego modelu (bazującego na paradygmacie programowania deklaratywnego) dla problemu planowania odpornych planów misji floty BSP,
- zaproponowanie relaksacji ograniczeń upraszczających ograniczenia gwarantujące odporność misji na zadane warunki pogodowe (zaproponowana relaksacja zmniejsza czas obliczeń o około 70 razy),
- opracowanie autorskiej metody proaktywno-reaktywnego wyznaczania odpornych (na wybrane rodzaje zakłóceń) planów misji lotów floty BSP,
- porównanie dokładnego (bazującego na programowaniu z ograniczeniami) i przybliżonego (algorytm genetyczny) wariantu opracowanej metody,
- ocenę skalowalności opracowanej metody w zadaniach interaktywnego (prowadzonego w trybie online) planowania misji lotów BSP.

Doktorant jest absolwentem Wydziału Elektroniki i Informatyki Politechniki Koszalińskiej, na którym obronił pracę magisterską na kierunku Elektronika i Telekomunikacja (specjalność: Elektronika systemów sterowania). Posiada 5-letni staż pracy w Carl Zeiss IQS Software R&D Center Sp. z o.o. (dawniej OptiNav sp. z o.o.), pracuje na stanowisku inżyniera projektu. Jego dorobek naukowy obejmuje 15 pozycji wydanych w polsko- i anglojęzycznych czasopismach naukowych. Warto zwrócić uwagę, że jest współautorem 5 prac wydanych w czasopismach indeksowanych w JCR (o sumarycznym IF=12,903): *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, *Mathematical Biosciences and Engineering*, *Sensors*, *Sustainability*, *Applied Sciences*. Wyniki prowadzonych prac były przedstawiane na konferencjach międzynarodowych m.in. „*IEEE International Conference on Fuzzy Systems*”, „*International Conference on Distributed Computing and Artificial Intelligence*”, „*Intelligent Manufacturing Systems*”. Prowadzone badania mające charakter interdyscyplinarny koncentrują się na zagadnieniach obszaru dyscypliny Informatyka Techniczna i Telekomunikacja. Deklaratywny charakter rozważanego modelu nawigacji floty BSP, kombinatoryczny charakter po-

dejmowanego problemu marszrutyzacji oraz zaawansowane metody dokładne (programowania z ograniczeniami) i przybliżone (algorytm genetyczny) wykorzystywane do jego rozwiązania pozwalają lokować przygotowaną dysertację w tej dyscyplinie.

Uważam, że ww. wyniki badań spełniają obowiązujące warunki umożliwiające dopuszczenie przedłożonej rozprawy doktorskiej do dalszych etapów postępowania.


.....
(podpis)