

CoMobility



Podsumowanie

Seminarium CoMobility dla Urzędu m.st. Warszawy

11.01.2023

1. Modelowanie wyborów transportowych z wykorzystaniem uczenia maszynowego (Maciej Grzenda, Marcin Luckner, PW)

Jednym z obszarów projektu CoMobility są prace mające na celu zbadanie możliwości przewidywania decyzji dotyczących wyboru poszczególnych środków transportu przez mieszkańców Warszawy w zależności od sytuacji i cech podróży. W kontekście prowadzonych badań, podróż oznacza zdarzenie przemieszczania się w terenie otwartym – również pieszo i na niewielką odległość.

Z badań ankietowych przeprowadzonych w projekcie wynika, że wśród kluczowych metod przemieszczania się znajdziemy użycie transportu publicznego, wykorzystanie samochodu będącego w dyspozycji osoby podróżującej, przemieszczanie się pieszo oraz przejazd rowerem. Znamy też czynniki sprzyjające wyborowi danej metody przemieszczania się, takie jak np. odległość do punktu docelowego. Prace realizowane z użyciem metod uczenia maszynowego (ang. machine learning) omawiane w prezentacji na Seminarium mają na celu identyfikację skali wpływu i znaczenia poszczególnych czynników, np. odległości, powyżej której większość respondentów rezygnuje z poruszania się pieszo na rzecz innych metod przemieszczania się. Cel ten jest realizowany przez budowę modeli przewidujących sposób przemieszczania się na podstawie danych podróży.

Podstawą w omawianej części projektu są dane zebrane w badaniach ankietowych. Liczba faktycznych podróży opisanych przez mieszkańców w tzw. dzienniczkach podróży ma przy tym bezpośredni wpływ na możliwość identyfikacji złożonych zależności, np. między dostępnością komunikacji miejskiej, a jej wykorzystaniem. Planujemy kolejną falę badań ankietowych, które przyczynią się do potencjalnej identyfikacji dalszych zależności. Jednak już obecne badania potwierdzają możliwość skutecznego przewidywania istotnej części wyborów transportowych.

W prezentacji przedstawione zostały m.in. sposób integracji danych z dzienniczków podróży z danymi takimi jak szacowany czas podróży dla poszczególnych środków transportu, liczba koniecznych przesiadek w przypadku komunikacji miejskiej czy też odległość do/z przystanków. Pozyskanie i integrację tych danych realizujemy przez złożony system informatyczny stworzony przez zespół badawczy CoMobility z Politechniki Warszawskiej. System ten bazuje zarówno na uznanych środowiskach składowania i analizy Big Data, jak i na dedykowanych modułach stworzonych w ramach projektu CoMobility.

W ramach dotychczasowych prac z wykorzystaniem uczenia maszynowego stworzyliśmy różnorodne modele. W pewnym uproszczeniu modele te możemy podzielić na łatwo interpretowalne, tzn. takie, które jawnie prezentują stosunkowo proste reguły w przypadku wyboru środka transportu, jak i modele o wyższej złożoności i dokładności predykcji. Przykładem pierwszych, łatwiej interpretowalnych modeli, są drzewa. Z ich analizy wynika, że na wybory transportowe wpływają m.in. szacunkowy czas przejazdu samochodem z uwzględnieniem zmienności dobowej wynikającej z różnego natężenia ruchu, czy też płeć respondenta. Model zidentyfikował precyzyjne zależności, np. czas przejazdu samochodem, powyżej którego bardziej prawdopodobne staje się użycie komunikacji miejskiej. W prezentacji przedstawiona została również analiza dokładności modeli innych typów, w tym modeli o niskiej interpretowalności, ale wyższej złożoności.

Uzyskane wyniki potwierdzają, że system informatyczny integrujący dane ankiet z cechami dostępnych opcji realizacji podróży pozwalają na skuteczną predykcję metod przemieszczania się dla podróży o różnych cechach. Kontynuujemy prace nad poszerzeniem zestawu uwzględnianych cech. Planujemy m.in. dodanie informacji o warunkach pogodowych do przewidywania wyborów transportowych.

2. Wyniki badania ilościowego przeprowadzonego w szkołach (Jakub Zawieska, SGH)

W CoMobility zrealizowaliśmy dwie rundy badań ilościowych w trzech szkołach objętych projektem – w Szkole Podstawowej nr 218 im. Michała Kajki (Wawer), Szkole Podstawowej nr 34 im. Stanisława Dubois (Śródmieście) i w Szkole Podstawowej nr 377 im. majora Henryka Dobrzańskiego „Hubala” (Tarchomin). Pierwszą rundę badania zrealizowaliśmy między marcem a kwietniem 2022 r. Druga runda przypadła na październik i listopad 2022 r. Wyniki prezentowane na Seminarium oraz poniższy opis dotyczą danych zebranych wyłącznie w trakcie pierwszej rundy badania. Ankieta została zrealizowana metodą CAWI (badania ankietowe on-line) i składała się z trzech modułów:

- Moduł 1. Dzienniczek podróży (zrealizowany z wykorzystaniem geo-ankiety, PGIS)
- Moduł 2. Pytania poświęcone preferencjom i wyborom transportowym rodziców oraz dzieci
- Moduł 3. Metryczka, dane socjo-demograficzne, informacje o gospodarstwie domowym itp.

Celem badania było określenie preferencji wobec różnych typów środków transportu w Warszawie oraz motywacji i czynników wpływających na sposób dotarcia do i ze szkoły. W badaniu wzięło udział 504 rodziców oraz 683 dzieci uczących się w szkołach objętych projektem. Większość ankietowanych rodziców posiadała samochód (do 83% w SP 34, do 96% w SP 218) i prawo jazdy. W zależności od szkoły, nawet ponad 20% osób deklarowało posiadanie powyżej jednego samochodu. Praktycznie każde gospodarstwo domowe posiadało także własny rower.

Według deklaracji rodziców, zdecydowana większość podróży do szkoły (80%) trwała do 15 min., co wskazuje na miejsce zamieszkania blisko lokalizacji szkoły. Jednocześnie warto zaznaczyć, że dla około 40% dzieci szkoła, do której uczęszczały, nie była szkołą rejonową. Powroty do domu są średnio dłuższe, m.in. z uwagi na dodatkowe aktywności dzieci po lekcjach.

Najczęściej stosowane sposoby dotarcia do szkoły różnią się pomiędzy poszczególnymi placówkami. W SP 34 i SP 377 dominującym wariantem są podróże piesze (odpowiednio 64% i 59%). W SP 218 podstawowym środkiem transportu jest samochód (59%). Podobne proporcje są zachowane w podróżach powrotnych, jednak z obserwowalnym wzrostem udziału podróży pieszych. Duża grupa dzieci (prawie 40%) podróżujących samochodem do szkoły wraca do domu innym środkiem transportu.

W ankietach zapytaliśmy także o powody wyboru poszczególnych środków transportu. Dla każdego ze środków jedną z najczęstszych odpowiedzi był krótki czas podróży, oraz bezpośredni i łatwy sposób przemieszczania się. Podróże piesze i rowerowe były także uzasadniane aktywnością fizyczną dziecka oraz pozytywnym wpływem na środowisko naturalne. Warto zwrócić uwagę, że często wskazywanym głównym powodem wyboru danego środka transportu (z wyjątkiem samochodu osobowego) były preferencje dziecka.

Badanie obejmowało także pytania dotyczące czynników mogących potencjalnie zmienić sposób docierania dzieci do szkoły na bardziej zrównoważony, np. rower lub transport publiczny. Rodzice uczniów w najmłodszych klasach najczęściej wskazywali starszy wiek dziecka. Ponadto, dla całej społeczności szkolnej, dominującą rolę pełniły różne aspekty bezpieczeństwa dzieci, np. przystanek w bezpiecznym miejscu i blisko szkoły, odpowiednio przygotowana trasa rowerowa/piesza, czy mniejsza prędkość i liczba samochodów na ulicach wokół szkoły.

Kolejnym etapem prac jest agregacja danych z obu rund badań ankietowych oraz pogłębiona analiza zachowań i preferencji transportowych rodziców.

3. Wyniki badania ilościowego przeprowadzonego wśród mieszkańców Warszawy (Michał Jakubczyk, SGH)

Częścią ankiety przeprowadzanej wśród mieszkańców Warszawy było badanie wykonane metodą wyboru dyskretnego (DCE, ang. *discrete choice experiment*). W poniższym streszczeniu przedstawimy krótko samą metodę oraz przeprowadzone badanie: projekt, wstępne wyniki i dalsze kroki.

Metodę DCE stosuje się w różnych obszarach (np. zdrowiu, ekologii, transporcie, marketingu) w celu poznania preferencji danej grupy osób (np. populacji danego kraju) wobec danego dobra (np. zdrowia, polityki zarządzania odpadami, czy dostępnych opcji transportowych). Metoda DCE jest przydatna w kontekście tzw. wyboru wielokryterialnego, tj. jeśli rozważane dobra są scharakteryzowane przez kilka atrybutów. Na przykład opcje transportowe mogą różnić się czasem podróży, ceną i komfortem podróżowania.

W metodzie DCE preferencje poznaje się przedstawiając badanym różne hipotetyczne sytuacje wyboru, w których dostępne opcje są określone różnymi wartościami atrybutów. Na podstawie deklarowanych wyborów, przyjmując teoretyczny model opisujący jak wybory zależą od istotności poszczególnych atrybutów (najczęściej tzw. model użyteczności losowej, ang. *random utility theory*), można oszacować ważność poszczególnych atrybutów.

Celem badania w CoMobility było określenie preferencji wobec różnych typów środków transportu w Warszawie. W badaniu uwzględniono następujące środki transportu: transport publiczny (dwie hipotetyczne opcje, aby określić, na jakich aspektach tego rodzaju transportu zależy Warszawiakom), samochód (o ile dostępny w danym gospodarstwie) lub taksówka, Uber, itp. (w przeciwnym wypadku), rower (o ile brak przeciwwskazań do korzystania). Dostępne warianty były scharakteryzowane z użyciem atrybutów opisujących czas podróży, niepewność tego czasu, konieczność przesiadania się i dojścia do oraz z przystanku (dla transportu publicznego), czas potrzebny na parkowanie (dla samochodu), koszt podróży, dostępność ścieżek rowerowych itd. Dobór atrybutów wynikał z przeglądu literatury oraz badania pilotażowego. Projekt statystyczny eksperymentu wykonano w programie Ngene. Każdy respondent rozważał 14 hipotetycznych wyborów, wskazując preferowany i drugi preferowany wariant. Istotność parametrów szacowano w pakiecie Apollo w środowisku R.

W badaniu wzięło udział 1170 dorosłych mieszkańców Warszawy. Preferencje szacowaliśmy metodą tzw. klas ukrytych (ang. *latent class*). W oparciu o wyniki estymacji przyjęliśmy model z czterema klasami, które – wstępnie – charakteryzować można jako (1) sympatycy samochodów (ok. 28% próby), (2) respondenci pro-ekologiczni (ok. 33%), (3) zwolennicy transportu publicznego (ok. 29%), (4) stroniący od transportu publicznego (ok. 10%). Na przykład czwarta klasa charakteryzuje się niską wrażliwością na koszt i dużą wagą przykładaną do wygody przejazdu. Klasa ta składa się w większej części (niż pozostałe klasy) z mężczyzn i osób młodszych i lepiej wykształconych. Osoby te rzadziej (niż osoby w innych klasach) odbywają swoją typową podróż w celach zawodowych, zaś częściej w celach rozrywkowych (np. zakupy, sport, odwiedziny). Najbardziej preferowaną alternatywą do samochodu w tej klasie osób wydaje się rower. Osoby z tej klasy niżej oceniają jakość transportu publicznego w Warszawie.

Obecnie przygotowujemy artykuł naukowy, w którym przedstawione i zinterpretowane zostaną uzyskane wyniki. Planowane jest przeprowadzenie kolejnego badania DCE, najprawdopodobniej o odmiennej do pierwszego badania konstrukcji.

4. Badania generacji ruchu samochodowego w dojazdach do szkół oraz modelowanie jego efektów środowiskowych (Arkadiusz Drabicki, PK)

Przedmiotem badań transportowych w projekcie CoMobility są analizy symulacyjne ruchu drogowego na Modelu Transportowym Aglomeracji Warszawskiej (MTAW). Ich celem jest ocena wpływu ruchu samochodowego związanego z podwożeniem dzieci do szkół (oraz ich odbieraniem ze szkół) w postaci prognozowanych potoków ruchu w sieci, parametrów podróży i obciążenia układu drogowego. W dalszych krokach wyniki symulacji MTAW posłużą jako materiał analityczny do modelowania efektów środowiskowych i wpływu ruchu samochodowego na jakość powietrza w obrębie szkół projektu CoMobility.

Analizy symulacyjne na modelu MTAW poprzedziliśmy badaniami i obserwacjami terenowymi ruchu samochodowego wokół trzech szkół podstawowych – SP 34 (ul. Kruczkowskiego - Śródmieście), SP 218 (ul. Kajki – Wawer) oraz SP 377 (ul. Trocka – Targówek). Celem tych badań był pomiar natężenia ruchu pojazdów podwożących (i odbierających) dzieci w godzinach szczytu – tj. ruchu szkolnego. Oprócz tego zanotowaliśmy charakterystyki manewrów parkingowych, np. czas postoju, miejsce zatrzymania pojazdu, wyłączenie silnika na czas postoju, wielkość (sylwetka) pojazdu, ewentualny wpływ na bezpieczeństwo ruchu. Pomiary te przeprowadzono trzykrotnie w trakcie realizacji projektu, co pozwoliło na uchwycenie wpływu ważnych czynników zewnętrznych na wielkość ruchu szkolnego. Pierwszy etap odbył się w listopadzie 2021 r. (stan pandemii covid-19); etap drugi – w maju 2022 r. (kampania „Rowerowy Maj”); etap trzeci – w październiku 2022 r. (pomiar najbardziej reprezentatywny). Ich wyniki posłużą nam do uszczegółowienia i zwiększenia jakości dalszych analiz w modelach transportowym i środowiskowym.

Wyniki pomiarów terenowych wskazują, że natężenie ruchu szkolnego jest wyraźnie skumulowane rano i szczyt rozpoczyna się około 20 – 30 minut przed pierwszymi zajęciami (tj. od 7:30 – 7:40 do rozpoczęcia lekcji o godz. 8:00). Wielkość ruchu waha się wówczas od 50 do 100 pojazdów w godzinie, gdzie wyższe wartości obserwowano dla SP 218 przy ul. Kajki (obszar przedmieść o niższej intensywności zabudowy i dostępności transportem zbiorowym). Po południu ruch szkolny jest bardziej rozproszony w dłuższym czasie, od 12:00 do 15:00, i osiąga 20 – 50 pojazdów w godzinie. Można także zauważyć, że pojazdy zatrzymują się znacznie krócej w szczycie porannym - 2/3 pojazdów na nie dłużej niż 3 minuty, podczas gdy po południu to prawie 2/3 pojazdów parkuje 5 minut lub dłużej. Udział pojazdów wyłączających silnik podczas postoju jest za to niższy rano (ok. 60%) niż po południu (ok. 80%), co jest wyraźnie skorelowane z czasem postoju. Co ciekawe, zauważyliśmy wyraźny wpływ kampanii „Rowerowy Maj” na udział dzieci dojeżdżających rowerami lub hulajnogami do szkoły, który wzrósł nawet do 30 – 45% - wobec ok. 10 – 15% dla pomiaru w październiku 2022 r.

W następnym etapie opracowane zostały symulacje ruchu szkolnego na modelu MTAW dla poszczególnych 3 szkół. Wyniki symulacji obrazują, jaki jest rozkład ruchu drogowego w okolicznej sieci ulicznej – zarówno ruchu ogólnego, jak i szkolnego (podwożącego / odbierającego dzieci). W świetle wyników symulacji wielkość ruchu szkolnego wynosi z reguły nie więcej niż 10 – 50 pojazdów na godzinę (w przekroju), co nie stanowi większego udziału w ogólnych potokach ruchu drogowego. Jednakże samo natężenie ruchu na odcinkach bezpośrednio przy 3 badanych szkołach sięga kilkuset pojazdów na godzinę w szczycie. Jest to znacząca wartość i w dalszych analizach modelowych zweryfikowane zostaną konsekwencje takiego poziomu natężenia ruchu na czynniki środowiskowe oraz jakość powietrza przy szkołach.

W dalszych pracach zbadamy różne scenariusze interwencji drogowych na modelu transportowym – przykładowo, jakie mogą być efekty uspokojenia lub ograniczenia ruchu drogowego w bezpośrednim sąsiedztwie szkół. Planujemy także przeprowadzenie analiz symulacyjnych skalowanych dla Warszawy. Takie analizy pozwolą oszacować w skali całego miasta, jak duża jest sumaryczna wielkość ruchu szkolnego w godzinach szczytu, i jaki jest jego wpływ na parametry ruchu drogowego, a także na parametry środowiskowe. Efekty tych prac będą sukcesywnie przedstawiane w kolejnych miesiącach realizacji projektu CoMobility.



5. Wnioski z Laboratoriów miejskich: interwencje i citizens science (Magdalena Kubecka, Fundacja "Na miejscu")

Laboratoria miejskie to trwający 2 lata cykl działań edukacyjnych i badawczych koncentrujących się wokół tematyki mobilności, transportu w mieście, zmian klimatycznych i czystości powietrza. Działania prowadzone są w trzech szkołach podstawowych na terenie Warszawy - w Szkole Podstawowej nr 218 im. Michała Kajki (Wawer), Szkole Podstawowej nr 34 im. Stanisława Dubois (Śródmieście) i w Szkole Podstawowej nr 377 im. majora Henryka Dobrzańskiego „Hubala” (Tarchomin). Działania prowadzimy wśród szeroko pojmowanej społeczności szkolnej - uczniów, rodziców, dyrekcji, ale także urzędów miasta, spółdzielni mieszkaniowych, mieszkańców.

Model działania w Laboratoriach miejskich opiera się na sekwencji kilku elementów:

1. W każdej lokalizacji zaczynamy od badań i wyjść w teren, aby poznać i zrozumieć specyfikę lokalną i zebrać dane. To także etap działań edukacyjnych pozwalających uwspólnić wiedzę na temat miasta, mobilności i jakości powietrza.
2. Po zdiagnozowaniu najważniejszych wyzwań w okolicy szkoły przystępujemy do wspólnego wypracowywania pomysłów na zmiany. Wymyślamy je w twórczym procesie z dziećmi, by później dołączyć grono dorosłych ekspertów - nauczycieli i dyrekcji, rodziców, urzędników i przedstawicieli władz lokalnych, badaczy. Jest to moment urealnienia pomysłów i próba ich zoperacjonalizowania.
3. Wybrane pomysły zostają następnie prototypowane lub wdrożone w mikroskali, tymczasowo, na próbę. Takie zmiany nazywamy interwencjami.
4. Obserwacja przebiegu interwencji i analiza całego procesu, aby poddać go refleksji, wyciągnąć wnioski, zbadać potencjał danego rozwiązania, możliwości jego skalowania. Do tego etapu zapraszamy badaczy, ale do dyskusji zapraszamy także dzieci, dorosłych i ekspertów.

Czego dowiedzieliśmy się w trakcie Laboratoriów miejskich? Wiemy, że dzieci mają bardzo pogłębione rozumienie swojego „prawa do miasta” - rozumieją, że mają prawo żyć w czystym mieście i bezpiecznie docierać do szkoły. Dzieci mogą być także impulsem do zmiany. Często proponują: „Ja chcę rowerem/spacerem” dotrzeć do szkoły, co bywa dla rodziców dodatkowym czynnikiem wpływającym na decyzję o wyborze środka komunikacji. W dyskusji o korzyściach ze zrównoważonego docierania do szkoły na rodziców najbardziej działa argument bezpieczeństwa, z kolei na dzieci - argument ekologiczny (chcą lepszego świata). Wśród kluczowych wyzwań i barier z perspektywy dzieci i rodziców znajdujemy przekroczenie ruchliwej jezdni.

Szkoły są mało widoczne w przestrzeni miasta, także od ulicy. Brakuje wyraźnego, czytelnego oznakowania, które nie pozostawiało by wątpliwości, że oto wkraczamy w „strefę użytkowaną przez dzieci”. Obserwujemy także deficyt wiedzy i doświadczenia w bezpiecznej jeździe rowerem po mieście u rodzin. Brakuje także trasy przyjaznej małym kółkom, co utrudnia decyzję o docieraniu do szkoły rowerem, hulajnogą, czy na rolkach.

Pora roku, szczególnie zima, i pogoda jest spora barierą dla mikromobilności na co dzień. Obserwujemy także obawy nauczycieli, że narażają dzieci na przeziębienie lub na ekspozycję na smog. Zauważyliśmy także, że rano trudniej zrezygnować z samochodu i dotrzeć do szkoły w sposób aktywny, głównie przez pośpiech i chłód. Po południu rodziny wykazują się zazwyczaj większą elastycznością co do środków transportu. Jednak atrakcje, akcje lub zadania po drodze mogą być zachętą do zmiany nawyków transportowych.

Warto podkreślić, że miasto z poziomu 120 cm wygląda i pachnie inaczej - dzieci inaczej odczuwają zanieczyszczenia od ulicy, a źle zaparkowane samochody jeszcze bardziej ograniczają widoczność. Zauważyliśmy niebezpieczne znieczulenie na hałas - dzieci są tak przyzwyczajone do hałasu, że trudno im rozpoznać, kiedy staje się dla nich nieprzyjemny.

W ramach Laboratoriów miejskich opracowaliśmy i wdrożyliśmy we współpracy z osobami i organizacjami dziewięć interwencji. Skrótowe opisy interwencji znajdują się poniżej:

1. Trasy przyjazne małym kółkom i masa krytyczna (opracowanie tras - Otwarty Warsztat Rowerowy i projekt oznakowania - Aga Pietrzykowska, grupowe przejazdy trasami)
2. Bezpiecznie rowerem (cykl warsztatów praktycznych - grupa Wentylki, Otwarty Warsztat Rowerowy i realne przejazdy)
3. Mikromobilność: "Święto Ekopojazdów" i stojak na hulajnogi (warsztaty, dekorowanie pojazdów, przejazd po okolicy, zamontowanie stojaka na hulajnogi przed szkołą)
4. Atrakcyjna droga do szkoły - malowanki i gry chodnikowe (projekt dzieci i Roberta Czajki, współpraca ze Spółdzielnią RSM Praga)
5. Pomnik Hulajnożystów (pomnik dzieci na hulajnogach, projekt dzieci i Roberta Czajki)
6. Przebudowa przejścia na Kajki (zmiana organizacja na przejściu dla pieszych, współpraca z Politechniką Krakowską i Arkadiuszem Drabickim)
7. Mimowie kierują ruchem (akcja pod hasłem: "Pozdrowienia z Bogoty", pogodna rewolucja drogowa)
8. Szkolny Rezerwat Przyrody i Ogród Antysmogowy (otoczenie ochroną zieleni przyszkolnej i dosadzanie roślin redukujących smog i hałas)
9. Gazeta Dzieci przygotowana w pełni przez uczniów jednej ze szkół (gazeta wychodzi cyklicznie - projekt Jaśminy Wójcik, jeden numer w całości poświęcony jest mobilności i ekologii).

CoMobility korzysta z dofinansowania o wartości 2,05 miliona euro otrzymanego od Islandii, Liechtensteinu i Norwegii w ramach funduszy EOG. Celem projektu jest dostarczenie pakietu narzędzi i metod do współtworzenia zrównoważonej mobilności obszarów zurbanizowanych.

www.comobility.edu.pl
comobility@uw.edu.pl

