

*Model Programowania Matematycznego (PM)* jest reprezentacją matematyczną zdolną do odzwierciedlenia niemal wszystkich typów rzeczywistych obiektów, np.: linii produkcyjnych, harmonogramów dostaw, przydziałów personelu. Model PM składa się ze zmiennych, które odpowiadają np.: wielkości produkcji, ograniczeń reprezentujących relacje między zmiennymi, np.: warunki produkcji, oraz funkcji celu, która odpowiada wynikowi, np.: kosztu produkcji. Rozwiązaniem dopuszczalnym jest wektor wartości zmiennych, który spełnia wszystkie ograniczenia. Rozwiązanie dopuszczalne, które minimalizuje funkcję celu, jest rozwiązaniem optymalnym. Wykorzystanie modeli PM jest w pełni zautomatyzowane dzięki solverom — narzędziom, które obliczają rozwiązania dopuszczalne lub optymalne. Jednak zbudowanie poprawnego modelu PM wymaga intensywnego szkolenia i wiedzy fachowej, a często okazuje się czasochłonne i podatne na błędy. Błędy w modelach PM są trudne do wykrycia i często pozostają niezidentyfikowane, dopóki optymalne rozwiązanie nie okaże się nieprzydatne w praktyce, skutkując wieloma iteracjami modelowania, kontroli zgodności i ulepszania modelu. MP mają wiele zalet w porównaniu z wieloma innymi reprezentacjami, np.: interpretowalna struktura oferująca wyjaśnienia dla decyzji, wykonywalna semantyka i gotowe do użycia solvery.

Celem projektu jest pomoc ekspertom poprzez opracowanie nowych algorytmów *Eksploacji Modeli PM*. Osiągnięcia projektu są podzielone na cztery obszary związane z modelami PM: odkrywanie, kontrola zgodności, ulepszanie i weryfikacja w warunkach rzeczywistych. Zastosowanie znajdują stosunkowo proste w dostarczeniu dane, takie jak przykłady rozwiązań zarejestrowane przez komputery zarządzające modelowanym obiektem, dostępne symbole, np.: parametry, zbiory, zmienne i/lub inne opisy wiedzy dziedzinowej. *Nowe algorytmy odkrywania* zbudują z danych modele PM, które maksymalizują trzy kryteria: dopasowanie, precyzję i generalizację. Dopasowanie ocenia, jak dobrze model PM obejmuje dane, precyzja ocenia, jak ciasny jest model PM, a generalizacja mierzy, jak dobrze model PM opisuje różne instancje modelowanego obiektu. *Nowe algorytmy kontroli zgodności* obliczą w/w miary dla danego modelu PM i dostępnych danych. *Nowe algorytmy ulepszania* zidentyfikują braki w istniejącym modelu PM i zaproponują poprawki. Opracowane algorytmy wykorzystają wysokopoziomowe języki modelowania, np. AMPL i ZIMPL. Zostaną zaproponowane również nowe miary dopasowania, precyzji i uogólnienia, ponieważ dotychczasowe miary Sztucznej Inteligencji są w dużej mierze nieodpowiednie dla modeli PM, np. nagradzają modele równo za wszystkie przykłady i ignorują składnię, podczas gdy w przypadku większości modeli PM zwięzła reprezentacja i ciasne ograniczenia są ważniejsze. Opracowane zostaną algorytmy proponujące poprawki w modelach PM oparte o np.: nieredukowalny niespójny podzbiór ograniczeń i kontrprzykłady. Do tej pory większość prac w eksploacji modeli PM dotyczy problemu odkrywania. Jednak istniejące algorytmy są niedojrzałe i nie są gotowe do zastosowania w dużych rzeczywistych problemach. Głównymi wyzwaniem są: kłótwa wymiarowości, która objawia się nawet dla 6-8 zmiennych, dane jednoklasowe, i/lub nieakceptowalna złożoność obliczeniowa.

Ostatecznym celem projektu jest pokonanie tych wyzwań. Jedynym sposobem na wiarygodną walidację opracowanych algorytmów jest ich wykorzystanie do budowy modeli PM dla złożonych, rzeczywistych problemów *Badań Operacyjnych (BO)*. W tym celu zbadamy obecne i przeszłe konkursy BO, np.: ROADEF i PACE. W konkursach wykorzystywane są problemy o dużym znaczeniu w przemyśle oraz dane przekazane przez międzynarodowe firmy. Wcześniejsze przykładowe problemy w tych konkursach to załadunek samochodów ciężarowych od Renault, planowanie konserwacji przez RTE, cięcie od Saint-Gobain i trasowanie zapasów od Air Liquide. Zaproponowane algorytmy wykorzystamy do opracowania modeli PM gotowych do rozwiązania problemów BO. Nasz wkład położy podwaliny pod lepsze narzędzia modelowania i optymalizacji dla niemal każdego sektora gospodarki. Należy pamiętać, że rozwiązywanie problemów mających swoje źródło w przemyśle nie jest celem projektu samym w sobie, a jedynie efektem ubocznym badań podstawowych nad algorytmami eksploacji modeli PM.