

Nowe modele decyzyjne wspomagające planowanie wykorzystania taboru kolejowego uwzględniające przeglądy i naprawy okresowe

Dynamika zmian ekonomicznych i regulacyjnych w Europie stawia nowe wyzwania przedsiębiorstwom kolejowym. Jednym z ich kluczowych zasobów jest niezawodny tabor kolejowy, którego efektywne wykorzystanie jest fundamentalne. Dlatego też problematyka badawcza projektu dotyczy wspomagania decyzji w zakresie procesu planowania eksploatacji taboru kolejowego, aby zwiększyć jego techniczną dostępność. Można to osiągnąć poprzez odpowiedni przydział taboru kolejowego do zleceń transportowych w taki sposób, żeby minimalizować sumaryczny czas przeglądów i napraw okresowych, który jest znany w literaturze jako konserwacja zapobiegawcza. W związku z tym, celem projektu jest opracowanie modeli decyzyjnych bazujących na metodach badań operacyjnych wspomagających planowanie eksploatacji taboru kolejowego w przedsiębiorstwie przy uwzględnieniu przeglądów konserwacji zapobiegawczej. Takie podejście ma za zadanie obniżyć koszty związane z ilością oraz czasem wykonanych przeglądów i napraw okresowych, które są obligatoryjne w świetle nie tylko polskiego prawodawstwa, jednocześnie gwarantując wymagany poziom bezpieczeństwa transportu kolejowego.

Przedsiębiorstwo kolejowe jest zobowiązane do realizacji procesu utrzymania pojazdów zgodnie z dokumentacją systemu utrzymania (DSU) taboru. DSU określa strukturę cyklu konserwacji zapobiegawczej danego pojazdu kolejowego, którą determinują poziomy utrzymania oznaczające kolejność występowania po sobie poszczególnych rodzajów przeglądów i napraw okresowych. Każdy poziom utrzymania ma zdefiniowany resurs czasowy i kilometrowy. Jest to ustalony okres eksploatacji pojazdu będący gwarantem bezpieczeństwa i sprawności użytkowania. Wykonanie przeglądu danego poziomu w określonym pojeździe jest obligatoryjne, kiedy jego przebieg przekroczy jedną z miar resursu dla wspomnianego poziomu utrzymania, tj. albo przebieg czasowy albo kilometrowy.

Koszt i czas trwania działań konserwacji zapobiegawczej rośnie wraz ze wzrostem poziomu utrzymania danego pojazdu kolejowego. Rozpiętość cenowa oraz czasowa jest bardzo duża i w głównej mierze zależy od typu i serii pojazdu. Dla przykładu, czas trwania prac dotyczących poziomu P1 może wahać się od 4 do 7 godzin i kosztuje około 1000 zł, jednakże znacznie wyższy poziom P5 wymaga poświęcenia co najmniej dwóch miesięcy prac konserwacyjnych, a jego cena przekracza milion zł. Dla struktury przeglądów w sektorze kolejowym charakterystyczne jest to, że przegląd wyższego poziomu zawiera przeglądy niższych poziomów. Dlatego też wykonanie przeglądu wyższego poziomu implikuje wykonanie przeglądów niższego poziomu, a zatem również przebiegi miar dla tych poziomów dotyczących pojazdu są zerowane. Ponadto poziomy utrzymania transportu kolejowego można kolejno ze sobą łączyć, a termin wykonania przyspieszać. Ten aspekt zarządzania taborem kolejowym ujawnia różnorodność podproblemów planowania, z którymi mierzą się przedsiębiorstwa transportu kolejowego.

W poszukiwaniu odpowiedzi wspomagających podejmowanie decyzji w planowaniu efektywnej eksploatacji taboru kolejowego niezbędna jest analiza możliwych konfiguracji i wybranie jak najlepszego rozwiązania. Jednak badane problemy należą do grupy problemów trudnych obliczeniowo. Zatem wielce wątpliwe jest opracowanie dla nich algorytmów dostarczających rozwiązań optymalnych w rozsądnym czasie dla praktycznych rozmiarów danych (np. liczby pojazdów, horyzontu czasowego planowania). W przypadku mniejszych problemów możliwym podejściem, szczególnie w ujęciu teoretycznym, jest opracowanie algorytmów dokładnych. Natomiast są one niemożliwe do zastosowania w praktyce, ponieważ czasy ich działania są nieakceptowalnie długie przy większym zbiorze danych problemu decyzyjnego.

Dlatego też zasadne jest w takich przypadkach, choć wymagające dodatkowych prac badawczych, zastosowanie algorytmów metaheurystycznych (np. symulowane wyżarzanie, metody ewolucyjne, optymalizacja rojem cząstek, poszukiwanie z zakazami). Ich cechą jest ukierunkowane poszukiwanie rozwiązań optymalizujące preferowane kryteria przy uwzględnieniu istniejących ograniczeń i założeń. Z reguły czasy działania takich metod i jakość dostarczanych rozwiązań są akceptowalne przez decydentów. Jednak zastosowanie tych metod wymaga zdefiniowania reprezentacji rozwiązania, funkcji jego oceny, sposobów przeszukiwania przestrzeni rozwiązań, etc. Ponadto ich skuteczność zależy od opracowanego modelu matematycznego, który powinien bazować na kluczowych elementach rzeczywistości, fundamentalnych z punktu widzenia analizowanego problemu badawczego, ale też nie zawierać nadmiarowych informacji, które mogłyby pogorszyć efektywność poszukiwania rozwiązań przez te algorytmy.

Prace w ramach projektu skoncentrują się na sformułowaniu modeli matematycznych badanych problemów, określeniu ich złożoności obliczeniowej i pamięciowej, wykazaniu własności, a następnie na skonstruowaniu dla nich algorytmów dokładnych, heurystycznych i metaheurystycznych. Całościowym rezultatem przeprowadzonych badań będą nowe modele decyzyjne, które poprawią w rozsądnym czasie jakość dostarczanych rozwiązań dla planów eksploatacji taboru kolejowego, jednocześnie spełniając legislacyjne wymogi bezpieczeństwa transportu kolejowego.