

Paradoks Braessa a opłaty za drogi

Autor: **Krzysztof Jurewicz**

Pierwotnie opublikowano na [blogu autora](#).

W dyskusjach na temat miejskiej polityki transportowej przeciwnicy samochodów przywołują niekiedy paradoks Braessa, wedle którego w pewnych okolicznościach zbudowanie nowej drogi może doprowadzić do zwiększenia korków — nawet przy założeniu, że łączna liczba przejechanych kilometrów się nie zmieni. Okazuje się jednak, że poddanie dróg regułom działania rynku powoduje, że paradoks Braessa nie występuje.

Czym jest paradoks Braessa?

W 1968 r. niemiecki matematyk [Dietrich Braess](#) w czasopiśmie „Unternehmensforschung” zamieścił artykuł „Über ein Paradoxon aus der Verkehrsplanung” („O pewnym paradoksie w zarządzaniu ruchem”). (Pozorny) paradoks polega na tym, że czasami dodanie nowego odcinka drogi do istniejącej sieci bezpłatnych dróg może doprowadzić do wydłużenia czasu jazdy. Można to obrazowo przedstawić odwołując się do różnej przepustowości dróg. Dodanie nowego odcinka może umożliwić kierowcom porzucenie trasy okrężnej, ale o większej przepustowości, na rzecz trasy krótszej z mniejszą przepustowością. Dla każdego z kierowców z osobna może być to korzystne rozwiązanie, tj. rezygnacja na pewnym odcinku ze skrótu na rzecz autostrady zaskutkowałaby wydłużeniem czasu podróży, ale jako że stanowiące wąskie gardła drogi lokalne korkują się szybciej, to kierowcy, nie mając dla nich alternatyw na niektórych trasach, będą zmuszeni jechać dłużej. Stan równowagi nie będzie jednocześnie stanem optimum.

Paradoks Braessa nie zachodzi zawsze, a jedynie w niektórych sytuacjach. Próżno szukać analiz, które by w sposób jednoznaczny wskazały jego występowanie w Polsce i należy przypuszczać, że w większości przypadków dodanie nowych dróg skutkowało zwiększeniem przepływu samochodów. Pomimo to, bywa on przedstawiany jako generalny argument za ograniczaniem liczby dróg. [Portal Forsal.pl](#) napisał: „[Niemiecki matematyk Dietrich Braess udowodnił,](#)

że zwiększanie przepustowości dróg — przez poszerzanie starych i budowę nowych — prowadzi do spadku płynności ruchu”, co jest oczywiście nieprawdą. To samo kłamstwo powieli Newsweek: „Jeszcze w 1968 r. niemiecki matematyk Dietrich Braess z Uniwersytetu Ruhry w Bochum wyliczył, że zwiększenie przepustowości sieci dróg wcale nie zwiększa jej wydajności, a wręcz ją ogranicza. W praktyce oznacza to, że dodatkowy pas ruchu dodany do zatłoczonej drogi tylko pogarsza sytuację i zwiększa korki”.

Paradoks Braessa a system rynkowy

Intuicyjnie może się wydawać, że dodanie nowej możliwości, nowej drogi, powinno prowadzić do polepszenia stanu rzeczy, a w najgorszym wypadku pozostawić go bez zmian. Jeśli dzieje się inaczej, to przyczyny należy szukać w nieoptymalnym zarządzaniu przepływem samochodów. Okazuje się, że paradoksu Braessa można się pozbyć w bardzo prosty sposób.

Drogi są budowane najczęściej przez państwo, finansujące to z podatków nakładanych m.in. na kierowców, a dostęp do nich przypomina dostęp do dóbr publicznych — każdy może z nich korzystać bez ponoszenia dodatkowych opłat, a gdy chętnych jest zbyt wielu, tworzą się kolejki (korki). Co by się stało, gdyby poddać je regułom działania rynku? Jak udowodnił Xin Huang w swojej napisanej na MIT pracy „Efficiency and Braess Paradox under Pricing in General Network” („Efektywność i paradoks Braessa w ogólnych sieciach przy występowaniu cen”), paradoks Braessa nie występuje, gdy pozwala się właścicielowi drogi pobierać opłaty (i kieruje się on w tym maksymalizacją zysku).

Inne aspekty opłat za drogi

Drogi mają ograniczoną pojemność i miejsca na nich są dobrem rzadkim. W obecnym systemie są one udostępniane każdemu, a w przypadku nadpopytu chętni muszą stać w korkach. Jest to rozwiązanie dalekie od optymalnego, przypominające PRL-owskie kolejki w sklepach. Wprowadzenie opłat za korzystanie z dróg nie tylko pozwala na pozbycie się paradoksu Braessa, ale prowadzi również do bardziej optymalnego wykorzystania zasobów.

Użytkownicy dróg mają różne preferencje co do czasu odbycia podróży oraz co do długości tej podróży. Przykładowo, przewóz mebli w ogólności może odbywać się powoli i o dość dowolnej porze dnia. Z przeciwną sytuacją mamy do czynienia w przypadku transportu rodzącej kobiety do szpitala. Z kolei transport lodów zakupionych w supermarkecie może wymagać szybkiego przejazdu, ale

samą porę zakupów można dostosować. Do kina należy przybyć przed rozpoczęciem seansu, ale sama podróż może trwać długo.

W obecnym systemie wszystkie powyższe przypadki są traktowane jednakowo, co prowadzi do nieoptymalnego wykorzystania zasobów. Opłaty dają możliwość zróżnicowania zarówno pod względem pory dnia, jak i szybkości podróży (opłaty zależne od pasa ruchu). Protezę takiego zróżnicowania wprowadza już obecnie rząd tworząc buspasy, funkcjonujące niekiedy tylko w określonych porach dnia.

Opłaty za korzystanie z dróg nie tylko pozwoliłyby lepiej wykorzystać istniejącą infrastrukturę drogową, co bezpośrednio przełożyłoby się na zwiększenie dobrobytu społeczeństwa i być może również na ograniczenie zanieczyszczenia środowiska, ale także dostarczyłyby danych mówiących, gdzie są potrzebne nowe drogi, a które z nich należy likwidować. Obecnie są to decyzje cokolwiek uznaniowe i budowy danej drogi nie można po fakcie zweryfikować w oparciu o to, czy kierowcy byli w stanie płacić za korzystanie z niej wystarczająco dużo, aby koszty się zwróciły.

Urynkowanie dróg pośrednio poszerza też możliwości budowy dróg prywatnych, dając obywatelom większą niezależność w zaspokajaniu własnych potrzeb.

Jak to zrobić?

Opłaty za drogi kojarzą się obecnie głównie z mytem pobieranym na bramkach autostradowych, a w mieście — z opłatami za wjazd do centrum. Punkty poboru opłat są rozwiązaniem z różnych powodów mało efektywnym, co nie dziwi, biorąc pod uwagę jego wiek, ale rozwój technologii daje w tej kwestii nowe pole do manewru. [W 2009 r. firmy IBM oraz NXP przeprowadziły w mieście Eindhoven sześciomiesięczny eksperyment z pobieraniem opłat za korzystanie z dróg z wykorzystaniem określania lokalizacji za pomocą GPS oraz GSM.](#) Zarejestrowano ponad 200 tysięcy przejechanych kilometrów, a 70% kierowców zmieniło swoje przyzwyczajenia — zaczęło unikać korków i korzystać z autostrad zamiast z dróg lokalnych.

Elektroniczne systemy poboru opłat są bardziej elastyczne od tradycyjnych bramek, pozwalając na uwzględnianie takich zmiennych, jak:

- konkretny odcinek drogi;
- pora dnia;
- średnie korki o danej porze dnia w danym dniu tygodnia;

- bieżące korki;
- poziom zanieczyszczeń mierzony w stacjach pomiarowych.

Można sobie wyobrazić, że systemy nawigacji samochodowej pozwolą kierowcom na określanie swoich preferencji cenowo/czasowych i dostosują do tego proponowane trasy.

Systemy poboru opłat niosą ze sobą zagrożenie dla prywatności. Aby właściciel samochodu mógł mieć wysyłany comiesięczny rachunek za jazdę po mieście, władza musiałaby znać jego bieżące lokalizacje. Dlatego też w programie pilotażowym w Eindhoven umożliwiono kierowcom korzystanie z kart przedpłaconych.

Dodatkowy przychód budżetowy należałoby oczywiście zrównoważyć poprzez obniżenie podatków, z których to finansowana jest budowa dróg (jest to temat na analizę).

Podsumowanie

Wprowadzenie opłat za korzystanie z dróg w newralgicznych miejscach pozwala na pozbycie się paradoksu Braessa, ograniczenie korków, bardziej optymalne wykorzystanie dróg z uwzględnieniem priorytetów ich użytkowników i potencjalnie również na zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska. Wśród możliwych przeciwników tego rozwiązania widać głównie zwolenników ideologii antysamochodowej, dla których ważniejsze od ogólnie pojętego dobrobytu mieszkańców może być narzucanie im określonych sposobów poruszania się po mieście. Poza tym jest to jednak rozwiązanie, które powinno odpowiadać zarówno aktywistom ekologicznym, dla których ustanowienie wysokich opłat może być racjonalnym sposobem na ograniczenie zanieczyszczeń (w odróżnieniu od sposobu nieracjonalnego, którym jest zwężanie ulic, aby powstające korki zniechęciły kierowców do jazdy), jak i miłośnikom wskaźnika PKB, którzy mogą postulować niższe opłaty. Czy polskie miasta zdecydują się wykorzystać tę szansę?