

Logistyczne wskaźniki parkingowe

Waldemar Parkitny

Postawianie nowych, wielkopowierzchniowych parkingów, zlokalizowanych przy tego typu obiektach, jak centra handlowe, lotniska czy parkingi wielopoziomowe, wiąże się z dużymi nakładami. Nakłady te związane są nie tylko z realizacją tego typu obiektu, ale również z późniejszym jego utrzymaniem. Chcąc w racjonalny sposób zarządzać parkingiem lub modelować jego funkcjonowanie, należy wykorzystać obiektywne wskaźniki jego działania. W artykule omówiono wskaźniki proponowane do oceny funkcjonowania parkingów.

Wyższy poziom dochodów, większe aspiracje obywateli oraz dążenie do osiągnięcia poziomu życia podobnego, jak w przypadku społeczeństw zachodnich, powodują, że od dość dawna można zaobserwować systematyczny, dynamiczny, zwłaszcza w ostatnich latach, wzrost liczby samochodów osobowych, zarówno nowych, jak i używanych, sprowadzanych z innych krajów. Efektem ubocznym tych działań jest coraz większe zatłoczenie ulic, których liczba, wielkość i parametry techniczne nie nadążają za wzrastającymi potrzebami komunikacyjnymi. Powoduje to nie tylko problemy związane z płynnością ruchu, szczególnie w dużych miastach, ale również generuje problemy związane z parkowaniem pojazdów. Podobnie jak w przypadku budowy dróg, inwestorzy budujący parkingi nie nadążają za popytem, a czasami wręcz celowo (np. jak na niektórych nowych osiedlach w dużych miastach), najczęściej z powodów finansowych, nie realizują lub ograniczają wielkość tego typu obiektów, mimo żądań mieszkańców domagających się zwiększenia przestrzeni na parkowanie pojazdów. Powoduje to sytuacje, w których przestrzeń parkingowa staje się deficytowa.

Z drugiej strony pojawiają się obiekty parkingowe, o bardzo dużej powierzchni, mogące pomieścić od kilkuset do kilku tysięcy pojazdów równocześnie. Do tego typu obiektów można zaliczyć parkingi przy dużych centrach handlowych, przy lotniskach, parkingi podziemne czy parkingi wielokondygnacyjne naziemne. Realizacja tego typu obiektów wiąże się z bardzo wysokimi kosztami i bardzo długim okresem zwrotu inwestycji.

Budowa dużych obiektów oraz ryzyko inwestycyjne z jednej strony, zaś czasami wysokie koszty eksploatacji i bieżącego utrzymania (np. ochrona, ubezpieczenie, monitoring, konserwacja urządzeń sterujących i informacyjnych, odśnieżanie, naprawa nawierzchni, opłaty, podatki itd.) z drugiej strony, skłaniają do poszukiwania porównywanych wskaźników, które mogłyby opisywać funkcjonowanie, szczególnie dużych, parkingów oraz posłużyć do modelowania niektórych ich parametrów, zwłaszcza eko-

nomicznych, zarówno na etapie podejmowania decyzji inwestycyjnych, jak i później, w czasie eksploatacji.

W literaturze analizuje się najczęściej efektywność wykorzystania parkingów z uwzględnieniem mierników jej oceny. Należą do nich np.: wskaźnik wykorzystania powierzchni parkingowej, wskaźnik rotacji, akumulacja parkowania, czas parkowania, natężenie parkowania [1], [2], [6].

W niniejszej pracy zaproponowano wskaźniki, które mogą posłużyć m.in. do analizy finansowej, technicznej i jakościowej pracy parkingów.

Proponowane wskaźniki logistyczne do analizy funkcjonowania parkingów

Poszukując obiektywnych mierników oceniających funkcjonowanie parkingów, w różnych aspektach ich działalności, można przekształcić i dostosować do specyfiki pracy parkingów, istniejące wskaźniki logistyczne [5] oraz zaproponować nowe wskaźniki. Ich stosowanie i analiza może przyczynić się do:

1. możliwości porównania efektywności i ekonomiczności funkcjonowania różnych parkingów,
2. analizy pracy tego samego parkingu w różnych, interesujących zarządcę okresach,
3. modelowania parametrów pracy parkingu,
4. być źródłem danych dla przyszłych, analogicznych inwestycji.

Poniżej przedstawiono proponowane wskaźniki.

Coraz więcej dużych parkingów ogólnodostępnych w miastach (np. parkingów wielokondygnacyjnych) lub parkingów zlokalizowanych w pobliżu dużych centrów sklepowych, wykorzystuje urządzenia lub systemy automatyki. Pozwalają one nie tylko na realizację takich czynności, jak np.:

1. kontrola dostępu,
2. identyfikacja pojazdów,
3. wydawanie biletów uprawniających do korzystania z parkingu,
4. pobieranie opłat,

ale również:

5. identyfikacja zajętości poszczególnych pól parkingowych,
6. informowanie kierowców o wolnych miejscach na poszczególnych polach (sygnalizatory optyczne zajętości pól),
7. wskazywanie optyczne liczby wolnych miejsc parkingowych (np. na danym poziomie, w przypadku parkingów wielopoziomowych).

Do sprawdzenia stopnia automatyzacji obsługi parkingowej, można posłużyć się proponowanym wskaźnikiem technicznego uzbrojenia parkingu:

$$M_{up} = \frac{W_w}{S_p}$$

gdzie:

M_{up} - wskaźnik technicznego uzbrojenia parkingu,

W_w - wartość wyposażenia technicznego parkingu [zł],

S_p - powierzchnia parkingu [m²].

Dzięki wprowadzeniu czynnika wartościującego, wykorzystanego we wzorze, pozwalającego na porównywanie grup urządzeń różniących się pod względem funkcjonalnym i technicznym, wskaźnik ten może być przydatny np. przy wycenie parkingów proponowanych do sprzedaży. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę ogólną tendencję do spadku cen urządzeń elektronicznych, silną konkurencję na rynku oraz wzrost zainteresowania inwestorów montażem urządzeń automatyki parkingowej, można się spodziewać, że ceny zakupu i montażu wymienionych urządzeń będą niższe, co z kolei może wpłynąć na standaryzację wyposażenia parkingów w tego typu urządzenia.

Wskaźniki finansowe do wykorzystania dla obiektu parkingowego:

a) wskaźnik kosztów utrzymania powierzchni parkingowej:

$$M_{upp} = \frac{K_{pc}}{S_p}$$

gdzie:

M_{upp} - wskaźnik kosztów utrzymania powierzchni parkingowej,

K_{pc} - łączne koszty utrzymania parkingu w analizowanym okresie [zł],

S_p - powierzchnia parkingu [m²];

b) wskaźnik stopy zysku osiągniętego przez parking:

$$M_{sz} = \frac{U}{K_{pc}}$$

gdzie:

M_{sz} - wskaźnik stopy zysku osiągniętego przez parking,

U - zysk osiągnięty przez parking w danym okresie [zł],

K_{pc} - łączne koszty związane z funkcjonowaniem parkingu w tym okresie [zł].

Sposób wykorzystania wskaźników zostanie zilustrowany poniższym przykładem.

Przykład 1:

Założmy, że analizujemy opłacalność funkcjonowania dwóch parkingów, o zróżnicowanej wielkości, wyposażeniu i kosztach, które podano w tabeli 1. Parking A ma 90 miejsc parkingowych i powierzchnię 2430 m² (łącznie z drogami wewnętrznymi), natomiast parking B ma 162 miejsca parkingowe i powierzchnię 3390 m² (łącznie z drogami wewnętrznymi). Do obliczeń przyjęto wartość podatku wynoszącą 19%.

Tab.1. Wyszczególnienie kosztów rocznych na 1 m² powierzchni parkingu [zł]

Wyszczególnienie	Parking A	Parking B
Amortyzacja środka trwałego	0,13	0,18
Opłata za użytkowanie wieczyste	0,65	0,65
Podatek od nieruchomości	0,05	0,08
Opłata za energię elektryczną	0	0,05
Koszty monitoringu i ochrony	0	27
Utrzymanie czystości w sezonie letnim	27,50	27,06
Utrzymanie czystości w sezonie zimowym	25,09	23,90
Usługi remontowe	0,30	0,18
M_{upp} - wskaźnik kosztów utrzymania powierzchni parkingowej (koszt roczny utrzymania 1 m ² parkingu łącznie z drogami wewnętrznymi)	53,72	79,10
M_{sz} - wskaźnik stopy zysku osiągniętego przez parking	9,46	11,19

Źródło: Opracowanie własne autora wykonane na podstawie przykładowych kosztów funkcjonowania wybranych parkingów

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że parking B ma większy koszt utrzymania 1 m² powierzchni, przy jednoczesnym większym wskaźniku stopy zysku.

Do porównywania wydajności pracy pracowników parkingu zatrudnionych przy jego utrzymaniu można wykorzystać następujące wskaźniki:

a) wskaźnik wydajności pracy pracowników parkingowych:

$$W_{wydp} = \frac{O_p}{L_p}$$

gdzie:

W_{wydp} - wskaźnik wydajności pracy pracowników parkingowych [zł/prac.],

O_p - wielkość obrotu parkingowego w analizowanym okresie [zł],

L_p - średnia liczba pracowników zatrudnionych przy obsłudze parkingu (ochrona, utrzymanie bieżące, administracja) w analizowanym okresie;

b) godzinowy wskaźnik wydajności pracy pracowników parkingowych:

$$W_{wydt} = \frac{O_p}{T}$$

gdzie:

W_{wydt} - godzinowy wskaźnik wydajności pracy pracowników parkingowych [zł/prac.],

T - liczba godzin przepracowanych przez pracowników parkingu w analizowanym okresie.

Czasami, na przykład w godzinach szczytów zakupowych, na parkingach przy dużych centrach handlowych, w przypadku parkingów wielopolowych, w przypadku parkingów z elektroniczną sygnalizacją liczby wolnych miejsc parkingowych itd., można spotkać się z sytuacją, w której do bramy wjazdowej lub na teren parkingu podjeżdżają pojazdy chcące zaparkować, po czym nie mogą znaleźć wolnych miejsc parkingowych, odjeżdżają. W takiej sytuacji można posłużyć się proponowanymi przez autora wskaźnikami zgłoszeń nieobsłużonych oraz wskaźnikami krótkotrwałej zajętości parkingowej. Wskaźniki te można wykorzystać m.in. do analizy opłacalności rozbudowy parkingu, do predykcji zgłoszeń pojazdów oraz budowy modeli przewidujących zajętość parkingu i systemów informujących o wolnych miejscach parkingowych.

$$Z_n = \left(1 - \frac{Z_o}{Z_z}\right) \cdot 100\%$$

gdzie:

Z_n - wskaźnik zgłoszeń nieobsłużonych,

Z_o - liczba pojazdów obsłużonych, które zostały przyjęte na parking w danym okresie,

Z_z - liczba pojazdów, które zgłosiły chęć skorzystania z parkingu w tym okresie.

Wzrost wartości tego wskaźnika informuje, że coraz więcej pojazdów odjeżdża, nie doczekawszy się obsługi parkingowej. Może więc to być dowodem na popularność parkingu lub zwiększone zapotrzebowanie na miejsca parkingowe w istniejącej lokalizacji. To z kolei może być przesłanką do rozbudowy parkingu.

Do przewidywania możliwości zwolnienia miejsc parkingowych w określonym czasie, np. w ciągu 1 godziny (przydatne do prognozowania stopnia zajętości parkingu) można przyjąć proponowany wskaźnik zajętości krótkotrwałej.

$$Z_k = \frac{Z_g}{Z_o}$$

gdzie:

Z_k - wskaźnik krótkotrwałej zajętości parkingowej,

Z_g - liczba pojazdów, które opuściły parking przed określonym czasem, np. przed 1 godziną,

Z_o - liczba pojazdów obsłużonych, które zostały przyjęte na parking w danym okresie.

Wskaźniki do oceny jakościowej pracy parkingu to: wskaźnik jakości obsługi parkingowej oraz wskaźnik uszkodzeń.

a) wskaźnik jakości obsługi parkingowej:

$$O = \frac{R}{L_{pp}}$$

gdzie:

O - wskaźnik jakości obsługi parkingowej,

R - liczba reklamacji parkingowych w danym okresie,

L_{pp} - suma pojazdów korzystających z parkingu w tym okresie;

b) wskaźnik uszkodzeń:

$$U = \frac{R_u}{L_{pp}}$$

gdzie:

U - wskaźnik uszkodzeń,

R_u - liczba reklamacji dotyczących uszkodzeń pojazdów na parkingu w danym okresie,

L_{pp} - suma pojazdów korzystających z parkingu w tym okresie.

Wzrastająca wartość wskaźnika uszkodzeń w rozpatrywanym okresie może świadczyć m.in. o większym zatłoczeniu parkingu, szczególnie w sytuacji braku wyznaczenia pojedynczych stanowisk parkingowych, o złej organizacji ruchu na parkingu lub zbyt małej przestrzeni przeznaczonej dla pojedynczych pojazdów.

Do problemu uszkodzeń pojazdów na parkingu można podejść również od strony

ekonomicznej. Autor proponuje obliczenie kosztów związanych z uszkodzeniami pojazdów (wielkość odszkodowań) do wpływu z parkowania, jakie poniosła w analizowanym czasie firma będąca właścicielem parkingu.

$$U_k = \frac{K_u}{W}$$

gdzie:

U_k - wskaźnik uszkodzeń kosztowy,
 K_u - wysokość kosztów związanych z uszkodzeniami pojazdów na parkingu (odszkodowań) w badanym okresie,
 W - wpływy osiągnięte z parkingu w tym okresie [zł].

Stopień wykorzystania parkingu można ocenić poprzez obliczenie proponowanego Wśwp:

$$W_{swp} = \frac{Q_{sr}}{Q_{max}}$$

gdzie:

W_{swp} - wskaźnik średniego wykorzystania pojemności parkingu,
 Q_{sr} - średnie wykorzystanie pojemności parkingu w określonym czasie, np. w analogicznych dniach tygodnia,
 Q_{max} - pojemność parkingu.

Poznanie tego wskaźnika może być pomocne w zarządzaniu parkingiem, zwłaszcza w sytuacji dużego deficytu wolnych miejsc parkingowych w centrach miast. Mając świadomość, że stopień wykorzystania parkingów może być różny, w zależności od specyfiki lokalizacji i przeznaczenia parkingu oraz dnia tygodnia, autor niniejszego artykułu postuluje, aby część ich powierzchni, zwykle nie wykorzystanych, była w określonych godzinach udostępniana klientom zewnętrznym, jak np. w przypadku parkingów należących do korporacji lub urzędów.

Pole powierzchni powyżej wykresów pokazanych na rys. 1, przedstawia stopień niewykorzystania miejsc na przykładowym parkingu, położonym w centrum jednego z miast, a należącym do firmy. Uśredniając, zgodnie z proponowanym wzorem, liczbę pojazdów parkujących po godzinie 16.00 widać, że w około 2/3 liczby miejsc parkingowych, są one niewykorzystane. Można przypuszczać, że w godzinach popołudniowych i wieczornych na miejsca te byłby popyt, związany z podróжами mieszkańców w celach kulturalnych lub zaopatrzeniowych.

Stopień wykorzystania miejsc postojowych można też scharakteryzować poprzez obliczenie następujących wskaźników stosowanych w inżynierii ruchu [1], [2]: wypełnienia parkingu w szczycie, rotacji i inne.

Wskaźnik wypełnienia parkingu w szczycie:

$$W_{wp} = \frac{A_{max}}{Q_{max}}$$

gdzie:

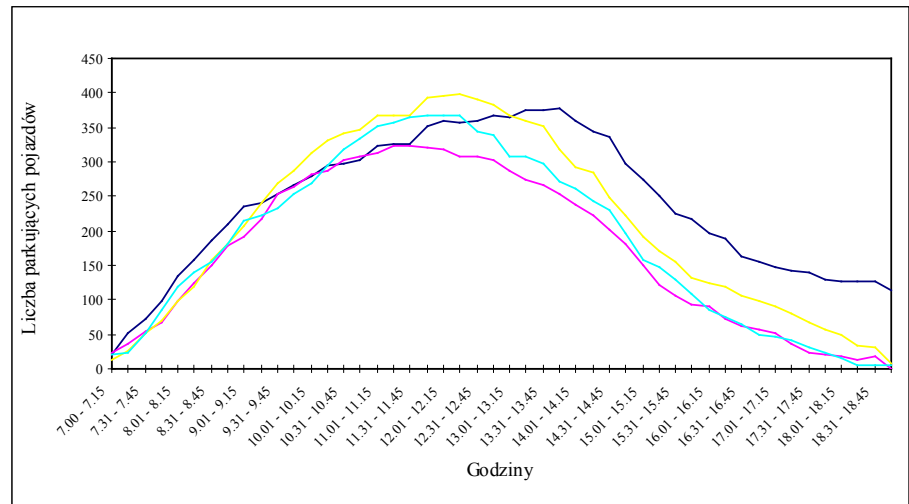
W_{wp} - wskaźnik wypełnienia parkingu w szczycie,
 A_{max} - akumulacja max (akumulacja - liczba pojazdów parkujących równocześnie na omawianym parkingu),
 Q_{max} - pojemność parkingowa.

Wskaźnik ten, jeżeli przekroczy wartość 1,0 wskazuje na parkowanie niezgodne z prze-

$$P_{pnp} = \frac{P_{pn}}{Q_{max}} \cdot 100$$

gdzie:

P_{pnp} - procent pojazdów parkujących niezgodnie z przepisami (np. pojazdy parkujące na drogach dojazdowych, terenach zielonych, zajmujących więcej niż jedno pole parkingowe itd.),
 P_{pn} - liczba pojazdów parkujących niezgodnie z przepisami,
 Q_{max} - pojemność parkingowa.



1. Wykres akumulacji parkowania w poszczególne czwarki

pisami, np. na drogach dojazdowych, chodnikach lub trawnikach, natomiast wartość powyżej 0,9 może być informacją o trudnościach związanych ze znalezieniem wolnego miejsca.

Na rys. 1 przedstawiono przykładowy wykres akumulacji parkowania, wykonany dla pomiarów liczby pojazdów pozostawionych na parkingu w czwarki. Pojemność analizowanego parkingu wynosiła 406 miejsc, przy czym parking posiadał kilkadziesiąt pól parkingowych, połączonych drogami dojazdowymi. Jak widać na rysunku, na analizowanym parkingu występowały dni, gdzie w określonych godzinach, liczba parkujących pojazdów zbliżała się do wartości nominalnej pojemności parkingu, ale były też takie, gdzie liczba ta przekraczała nominalną pojemność parkingu [3].

Wskaźnik rotacji – równy liczbie pojazdów wykorzystujących pojedyncze miejsce postojowe w badanym dniu – wskaźnik charakteryzuje efektywność wykorzystania miejsc postojowych. Zaobserwowano, że zwiększenie opłat za parkowanie powoduje jego znaczne podwyższenie.

Wskaźnik przedstawiający procent pojazdów parkujących niezgodnie z przepisami:

Długość czasu parkowania poszczególnych pojazdów według [1], [2], [3], [6]

Podsumowanie

Analiza zaproponowanych w niniejszym artykule wskaźników, które mogą posłużyć do oceny funkcjonowania parkingów, może być przydatna dla ich właścicieli oraz osób zarządzających. Ocena ta może posłużyć nie tylko do bieżącego zarządzania i porównywania danego parkingu w stosunku do innych parkingów, ale również do znalezienia równowagi między jakością funkcjonowania obiektu a poziomem nakładów na jego funkcjonowanie. ◀

dr inż. Waldemar Parkitny

Politechnika Krakowska
 Wydział Inżynierii Lądowej
 Zakład Organizacji i Ekonomiki
 Transportu

Literatura:

- [1] Datka St., Suchorzewski W., Tracz M.: „Inżynieria ruchu”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1989.
- [2] Gaca S., Suchorzewski W., Tracz M.: „Inżynieria ruchu drogowego. Teoria i praktyka”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2008.
- [3] Parkitny W.: „Zarządzanie parkingiem jako magazynem pojazdów”, „Logistyka”, 5/2004.
- [4] Parkitny W.: „Park & Ride and railway station's car parks in Małopolska and Podkarpacie provinces in Poland”, 5th International Conference „Road and Urban transport and sustainable development CMDTUR 2009”, 4-5.11.2009, Żilina, Slovakia.
- [5] Twaróg J.: „Mierniki i wskaźniki logistyczne”, Instytut Logistyki i Magazynowania, Poznań 2005.
- [6] Wolek Cz.: „Wpływ płatnego parkowania na sposób wykorzystania parkingu”, „Transport miejski i Regionalny”, nr 10/2009.

KONFERENCJA W LEGNICY

Rada Federacji NOT w Legnicy wraz ze Stowarzyszeniem Inżynierów i Techników Komunikacji Oddział Zagłębia Miedziowego w Legnicy, organizuje w dniach 26 i 27 maja 2011r. IV Konferencję Transportu Drogowego w Legnicy p.t.:

„Publiczny, ekologiczny transport zbiorowy”

Konferencja jest przedsięwzięciem nie tylko naukowym, prezentuje najnowsze rozwiązania techniczno-eksploatacyjne.

Konferencja ma na celu głównie promocję najnowszych i zapewniających poprawę bezpieczeństwa w ruchu drogowym rozwiązań systemowych, w zakresie zrównoważonego publicznego transportu zbiorowego o standardach promowanych w Unii Europejskiej. W programie Konferencji odbędzie się seminarium, podczas którego wygłoszone zostaną referaty o tematyce wdrożenia przepisów ustawy z dnia 16 grudnia 2010 r. o publicznym transporcie drogowym, a także możliwości wykonywania ekologicznych przewozów osób o zasięgu aglomeracji miejskich i pozamiejskich.

W tym celu też w formie wizualizacji, podczas Konferencji przedstawiony zostanie przez naukowców Politechniki Wrocławskiej nowoczesny model wykonywania publicznych przewozów pasażerskich - integrujący różne gałęzie przewoźników, tj. kolejowych oraz drogowych. Dotyczy zatem przedsiębiorców jako operatorów przewozów oraz jednostek samorządowych będących organizatorami przewozów (wojewódzkich, powiatowych i gminnych). Konferencja ma na celu też, promocję synchronizacji przewoźników kolejowych i drogowych w zakresie poprawy istniejącego efektu systemu komunikacyjnego w aglomeracjach miejskich i pozamiejskich - pokazującego wykonywanie przewozów osób w sposób nawiązujący do metropolii, usprawniający system. Konferencja odbędzie się w Hotelu QUBUS w Legnicy. W ramach konferencji odbędzie się wystawa autobusów i produktów znanych i renomowanych firm.

Adresaci Konferencji to organizatorzy i operatorzy publicznych przewozów zbiorowych, tj.:

- przedsiębiorcy wykonujący transport drogowy osób na regularnych i regularnych specjalnych liniach komunikacyjnych, a także przewozy okazjonalne i wahadłowe,
- dyrektorzy/pracownicy wydziałów komunikacji i dróg zajmujący się uprawnieniami w transporcie drogowym,
- dyrektorzy/pracownicy zarządów dróg zajmujący się sprawami przystanków autobusowych,
- przedstawiciele jednostek PKP zajmujących się kolejowym przewozem osób.