

ANDRZEJEWSKA Sylwia¹
KAMYSZEK Kamila²
MERKISZ-GURANOWSKA Agnieszka³

Wielokryterialne wspomaganie wyboru środka transportu

WSTĘP

Wielu ludzi przed rozpoczęciem podróży staje przed dylematem, który środek transportu wybrać. Podczas dokonywania wyboru pasażerowie często rozpatrują kilka ofert transportowych i porównują m.in. takie parametry jak: czas podróży, cena biletu czy komfort jazdy. Często proces decyzyjny jest bardzo czasochłonny. Pasażer, chcąc wybrać najbardziej odpowiadającą mu opcję, musi bowiem przeanalizować rozkłady jazdy branych pod uwagę środków transportu, porównać ceny biletów czy sprawdzić dostępność danego środka transportu. Ostateczny wybór jest jednak kwestią indywidualną i zależy od potrzeb i uprzednich doświadczeń pasażerów.

W związku ze zróżnicowaniem preferencji pasażerów sformułowanie kryteriów wyboru może wiązać się z dużym błędem. Zawężenie obszaru badawczego do konkretnej trasy podróży pozwala jednak na dokładniejsze sprecyzowanie przyczyn decyzji transportowych. Możliwe jest także precyzyjne określenie uczęszczających na danej trasie środków transportu, ich porównanie, a następnie ocena. Dodatkowym elementem ułatwiającym uzyskanie dokładniejszych wyników badań jest podział pasażerów na kilka grup, posiadających podobne preferencje.

W niniejszym artykule wzięto pod uwagę 6 kryteriów wyboru i na ich podstawie podjęto się próby hierarchizacji środków transportu uczęszczających na trasie Poznań-Kraków. Posłużono się jedną z metod wielokryterialnego wspomaganie decyzji – metodą AHP.

Celem rozprawy jest wyznaczenie środka transportu dla 4 grup pasażerów, który w najwyższym stopniu spełnia oczekiwania transportowe pasażerów na trasie z Poznania do Krakowa. Jest to przykładowa trasa długodystansowa (powyżej 400 km odległości między miastami).

1. CHARAKTERYSTYKA METODY AHP

AHP (Analytic Hierarchy Process) – matematyczna metoda hierarchicznej analizy problemu opracowana przez Saaty'ego, która służy przede wszystkim do wspomaganie wyboru wariantów decyzyjnych. Metoda AHP obejmuje podejście wielokryterialne i polega na modelowaniu preferencji przy założeniu porównywalności wariantów.

Metodę AHP realizuje się w następujących krokach [2]:

- A. Budowa modelu hierarchicznego (analiza problemu decyzyjnego – określenie celu przeprowadzenia badań, identyfikacja kryteriów wpływających na rozwiązanie problemu i budowa hierarchii kryteriów).

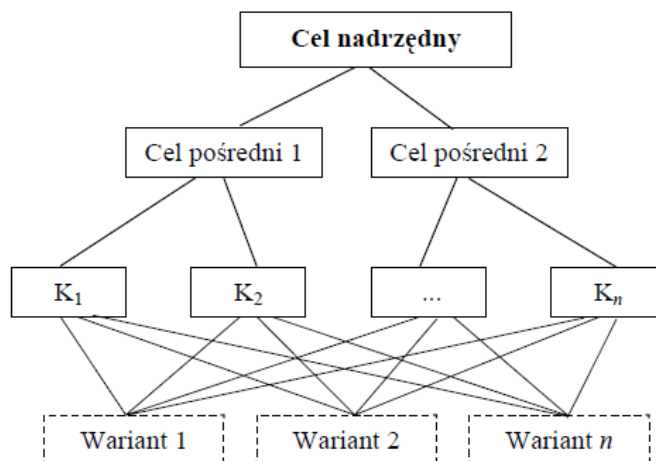
¹ Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu; 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3.

E-mail: sylwia.b.andrzejewska@doctorate.put.poznan.pl

² Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu; 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3. E-mail: kamila.kamyszek@gmail.com

³ Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu; 60-965 Poznań, ul. Piotrowo 3. Tel. +48 61 647 59 58.

E-mail: agnieszka.merkisz-guranowska@put.poznan.pl



Rys. 1. Schemat struktury hierarchicznej zadania w metodzie AHP [2]

- B. Ocena przez porównania parami (ocena kryteriów oraz wariantów decyzyjnych poprzez porównania parami z zastosowaniem ściśle określonej skali ocen).
- C. Wyznaczenie preferencji globalnych i lokalnych (określenie procentowej wartości preferencji (istotności) dla kryteriów i wariantów decyzyjnych przez obliczenia za pomocą np. arkusza kalkulacyjnego).
- D. Klasyfikacja wariantów decyzyjnych (wyznaczenie hierarchii wariantów decyzyjnych w zależności od ich udziału w realizacji celu nadrzędnego).

Podstawowym założeniem metody AHP jest stwierdzenie, że osądy człowieka mają charakter relatywny – zależny od podejścia oceniającego. Metoda ta uwzględnia preferencje osoby oceniającej, co świadczy o subiektywności ocen i stanowi podstawę podejścia wielokryterialnego. W metodzie AHP zwraca się uwagę na procesy wartościowania, które mają charakter relacyjny i hierarchiczny. Jest szczególnie przydatna w sytuacji, gdy kryteria oceny mają charakter jakościowy. Modelowanie za pomocą metody AHP umożliwi poznanie zależności między elementami problemu decyzyjnego, opisanego w postaci hierarchii czynników. Ocena wariantów względem czynników następuje poprzez pryzmat spełnienia celu nadrzędnego. Warunkiem użycia tej metody jest pełna porównywalność wariantów.

Zastosowanie metody AHP jest bardzo szerokie. Wspomaga m.in. decyzje ekonomiczne, techniczne, społeczne, może być stosowana w celu wspomaganie podejmowania decyzji w różnych branżach, np. przemyśle, branży edukacyjnej, transportowej czy zdrowotnej, jest także pomocna w sytuacjach, gdy w procesie decyzyjnym uczestniczy kilka osób [2].

2. ROZPOZNANIE PROCESU DECYZYJNEGO

Problemem decyzyjnym jest wybór środka transportu na trasie Poznań – Kraków dla czterech grup pasażerów: klienta biznesowego, studenta, rodziny (2+2) oraz osoby starszej (emeryta). Przyjęto, że pasażer rozpoczyna swoją podróż w centrum Poznania, a kończy w centrum Krakowa.

2.1. Zdefiniowanie zbioru rozwiązań dopuszczalnych

Z uwagi na oferowane na rynku usługi transportowe, uwzględniono następujące warianty:

- A. Samochód
- B. Pociąg
- C. Autokar
- D. Samolot

Samochód jest uznany za środek transportu indywidualnego, pozostałe warianty, natomiast, są środkami transportu zbiorowego.

2.2. Zdefiniowanie kryteriów wyboru

Pasażerowie posiadają zróżnicowane wymagania dotyczące środków transportu w przypadku podróży z punktu A do B. Wybierając środek transportu, którym będą podróżować kierują się wieloma kryteriami w zależności od odległości, jaką muszą przemierzyć, czasu jaki mają do dyspozycji, środków finansowych, jakie są w stanie przeznaczyć, indywidualnych oczekiwań związanych z komfortem podróży itp. Dodatkowo istotną rolę odgrywają także upodobania i potrzeby, które muszą być zaspokojone w trakcie podróży. Pomimo różnic w preferencjach pasażerów, kryteria, jakimi kierują się przy wyborze środka transportu, są podobne. Różnica polega na odmiennym wartościowaniu kryteriów przez ludzi. Dla jednego pasażera czynnikiem przesądającym o wyborze środka transportu może być koszt podróży, dla innego pasażera najistotniejszym czynnikiem może być natomiast czas podróży. Każdy pasażer dąży jednak do podróży środkiem transportu, który spełnia najwięcej lub najważniejsze z jego wymagań [1].

Jako kryteria, którymi pasażerowie kierują się przy wyborze środka transportu uznano [1]:

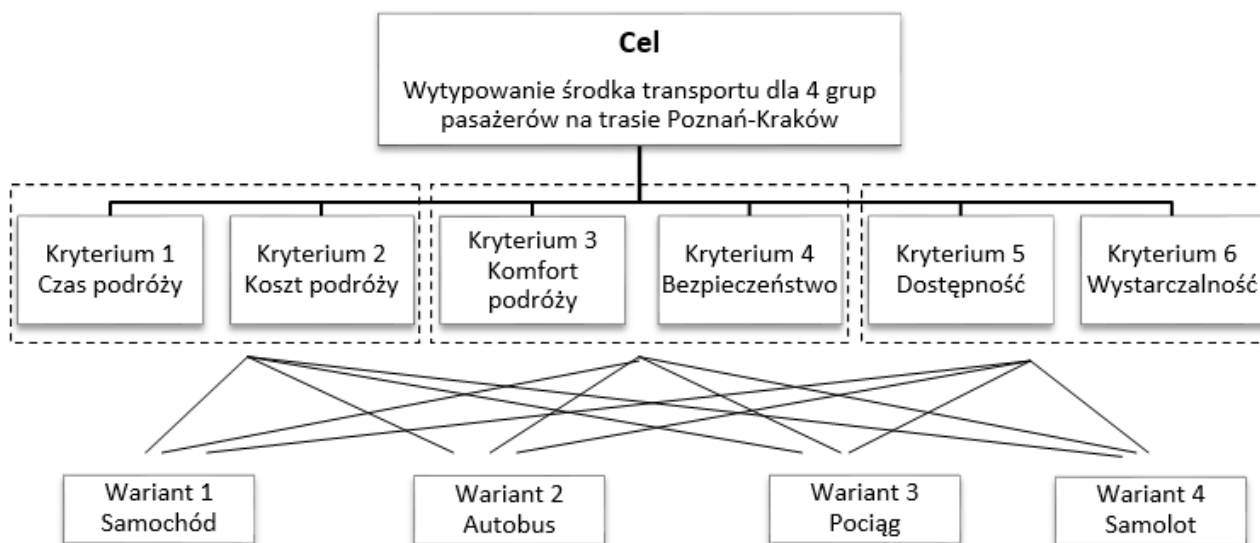
- czas podróży,
- koszt podróży,
- komfort podróży (możliwość odpoczynku, klimatyzacja, możliwość zjedzenia posiłku, wygodne siedzenie itp.),
- bezpieczeństwo środka transportu,
- dostępność środka transportu (rozbudowana infrastruktura punktowa, np. dworce autobusowe i kolejowe; ilość połączeń w ciągu dnia),
- wystarczalność środka transportu (brak konieczności przesiadania się).

2.3. Budowa modelu hierarchicznego

Model hierarchiczny składa się z minimum 3 poziomów:

- celu nadrzędnego – stanowiącego określenie stanu docelowego, oczekiwanego rozwiązania,
- kryteriów wyboru – szczegółowych wymagań, których spełnienie skutkuje spełnieniem celu nadrzędnego; kryteria wyrażone są poprzez wartości parametrów technicznych, użytkowych lub wartości ustalonych ocen,
- wariantów wyboru – dopuszczalne rozwiązania, które gwarantują pewien stopień spełnienia wytyczonego celu.

Na rysunku 2 przedstawiono model hierarchiczny dla rozpatrywanego problemu badawczego.



Rys. 2. Schemat hierarchiczny dla rozpatrywanego problemu badawczego [opracowanie własne]

3. OCENA KRYTERIÓW ORAZ WYZNACZENIE PREFERENCJI GLOBALNYCH

Oceny kryteriów dokonano za pomocą macierzy, w której porównano wszystkie kryteria względem siebie. Obliczeń dokonano przy użyciu arkusza kalkulacyjnego (Excel). Wykorzystano następujące wagi:

- 1 – oba porównywane kryteria są równie ważne (istotne)
- 3 – kryterium pierwsze jest nieznacznie ważniejsze od drugiego
- 5 – kryterium pierwsze jest wyraźnie ważniejsze od drugiego
- 7 – kryterium pierwsze jest zdecydowanie ważniejsze od drugiego
- 9 – kryterium pierwsze jest bezwzględnie ważniejsze od drugiego

Wartości te pokazują względne porównanie każdego elementu macierzy od 1 do 9 lub od 1 do 1/9. Macierze cechuje spójność parami, tzn., że dany element macierzy jest równoważny względem samego siebie $a_{i,i} = 1$ oraz wartość oceny elementu b względem elementu a jest odwrotnością oceny a względem b: $a_{i,j} = 1/a_{j,i}$. Na przykład w przypadku, gdy czas podróży jest wyraźnie ważniejszy od kosztu, w komórce czas/koszt można wprowadzić wartość 5. Odwrotnie odpowiednio wartość 1/5 dla porównania kryteriów koszt /czas.

Po zakończeniu wypełniania komórek macierzy danych należy sprawdzić wskaźnik niespójności, a więc wyznacznik zgodności ocen. Jeżeli wskaźnik niespójności jest większy od 0,1 oznacza to, że wprowadzone wartości danych są losowe. Jeżeli natomiast wynosi poniżej 0,1 wartości są spójne [2]. Dla wszystkich grup pasażerów uzyskano współczynnik niespójności mniejszy od 0,1.

Oceny kryteriów dokonano dla każdej grupy pasażerów oddzielnie. Na rysunku 3 widnieje uzupełniona macierz ocen kryteriów dla klienta biznesowego.

Lista kryteriów:	Kryteria						Ranking kryteriów	
		K1	K2	K3	K4	K5	K6	Wagi
Czas	K1	1,00	9,00	7,00	2,00	3,00	5,00	K1 39,62%
Koszt	K2	0,11	1,00	0,33	0,14	0,20	0,25	K2 2,93%
Bezpieczeństwo	K3	0,14	3,00	1,00	0,20	0,33	0,50	K3 5,57%
Komfort	K4	0,50	7,00	5,00	1,00	3,00	5,00	K4 29,07%
Wystarczalność	K5	0,33	5,00	3,00	0,33	1,00	3,00	K5 14,88%
Dostępność	K6	0,20	4,00	2,00	0,20	0,33	1,00	K6 7,93%
Macierz jest spójna		CI = 0,0487		CR = 0,0390		100,00%		

Rys. 3. Macierz ocen kryteriów dla klienta biznesowego [opracowanie własne]

W podobny sposób uzupełniono macierze dla pozostałych grup pasażerów.

Na rysunku 3 po prawej stronie znajdują się wyniki porównania kryteriów – preferencje globalne. Dla każdej grupy pasażerów uzyskano odmienne rankingi kryteriów. W tabeli 1 zamieszczono wyniki – ranking kryteriów dla 4 analizowanych grup pasażerów.

Tab. 1. Ranking kryteriów dla poszczególnych grup pasażerów [opracowanie własne]

Klient biznesowy	Student	Rodzina (2+2)	Osoba starsza (emeryt)
Czas	Koszt	Koszt	Koszt
Komfort	Dostępność	Bezpieczeństwo	Komfort
Wystarczalność	Wystarczalność	Wystarczalność	Wystarczalność
Dostępność	Czas	Komfort	Bezpieczeństwo
Bezpieczeństwo	Bezpieczeństwo	Czas	Dostępność
Koszt	Komfort	Dostępność	Czas

Z oceny kryteriów wynika, że dla klienta biznesowego najważniejszy jest czas podróży, natomiast dla pozostałych grup – koszt podróży (który jest jednocześnie najmniej istotny dla klienta biznesowego). Dla studenta najmniej istotny jest komfort, dla rodziny dostępność, natomiast dla osoby starszej – czas podróży.

4. OCENA WARIANTÓW ORAZ WYZNACZENIE PREFERENCJI LOKALNYCH

Preferencje lokalne uzyskujemy poprzez ocenę wariantów względem poszczególnych kryteriów wyboru. Cel ten realizowany jest w dwóch krokach. Pierwszym etapem jest nadanie wag brany pod uwagę wariantom wyboru dla poszczególnych kryteriów. Drugim krokiem natomiast jest uzupełnienie macierzy ocen wariantów dla poszczególnych kryteriów w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

4.1. Nadanie wag brany pod uwagę wariantom wyboru

W celu ułatwienia oceny wariantów poniżej przedstawiono tabele, w których scharakteryzowano poszczególne kryteria dla wariantów wyboru. W tabeli 2 porównano czas podróży względem wszystkich wariantów wyboru.

Tab. 2. Porównanie czasu podróży względem wariantów wyboru [6,7,8,10]

Kryterium \ Wariant	Samochód	Autobus	Pociąg	Samolot
CZAS	5h 30min	6h50min – 12h10min	5h52 min – 10h02min	3h45min – 5h50min

Najkrótszy czas podróży uzyskujemy w przypadku podróży samolotem. Na najdłuższą podróż pasażer zdecyduje się wybierając pociąg.

Decydując się na podróż samolotem pasażer nie może brać pod uwagę wyłącznie czasu lotu. Polskie Linie Lotnicze LOT oferują połączenie do Krakowa z przesiadką w Warszawie. Podróż z Poznania do Warszawy trwa 1 godzinę, natomiast z Warszawy do Krakowa 55 minut. Dodatkowo trzeba uwzględnić czas oczekiwania na przesiadkę, odprawę biletowo-bagażową (ok. 45 min – 1 h) oraz czas niezbędny na dojazd z lotniska do centrum miasta: ok. 30 min. Stąd podróż trwa od niespełna 4 godzin do niespełna 6 godzin [7].

W tabeli 3 porównano koszt podróży względem wszystkich wariantów wyboru. Poszczególne grupy pasażerów posiadają zniżki od ceny wyjściowej. Jedynie klient biznesowy nie otrzyma zniżki na żaden z rozpatrywanych środków transportu.

Studenci, którzy nie ukończyli 26 roku życia, dzieci oraz młodzież ucząca się w wieku od 4-24 lat otrzymują 49% zniżki na podróże autobusem, natomiast dzieci do 4 lat – przejazd bezpłatny jeśli nie zajmują dodatkowego miejsca. Przewoźnicy kolejowi oferują 51% zniżki dla studentów poniżej 26 roku życia, dla dzieci i młodzieży uczącej się w wieku 4-24 lat – 37% zniżki oraz przejazd bezpłatny dla dzieci w wieku do 4 lat. Zniżki dotyczą przejazdów pociągami w 2 klasie. Polskie Linie Lotnicze LOT oferują 25% zniżki dla dzieci w wieku od 2-11 roku życia, natomiast 90% zniżki dla niemowląt i dzieci do 2 roku życia. Emeryci otrzymują zniżkę 37% na 2 przejazdy w roku w przypadku podróży koleją [6, 7, 9].

Tab. 3. Porównanie kosztu podróży względem wariantów wyboru [opracowanie własne na podstawie 6, 7, 9]

Kryterium \ Wariant		Samochód	Autobus	Pociąg	Samolot
K O S Z T	Klient biznesowy	240 PLN (koszt niezależny od liczby podróżujących osób) 30 PLN opłata za przejazd autostradą A2 Łącznie: 270 PLN	66 PLN (najkrótsza trasa) – 113 PLN (najdłuższa trasa)	67 – 149 PLN (2 klasa) 101 – 191 PLN (1 klasa)	408 - 660 PLN klasa ekonomiczna
	Student		34 – 58 PLN	33 – 73 PLN (2 klasa)	
	Rodzina (2+2)		132 – 226 PLN (dzieci < 4 lat) 200 – 341 PLN (dzieci > 4 lat)	134 – 298 PLN (2 klasa; dzieci < 4 lat) 218 – 486 PLN (2 klasa; dzieci > 4 lat)	897 – 1452 PLN (dzieci < 2 lat) 1428 – 2310 PLN (dzieci > 2 lat)
	Osoba starsza		66 – 113 PLN	42 – 94 PLN (2 kl.) 64 – 120 PLN (1 kl.)	408 - 660 PLN klasa ekonomiczna

Wszystkie grupy pasażerów na najniższy koszt podróży mogą liczyć w przypadku podróży autobusem lub pociągiem. Podróżując pociągiem pasażer ma dodatkowo możliwość wyboru klasy, co jednocześnie wiąże się ze wzrostem ceny biletu, ale również wzrostem komfortu podróży. Samolot jest najdroższym środkiem transportu dla wszystkich grup pasażerów. Do kosztów podróży samolotem należy doliczyć także dojazd do centrum miasta (od 1 PLN autobus – 89 PLN Taxi). Koszty podróży rodziny autobusem, pociągiem oraz samolotem zależą od wieku dzieci.

W tabeli 4 porównano komfort podróży względem wszystkich wariantów wyboru. Uwzględniono 6 czynników, które wpływają na komfort podróży. Możliwe jest jednak uwzględnienie innych dodatkowych czynników.

Tab. 4. Porównanie komfortu podróży względem wariantów wyboru [opracowanie własne]

Wariant		Samochód	Autobus	Pociąg	Samolot
K O M F O R T	Podział na klasy	Indywidualne odczucie pasażera zależne od klasy samochodu	Brak podziału na klasy	Podział na 2 klasy (1 i 2)	Brak podziału na klasy (klasa ekonomiczna dla połączeń krajowych)
		1	4	3	1
	Możliwość zjedzenia posiłku	Możliwość zatrzymania się w celu zakupu napojów/ przekąsek	Brak możliwości	Możliwość zakupu napojów/ przekąsek w czasie jazdy	Kawa, herbata lub zimne napoje i przekąski na pokładzie wliczone w cenę biletu
		3	4	2	1
	Możliwość skorzystania z WC w czasie jazdy	Nie	Nie	Tak	Tak
		4	4	1	1
	Dostępność miejsca	Brak konieczności wcześniejszej rezerwacji miejsca	Brak możliwości wcześniejszego wyboru miejsca	W określonych pociągach możliwość rezerwacji i wyboru miejsca	Możliwość wcześniejszego wyboru miejsca (wliczone w cenę biletu)
		1	4	3	2
	Możliwość odpoczynku w czasie jazdy	Tak	Narażenie na uciążliwość innych pasażerów	Narażenie na uciążliwość innych pasażerów	Narażenie na uciążliwość innych pasażerów
		1	3	3	2
Dostępna przestrzeń na 1 pasażera	Duża	Mała	Średnia	Duża	
	1	4	3	1	
Suma:		11	21	15	8

W tabeli 4 przedstawiono subiektywne oceny poszczególnych środków transportu pod względem komfortu danego środka transportu. 1 oznacza ocenę najlepszą, natomiast 4 – najgorszą. Środek transportu, który uzyskał najmniejszą liczbę punktów jest więc najbardziej komfortowy. Najlepiej oceniony został samolot, następnie samochód, w dalszej kolejności pociąg. Za najmniej komfortowy środek transportu uznano autobus.

Kolejnym analizowanym kryterium jest bezpieczeństwo środków transportu. Porównano wyniki dotyczące bezpieczeństwa w 2011 roku. W 2011 roku doszło do 40 065 wypadków drogowych, w wyniku których 4 189 osób poniosło śmierć, rannych zostało 49 501 osób. W przypadku transportu samochodowego doszło do 24573 wypadków z winy kierującego samochodem osobowym, zabitych zostało 2097 osób, rannych natomiast 33072 osób. W wyniku wypadków drogowych zabitych zostało 742 pasażerów samochodów osobowych, 13 066 osób zostało rannych. Do 364 wypadków doszło z winy kierującego autobusem, w których zginęło 11 osób, rannych zostało 587 osób. W wyniku wypadków drogowych zabitych zostało 9 pasażerów autobusów, 1 230 osób zostało rannych [4]. W 2011 roku doszło do 488 wypadków kolejowych, w których zginęło 320 osób, 209 zostało ciężko

rannych. W wyniku wypadków kolejowych śmierć poniosło 10 pasażerów, 58 zostało rannych [5]. W transporcie komercyjnym w Polsce w 2011 roku doszło do 3 wypadków lotniczych, w wyniku których ranna została 1 osoba. Nikt nie zginął [3]. W tabeli 5 zamieszczono dane dotyczące liczby pasażerów zabitych i rannych w wypadkach w 2011 roku.

Tab. 5. Pasażerowie zabici i ranni w wypadkach z udziałem poszczególnych środków transportu w 2011 roku [3,4,5]

Pasażerowie \ Środek tr.	Samochód	Autobus	Pociąg	Samolot
Zabici	742	9	10	0
Ranni	13 066	1 230	58	1

Na podstawie wyżej przedstawionych wyników można stwierdzić, że najbardziej bezpiecznym środkiem transportu jest samolot, w następnej kolejności pociąg i autobus. Transport samochodowy jest najmniej bezpieczny i wyniki w zakresie bezpieczeństwa znacznie odbiegają od pozostałych analizowanych środków transportu.

Analiza dostępności danego środka transportu polega na sprawdzeniu liczby oferowanych połączeń w ciągu dnia. Dostępność samochodu, uznanego jako środek transportu indywidualnego, określono jako 100% – pasażerowie mają dowolność w wyznaczeniu godziny wyjazdu. Przewoźnicy kolejowi oferują 23 połączenia w ciągu dnia, natomiast decydując się na podróż autobusem mamy do wyboru 12 połączeń. Najmniej – 4 połączenia oferuje przewoźnik lotniczy [6,7,10].

Samochód jest jedynym środkiem transportu, którym dojedziemy bezpośrednio do celu podróży. Wybierając pozostałe środki transportu musimy się nastawić na konieczność skorzystania z dodatkowych środków transportu – komunikacji miejskiej lub sieci taksówek. Dworce autobusowe i kolejowe znajdują się jednak w centrum miast, dlatego możliwe jest również dotarcie do celu na pieszo. Port Lotniczy Kraków-Balice oddalony jest od centrum miasta o ok. 20 km. Istnieją jednak dogodne połączenia autobusowe oraz kolejowe, korzystając z których szybko można dojechać do centrum Krakowa.

4.2. Ocena wariantów względem kryteriów

Na podstawie analizy porównawczej i otrzymanych wyników uzupełniono macierze ocen wariantów względem poszczególnych kryteriów. Zastosowano następujące wagi:

- 1 – oba porównywane warianty są równie ważne
- 3 – wariant A jest nieznacznie lepszy od B
- 5 – wariant A jest wyraźnie lepszy od B
- 7 – wariant A jest zdecydowanie lepszy od B
- 9 – wariant A jest bezwzględnie lepszy od B

Po wprowadzeniu w arkuszu kalkulacyjnym ocen porównania wariantów decyzyjnych możliwe jest wyznaczenie rankingu wariantów – preferencji lokalnych. W tym przypadku również obliczany jest wskaźnik niespójności (podobnie, jak w przypadku oceny kryteriów). Dla wszystkich grup pasażerów uzyskano współczynnik niespójności mniejszy od 0,1.

W tabeli 6 przedstawiono wyniki dla przykładu klienta biznesowego.

Tab. 6. Preferencje lokalne dla przykładu klienta biznesowego [opracowanie własne]

Czas		Koszt		Komfort	
Samochód	21,91%	Samochód	9,75%	Samochód	25,89%
Autobus	4,91%	Autobus	54,37%	Autobus	4,89%
Pociąg	15,59%	Pociąg	31,09%	Pociąg	13,64%
Samolot	57,59%	Samolot	4,79%	Samolot	55,58%

Bezpieczeństwo		Dostępność		Wystarczalność	
Samochód	3,83%	Samochód	52,81%	Samochód	62,08%
Autobus	18,11%	Autobus	21,00%	Autobus	16,54%
Pociąg	25,55%	Pociąg	21,00%	Pociąg	16,54%
Samolot	52,50%	Samolot	5,19%	Samolot	4,83%

5. KLASYFIKACJA WARIANTÓW DECYZYJNYCH

Ostatnim etapem jest wyznaczenie ostatecznego rankingu środków transportu dla poszczególnych grup pasażerów. W tabeli 7 zamieszczono rezultaty finalne dla 4 grup pasażerów.

Tab. 7. Ranking środków transportu [opracowanie własne]

Środek tr. \ Pasażer	Samochód	Autobus	Pociąg	Samolot
Klient biznesowy	30,38%	9,96%	16,57%	43,09%
Student	30,70%	25,15%	31,53%	12,62%
Rodzina	20,78%	29,90%	25,92%	23,40%
Emeryt	23,87%	29,19%	22,76%	24,17%

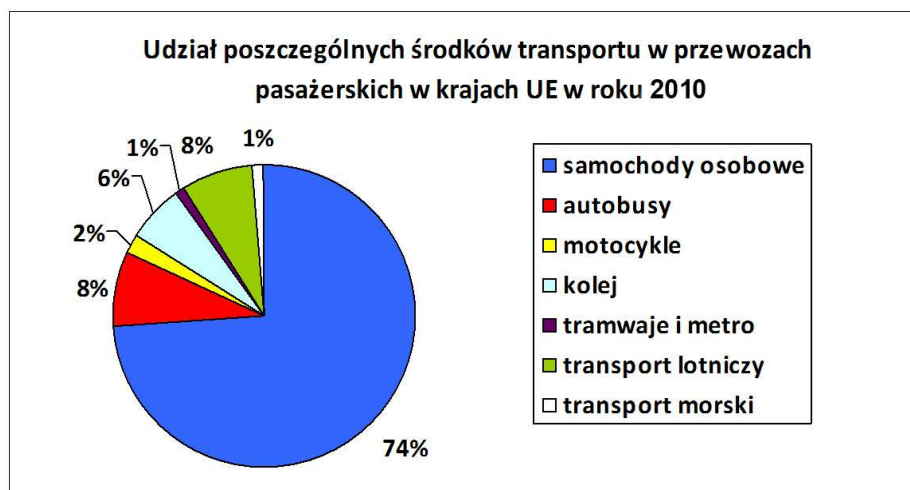
Biorąc pod uwagę ranking kryteriów, dla klienta biznesowego najbardziej odpowiednim środkiem transportu jest samolot (43,09%), następnie samochód (30,38%), autobus natomiast spełnia wymagania w najmniejszym stopniu (9,96%). Pociąg i samochód w najwyższym stopniu odpowiadają preferencjom studenta (odpowiednio 31,53% i 30,70%). Samolot, natomiast jest najmniej zgodny z preferencjami studenta. W przypadku preferencji rodziny warianty zostały ocenione niemal równomiernie – na poziomie powyżej 20%. Najwyższą ocenę uzyskał jednak autobus z wynikiem 29,90%. Również w przypadku osoby starszej każdy z wariantów odpowiada preferencjom w ponad 20%, jednak autobus spełnia preferencje pasażera w najwyższym stopniu (29,19%).

PODSUMOWANIE

Metoda AHP pozwala na dogłębną analizę problemu decyzyjnego. Wynikiem jest uzyskanie jednoznacznej hierarchii środków transportu z uwzględnieniem czynników wpływających na podjęcie decyzji.

Każda grupa pasażerów posiada różne preferencje dotyczące wyboru środka transportu – otrzymane wyniki są więc odmienne. Uwzględniając preferencje poszczególnych grup pasażerów samochód nie spełnia w najwyższym stopniu wymagań żadnej z analizowanych grup. Autobus jest najbardziej zgodny z preferencjami rodziny oraz osoby starszej, natomiast spełnia w najniższym stopniu wymagania klienta biznesowego. Z obliczeń wynika, że pociąg jest najbardziej odpowiednim środkiem transportu dla studenta. Samolot najbardziej odpowiada preferencjom klienta biznesowego, najmniej natomiast preferencjom studenta.

Uzyskane wyniki wskazują środek transportu najbardziej zgodny z wcześniej ustalonymi preferencjami pasażerów, a więc środek transportu, którym dana grupa pasażerów powinna podróżować najczęściej. Okazuje się jednak, że otrzymane wyniki różnią się od rzeczywistości. Z udziału poszczególnych środków transportu w przewozach pasażerskich w krajach UE w 2010 roku, wynika, że najwięcej pasażerów wybiera samochody osobowe (74%), po 8% pasażerów – autobusy i transport lotniczy, natomiast 6% – kolej [1].



Rys. 4. Udział środków transportu w przewozach pasażerskich w UE w 2010 roku [1]

Z danych zamieszczonych na stronie internetowej Portu Lotniczego im. Fryderyka Chopina w Warszawie wynika, że 50% osób korzystających z lotniska podróżuje w celach zawodowych. Na stronie internetowej katowickiego lotniska możemy, natomiast znaleźć informację, że 29% pasażerów podróżuje w celach zawodowych, 33% - osobistych, natomiast 39% - turystycznych. Na podstawie tych danych można stwierdzić, że duży odsetek klientów przewoźników lotniczych stanowią klienci biznesowi, dla których oferta transportowa zdaje się być atrakcyjna. Wyniki analizy odnajdują więc odzwierciedlenie w rzeczywistości.

Przewoźnicy pozostałych środków transportu nie ujawniają statystyk dotyczących profilu pasażera. Na podstawie raportu Urzędu Transportu Kolejowego pt. *Ocena Funkcjonowania Rynku Transportu Kolejowego i Stanu Bezpieczeństwa Ruchu Kolejowego w 2012 roku* można jednak wywnioskować, że duży odsetek pasażerów stanowią uczniowie i pasażerowie dojeżdżający do pracy. W okresie wakacyjnym i zimowym sprzedaż biletów jednoazowych i okresowych na trasach krótkodystansowych spadła o ponad 30%. Wzrosła natomiast sprzedaż na trasach długodystansowych.

Streszczenie

Pasażerowie przed rozpoczęciem podróży często stają przed dylematem, który środek transportu wybrać. W procesie decyzyjnym biorą pod uwagę kilka dostępnych opcji i rozważają ich zalety oraz wady. Analizują cechy środków transportu, np. prędkość środka transportu, koszt podróży, jakość przewozu, i w oparciu o swoje preferencje i uprzednie doświadczenia podejmują decyzję. Często jednak proces decyzyjny jest procesem czasochłonnym, wymagającym porównania środków transportu i poszukania niezbędnych informacji.

W artykule przedstawiono zagadnienie wyboru środka transportu na trasie Poznań-Kraków metodą AHP. Na początku artykułu krótko scharakteryzowano zastosowaną metodę badań, następnie opisano problem decyzyjny. W dalszej części zdefiniowano dopuszczalne warianty oraz kryteria wyboru. Następnie przeprowadzono ocenę kryteriów poprzez porównanie parami oraz analizę porównawczą wariantów decyzyjnych. Na końcu przedstawiono ranking wariantów decyzyjnych. Artykuł zakończono krótkim podsumowaniem.

Supporting the selection of transport mode

Abstract

Before the journey passengers often face the dilemma of which mode of transport to choose. In the decision-making process they take into account several available options and consider their advantages and disadvantages. Therefore, passengers analyze the characteristics of several means of transport, such as: speed, travel costs, the quality of transport, and basing on their preferences and previous experience decide which mode of transport to choose. The decision making process is not infrequently time consuming as it requires a comparison of means of transportation and search of the necessary information.

The article presents the problem concerning the choice of transport mode, on the route Poznan-Krakow and its analysis, with the use of the method known as the Analytic Hierarchy Process (AHP). At the beginning of the

article the mentioned method of research is briefly described and then the decision problem is characterized. Afterwards, the acceptable variants and selection criteria are enumerated. Subsequently, the criteria are compared in pairs and then the comparative analysis of the decision variants is performed. Finally, the ranking of the decision variants is presented. The article ends with a short summary.

BIBLIOGRAFIA

1. Andrzejewska S., Kamyszek K., Merkisz-Guranowska A., *Identyfikacja czynników determinujących atrakcyjność środków transportu*. Technika Transportu Szynowego 2013, nr 10.
2. Downarowicz O., Krause J., Sikorski M., Stachowski W., *Zastosowanie metody AHP do oceny i sterowania poziomem bezpieczeństwa złożonego obiektu technicznego*. Wydział Zarządzania i Ekonomii, Politechnika Gdańska, publikacja internetowa.
3. ICAO, *2012 Safety Report*. International Civil Aviation Organization. Montreal, Kanada 2012.
4. Komenda Główna Policji, Zespół Profilaktyki i Analiz Biura Ruchu Drogowego, *Wypadki drogowe w Polsce w 2011 roku*. Warszawa 2012.
5. Urząd Transportu Kolejowego, *Raport w sprawie bezpieczeństwa na kolei w Polsce za rok 2012*. Warszawa 2013.
6. <http://www.e-podroznik.pl/>
7. <http://www.lot.com/>
8. <https://maps.google.pl/>
9. <http://old.pkp.pl/>
10. <http://www.rozklad-pkp.pl/>