Projekt dotyczy kratowych sieci radiowych obsługujących pakietowy ruch multicastowy[1]. To ostatnie określenie oznacza, że strumień pakietów generowany w danym węźle sieci (źródle) przeznaczony jest na ogół do więcej niż jednego węzła docelowego (ujścia). Z kolei termin „kratowość" oznacza w tym kontekście, że sieć zbudowana jest z wielu węzłów, z których każdy połączony jest (drogą radiową) z kilkoma sąsiadami, a każdy pakiet przesyłany z danego źródła do związanych z nim ujść jest odbierany i przekazywany dalej przez kolejne węzły tranzytowe (jest to tzw. *multi-hop routing).* Jako że w sieci sygnały nadawane są techniką radiową, transmisja każdego pakietu ma charakter rozsiewczy (po angielsku mówimy, że jest to *broadcast transmission*). Oznacza to, że wysłany z nadajnika pakiet może być odebrany i zdekodowany jednocześnie przez wszystkie węzły sąsiadujące z węzłem nadającym. Naturalnie, własność ta, nieobecna w sieciach przewodowych, jest niezwykle użyteczna przy realizacji multicastowych strumieni pakietów.

Ważnymi zastosowaniami rozpatrywanych w projekcie modeli optymalizacyjnych są sieci znane pod angielską nazwą *Wireless Mesh Networks* (zapewniające na przykład tani bezprzewodowy dostęp do Internetu), jak również pojawiające się ostatnio bezprzewodowe sieci sensorowe stosowane na przykład do realizacji Internetu Rzeczy (*Interent of Things*), czy rozwiązań związanych z projektami Inteligentnych Miast (*Smart City*).

Głównym celem prowadzonych w projekcie badań jest opracowanie całościowego, dokładnego, a zarazem obliczeniowo efektywnego modelu teoretycznego służącego do optymalizacji ruchowej opisanych powyżej kratowych sieci radiowych obsługujących ruch multicastowy. Należy zaznaczyć, że model taki nie został dotąd opracowany, a jego realizacja będzie się wiązać z koniecznością zastosowania zaawansowanych środków badawczych. Podstawowa metoda badawcza projektu będzie polegać na zastosowaniu modeli przepływów wielotowarowych do formułowania (w języku programowania całkowitoliczbowego) zadań optymalizacji przepustowości ruchowej rozpatrywanych sieci oraz zastosowaniu specjalizowanych metod i algorytmów służących do rozwiązywania tych zadań, opartych na ogólnym podejściu noszącym nazwę podziału i ograniczeń (*branch-and-bound*), dostępnym w komercyjnych pakietach optymalizacyjnych. Zastosowane w projekcie podejście będzie *de facto* ulepszeniem metody branch-and-bound, znanym pod nazwą *branch-and-price-and-cut*. Ulepszone podejście będzie wymagać oryginalnych (specyficznych dla rozpatrywanych zadań optymalizacyjnych) algorytmów stosujących zaawansowane podejścia teoretyczne, takie jak generowanie kolumn i ograniczeń w programowaniu liniowym, czy generowanie odcięć dopuszczalnych (*valid inequalities*) w celu wzmocnienia sformułowań problemów optymalizacyjnych. Dodatkowo, w celu skrócenia czasu obliczeń opracowane zostaną specjalizowane heurystyki wspomagające algorytmy oparte na podejściu branch-and-bound. Ponadto do podproblemów związanych z optmalizacją routingu (czyli znajdowaniem odpowiednich drzew multicastowych, tzw. *arborescences*) oraz szeregowaniem transferu pakietów (*job scheduling*) zostaną zastosowane specjalizowane podejścia optymalizacji kombinatorycznej.

Głównym powodem podjęcia opisanej tematyki badawczej jest obserwacja, że opracowanie całościowego, a jednocześnie efektywnego obliczeniowo modelu optymalizacyjnego dla ruchu multicastowego w kratowych sieciach radiowych pozwoli na szybkie (w porównaniu z symulacją) i wiarygodne szacowanie miar wydajności ruchowej sieci uzyskiwanej dzięki zastosowaniu protokołów transmisji multicastowej. Umożliwi to ocenę korzyści ruchowych wynikających z zastosowania protokołów multicastowych do aplikacji multicastowych w miejsce protokołów unicastowych i, w konsekwencji, na identyfikację aplikacji, których ruch może istotnie zyskać na wprowadzeniu transmisji multicastowej. Istotną motywacją jest też fakt, że włączenie zagadnień związanych z multicastem do modelu optymalizacji ruchowej kratowych sieci radiowych wymaga istotnych i trudnych rozszerzeń istniejących modeli opracowanych dla ruchu unicastowego (gdzie każdy strumień ruchu wysyła pakiety od swojego źródła do jednego tylko ujścia). Zatem realizacja projektu będzie interesującym badawczo wyzwaniem: dla zapewnienia efektywności obliczeniowej, wprowadzanie niezbędnych rozszerzeń wymagać będzie użycia zaawansowanych metod optymalizacji kombinatorycznej oraz programowania całkowitoliczbowego.

W aspekcie teoretycznym, wyniki projektu przyczynią się do rozwoju metodologii optymalizacji sieci radiowych i, szerzej, do rozwoju Badań Operacyjnych (*Operations Research*). Oryginalne rezultaty naszych badań będą prezentowane na forum wiodących konferencji i publikowane w czołowych periodykach światowych, dzięki czemu staną się znane właściwemu środowisku badaczy. W aspekcie praktycznym, badania porównawcze przeprowadzone w projekcie mogą przyczynić się do szerszego wprowadzenia multicastu do sieci radiowych, z korzyścią dla ich rozwoju.

[1] Termin angielski *multicast* stosujemy ze względu na to, że żaden z używanych jego polskich odpowiedników (takich jak rozsiewczość, wielopołączeniowość, rozgłoszenie, rozgałęzienie, komunikacja grupowa, połączenia grupowe, połączenia rozgałęźne, multiemisja) nie jest ogólnie akceptowany. Podobnie używane dalej terminy *multi-hop routing, broadcast*, czy też *unicast* nie mają dobrych odpowiedników w języku polskim.