

Adam Redmer
dr hab, prof., professor dr hab. inż.
Wydział Inżynierii Lądowej i Transportu
Instytut Transportu, Zakład Systemów Transportowych
Politechnika Poznańska
Krzysztof Wyrwicki
mgr inż.
Politechnika Poznańska

DEFINICJA NAUKOWYCH PODEJŚĆ DO MODELOWANIA SYSTEMU TRANSPORTOWEGO OBWODU ZAPOROSKIEGO

Tradycyjna ekonomia konsumpcji ulega zniszczeniu i tworzy się nowa ekonomia wartości sieciowych. Motorem globalizacji był kiedyś handel, obecnie technologia. Nowe technologie i procesy tworzą nowe sojusze i nowe wartości. Jeśli tradycyjnie było to wsparcie dla powstających branż infant industries i kompensacja niedoskonałości rynku, teraz na pierwszym miejscu jest stabilność łańcuchów dostaw, w tym m.in. - poprzez Friendshoring. W kontekście odbudowy gospodarki Ukrainy po wojnie ważne jest całościowe podejście do zarządzania branżą transportową zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym. O pilności zadania decyduje także wejście Ukrainy do Unii Europejskiej i konieczność dostosowania regionalnych systemów transportowych i krajowego systemu transportowego do standardów administrowania usługami i funkcjonowania systemów transportowych. Opracowanie cyfrowego modelu systemu transportowego obwodu Zaporoskiego oraz jego powiązań z otoczeniem zewnętrznym (w tym Polską i UE) pod kątem wzajemnej integracji i scenariuszowej analizy rozwoju spełnia to zadanie.

Warto zauważyć że Istnieją modele rynku/systemu transportowego (pasażerskiego i towarowego oraz łączone) UE i jej poszczególnych krajów członkowskich oraz ich regionów, w tym większych miast (aglomeracji). Są to głównie dwa rodzaje modeli, tj. symulacyjne (w skali makro i często klasyczne, tzw. 4-stadiowe, sieciowe modele ruchu) oraz bazujące na teorii dynamiki systemów J. Forrestera. Przykładem modeli symulacyjnych na poziomie międzynarodowym (wybranych państw UE) są EXPEDITE czy SCENES, zaś krajowym (polskim) Zintegrowany Model Ruchu (ZMR) czy Pasażerski Model Ruchu (PMR). Zaś przykładem modeli bazujących na dynamice systemów jest ASTRA, który zasięgiem pokrywa część państw UE. Modele te są tworzone w celu zarządzania strategicznego (decyzje) rynkiem/systemem transportu oraz opracowywania (często scenariuszowej) polityki ich rozwoju, ale także rozwoju gospodarczego, społecznego miasta/regionu/kraju. Modele europejskie nie obejmują jednak Ukrainy. Nie ma także takich modeli dla samej Ukrainy, ani żadnego z jej obwodów.

W artykule przedstawiono problematykę planowania transportu publicznego pod kątem optymalnego wykorzystania dostępnego taboru pojazdów oraz ograniczenia kosztów eksploatacji i wpływu na środowisko. W badaniach uwzględniono dużą flotę pojazdów różnego typu typowo spotykaną w dużych miastach, w tym coraz powszechniej stosowane autobusy elektryczne, dużą liczbę zajezdni oraz liczne

ograniczenia miejskiego transportu publicznego. Sformułowany w tej pracy matematyczny wielokryterialny model matematyczny uwzględnia wiele ważnych kryteriów, w tym kryteria techniczne, ekonomiczne i środowiskowe. Wstępne wyniki rozwiązania Mixed Integer Linear Programming dla zaproponowanego modelu zarówno na danych teoretycznych, jak i rzeczywistych z miejskiego transportu publicznego wskazują na możliwość praktycznego zastosowania tego rozwiązania do problemów transportowych miast średniej wielkości posiadających do dwóch zajezdni, heterogeniczną flotę pojazdów i do około 1500 kursów dziennie według rozkładu jazdy [1]. Wyniki przeprowadzonych badań, w szczególności w części ekonomiczno-matematycznego wieloobiektowego modelu planowania ruchu transportu elektrycznego w dużym mieście z flotą mieszaną, mogą znaleźć zastosowanie w obwodzie Zaporoskim.

W efekcie planowane jest opracowanie pierwszego takiego modelu (tzw. cyfrowego bliźniaka, ang. Digital Twin) dla systemu transportowego obwodu Zaporoskiego, w tym co najmniej, jego powiązanie z, a nawet rozszerzenie na makroregion obejmujący, poza Zaporoskim, także obwody sąsiednie, tj. Doniecki, Chersoński i Dniepropietrowski. W efekcie przygotowanie prognoz ruchu. Model taki ma stanowić pierwszy krok do przyszłego opracowania pełnego, cyfrowego modelu całego systemu transportowego Ukrainy wraz z uwzględnieniem jego powiązań z UE, w tym Polską i/lub uwzględnienia Ukrainy w już istniejących modelach europejskich. Taki model będzie konieczny, i na pewno powstanie, wobec ewentualnego przystąpienia, a nawet prędzej na etapie akcesji Ukrainy do UE. Systemy transportowe obu tych podmiotów będą musiały zostać zintegrowane (choćby w ramach sieci TEN-T, ale nie tylko).

Koncepcja modelu ukraińskiego transportu została nakreślona w roku 2017 przez Państwowy Instytut Badawczy Transportu Drogowego (ДІІ ДержавтотрансНДІпроект Інститут / opis koncepcji opublikowano np. w artykule doi:10.14254/jsdtl.2017.2-1.2). Ale pozostała jedynie w fazie bardzo wstępnej i nie była dalej rozwijana, czy uszczegółowiana.

Planowane jest wykorzystanie pierwszego z ww. podejść, tj. opartego o 4-stadiowe, sieciowe modelowanie ruchu, ewentualnie z elementami drugiego z podejść, tj. dynamiki systemów. Podstawowym programem używanym do modelowania symulacyjnego jest PTV Visum firmy PTV Group. Opcjonalnie, przyjmując podejście bazujące na dynamice systemów, oprogramowanie Vensim.

I wreszcie, modele takie wykorzystywane są szeroko przez władze centralne, podmioty samorządowe, organizatorów transportu oraz firmy konsultingowe i biura projektowe w zarządzaniu i planowaniu systemów transportowych, w tym transportu publicznego, a także planowaniu przestrzennym. Zatem także kształcenie specjalistów w zakresie transportu (studia I i II stopnia oraz doktoranckie) powinno, i w krajach UE, w tym w Polsce (np. na PP, WILiT) już obejmuje aspekty modelowania matematycznego systemów transportowych. Projekt ma na celu uruchomienie tego typu działań także na ZP.

Warunkiem pomyślnej współpracy w zakresie badań naukowych i rozwoju modelowego Politechniki Poznańskiej i Politechniki Zaporoskiej w tym kierunku są:

a) Umowa o współpracy (Memorandum of Understanding) podpisana pomiędzy PP a ZP podpisana dnia 16.12.2019 przez Rektorów, która dotyczy współpracy w obszarze dydaktyki i nauki, w tym prowadzenia wspólnych badań naukowych, wykładów, konferencji, a także wymiany kadry dydaktyczno-naukowe, doktorantów i studentów, a także przygotowania publikacji;

b) staż naukowy prof. Maryny Gudź z ZP na PP na Wydziale Inżynierii Zarządzania. Główna tematyka stażu: Europejski model rozwoju polityki regionalnej na podstawie «Smart specialization» – polskie doświadczenia dla regionów Ukrainy Wschodniej;

c) wspólne artykuły naukowe, np.: i) Gudź M., Gudź P. [2], ii) Brykov M., Petryshynets I., Pruncu C., Efremenko V., Pimenov D., Giasin K., Sylenko S., Wojciechowski Sz. [3], a także iii) Redmer A. [4];

d) znaczące organizacyjne i twórcze doświadczenie prof. Redmera A. w opracowywaniu, administrowaniu i wdrażaniu projektów optymalizujących planowanie systemów transportowych na poziomie miasta i regionu [5].

Podsumowanie. Motywem przewodnim dotyczącym Ukrainy jest Rebuilding, Reconstruction, Reforms. Należy rozmawiać o konkretnych kierunkach i obszarach, w których powinny rozwijać się wspólne interesy. Ogólnie rzecz biorąc, sformowano naukowe przesłanki dla opracowania cyfrowego modelu systemu transportowego obwodu Zaporoskiego oraz jego powiązań z otoczeniem zewnętrznym pod kątem wzajemnej integracji i scenariuszowej analizy rozwoju.

Bibliografia:

1. Jerzy Duda, Marek Karkula, Radosław Puka, Iwona Skalna, Szymon Fierek, Adam Redmer, Piotr Kisielewski. Multi-objective optimization model for a multi-depot mixed fleet electric vehicle scheduling problem with real-world constraints. *Transport Problems*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. T.17. z.4, 137-149.

2. Gudź M., Gudź P. B2B clients' estimation of airport complexes' service quality, *Zeszyty Naukowe PP „Organizacja i Zarządzanie”* 82, 2020, doi 10.21008/j.0239-9415.2020.082.08.

3. Brykov M., Petryshynets I., Pruncu C., Efremenko V., Pimenov D., Giasin K., Sylenko S., Wojciechowski Sz. Machine Learning Modelling and Feature Engineering in Seismology Experiment, *Sensors* 20(15), 2020, doi 10.3390/s20154228.

4. Redmer A. Strategic vehicle fleet management—a joint solution of make-or-buy, composition and replacement problems. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* 28 (2), 2022, 327-349.

5. DPK System Sp. z o.o. Wieliczka, temat „Optymalizacja planowania zadań transportowych w komunikacji miejskiej pod kątem elektromobilności” (realizacja 01.11.2021-31.12.2023; kierownik dr hab. inż. A. Redmer; numer POIR.01.01.01-00-0514/21/ URL.: <https://www.poir.gov.pl/strony/o-programie/projekty/lista-beneficjentow>).