

Przedmiotem projektu jest analiza różnych podejść do modelowania niepewności w problemach optymalizacyjnych, w szczególności problemach optymalizacji dyskretnej. W praktyce dane wejściowe modeli wspomagających podejmowanie decyzji są prawie zawsze obarczone niepewnością, wynikającą z braku wiedzy (np. problem rozwiązywany jest pierwszy raz lub środowisko dynamicznie się zmienia), błędów pomiaru, losowego charakteru danych lub losowych zdarzeń (np. wpływ pogody) mogących mieć globalny wpływ na parametry problemu. Na przykład, w modelach sieciowych przedsięwzięć (informatycznych, budowlanych), które wykonywane są pierwszy raz, dokładne czasy wykonania czynności nie są znane. W takim przypadku niepewne czasy często modelowane są za pomocą przedziałów możliwych wartości. Okazuje się, że wyznaczenie najprostszych charakterystyk sieciowych, takich jak np. obliczenie przedziałowego zapasu dla czynności, staje się wówczas obliczeniowo trudne. Ponadto na czasy wykonania czynności mogą mieć również wpływ pewne globalne warunki, które nie są znane przed rozpoczęciem realizacji przedsięwzięcia (np. awaria systemu, pogoda). Warto wspomnieć, że nawet gdy modelujemy niepewność w najprostszy sposób, za pomocą klasycznych przedziałów, znaczna część problemów, która jest wielomianowa w deterministycznym przypadku, staje się obliczeniowo trudna.

Celem projektu jest rozwijanie podejść do modelowania niepewności w problemach optymalizacji dyskretnej. W projekcie przewiduje się, między innymi, analizę wpływu niepewności na złożoność problemów. Skupimy się na reprezentacji niepewności za pomocą zbioru scenariuszy, czyli zbioru możliwych realizacji danych wejściowych. Będziemy rozpatrywać zarówno problemy jedno jak i wieloetapowe. W pierwszym przypadku całe rozwiązanie problemu musi być zaimplementowane zanim aktualny scenariusz się zrealizuje. W drugim możliwe jest częściowe uzupełnienie lub modyfikacja rozwiązania, po poznaniu faktycznej realizacji danych wejściowych. Z obliczeniowego punktu widzenia, problemy wieloetapowe są znacznie trudniejsze. W zależności od posiadanej informacji na temat zbioru scenariuszy, istnieją różne kryteria wyboru sensownego rozwiązania. Jeśli jedyną informacją o danych wejściowych jest zbiór scenariuszy, to najpopularniejszym podejściem jest *podejście odporne* (ang. *robust approach*), w którym konstruuje się rozwiązanie minimalizujące koszt w najgorszym przypadku, czyli przy najgorszej możliwej realizacji danych wejściowych, która może wystąpić. W tym celu powszechnie stosuje się kryteria minimaksowe, które mogą prowadzić czasami do rozwiązań bardzo zachowawczych i zakładają skrajną awersję decydenta do ryzyka. W ostatnich latach zaproponowano kilka podejść, które pozwalają osłabić zachowawczość kryteriów minimaksowych i wziąć pod uwagę skłonność decydenta do ryzyka. W praktycznych zastosowaniach decydent może dysponować jakąś informacją o niepewnych parametrach, np. może posiadać informację o ważności każdego scenariusza. W takim przypadku można zastosować kryterium OWA (ang. *Ordered Weighted Average*), które bierze pod uwagę skłonność do ryzyka. Jeśli decydent posiada pełną lub częściową wiedzę o rozkładzie prawdopodobieństwa w zbiorze scenariuszy, wtedy kryteria stochastyczne takie jak *Value at Risk* lub *Conditional Value at Risk*, które uwzględniają zarówno informację probabilistyczną w zbiorze scenariuszy jak i skłonność decydenta do ryzyka, mogą być zastosowane do wyboru rozwiązania. Jeżeli dokładny rozkład prawdopodobieństwa w zbiorze scenariuszy nie jest znany, to można połączyć podejście stochastyczne z podejściem odpornym i poszukiwać rozwiązania minimalizującego kryteria stochastyczne dla najgorszego możliwego rozkładu prawdopodobieństwa. W alternatywnym podejściu, można szacować rozkłady prawdopodobieństwa za pomocą *rozkładu możliwości* (ang. *possibility distribution*) i stosować kryteria posybilistyczne do wyboru rozwiązania.

W niniejszym projekcie planuje się dogłębną analizę wymienionych podejść do problemów optymalizacji dyskretnej, mających istotne znaczenie dla zastosowań informatyki. Badane będą problemy sieciowe, problemy szeregowania oraz problemy planowania produkcji i alokacji zasobów, przy założeniu scenariuszowej reprezentacji niepewności danych wejściowych, zarówno z dodatkową wiedzą o zbiorze scenariuszy jaki i bez niej, oraz w jedno i wieloetapowym ujęciu. Mianowicie, przewiduje się zbadanie złożoności obliczeniowej i aproksymowalności (określenie progów aproksymacyjnych) rozpatrywanych problemów w warunkach niepewności. Pozwoli to na lepsze zrozumienie wpływu niepewności na złożoność problemów, co będzie stanowić ważny wkład do rozwoju modeli i algorytmów optymalizacji w warunkach niepewności. Planuje się konstrukcję efektywnych algorytmów dokładnych i przybliżonych (aproksymacyjnych, heurystycznych) – w zależności od przeprowadzonej analizy.