

KASZUBOWSKI Daniel<sup>1</sup>

## Modelowanie rozwoju regionalnej sieci połączeń kolejowych z wykorzystaniem metody analitycznego procesu sieciowego

### WSTĘP

Strategiczne planowanie systemu publicznego transportu zbiorowego na poziomie regionalnym wymaga uwzględnienia wielu czynników odzwierciedlających procesy społeczne, potencjał ekonomiczny oraz zachowania transportowe mieszkańców. Jest to nieodzowne dla zagwarantowania realizacji zadań określonych dla transportu zbiorowego w dokumentach strategicznych, których osią jest strategia rozwoju województwa. Należy przy tym uwzględnić fakt, że jest to proces długofalowy i służący nie tylko zaspokajaniu bieżących potrzeb transportowych. Jego podstawowym celem jest kształtowanie struktury przemieszczeń zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju oraz optymalnego wykorzystania dostępnych zasobów.

Rosnące wymagania odnośnie planowania rozwoju systemów transportowych stawiają przed decydentami nowe wyzwania, których wyrazem jest konieczność opracowywania dokumentów planistycznych o rosnącym stopniu złożoności. Jednym z nich jest "Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w województwie pomorskim", zwanym dalej w skrócie Planem [1]. Jego celem jest zaplanowanie organizacji przewozów o charakterze użyteczności publicznej na obszarze województwa pomorskiego do roku 2025. W Planie dokonano wielowymiarowej analizy funkcjonowania regionalnego kolejowego i autobusowego transportu zbiorowego oraz sformułowano rekomendacje dla włączenia wybranych linii do systemu linii użyteczności publicznej.

Punktem wyjścia do przeprowadzenia analizy w prezentowanym artykule było zawarte w Planie założenie, że ze względu na konieczność zachowania wymaganej elastyczności decyzyjnej, pozwalającej na efektywne kształtowanie oferty przewozowej, kryteria przypisywania połączenia linii lub kursu do segmentu użyteczności publicznej nie będą szczegółowo parametryzowane. Pozwoliło to na zidentyfikowanie linii transportu zbiorowego spełniających cechy użyteczności publicznej z uwzględnieniem specyfiki województwa pomorskiego.

Można jednak postawić pytanie, czy za pomocą odpowiednio skonstruowanego modelu decyzyjnego wykorzystującego dostępne dane charakteryzujące system transportowy regionu na tle jego parametrów społeczno-ekonomicznych możliwe jest przedstawienie hierarchii linii transportu zbiorowego z uwagi na ich użyteczność publiczną.

W związku z tym opracowany został model decyzyjny dla linii kolejowych w województwie pomorskim z zastosowaniem metody analitycznego procesu sieciowego ANP zaliczającej się do narzędzi wielokryterialnego wspomaganie decyzji. Jego wyniki zostały przedstawione i poddane ocenie w prezentowanym artykule. Dodatkowym celem analizy - poza oceną linii kolejowych - było zweryfikowanie przydatności metody ANP w odniesieniu do planowania transportu zbiorowego na poziomie regionalnym. Założono również, że uzyskane wyniki są punktem wyjścia do dalszej pracy i pogłębionej analizy badanego zagadnienia.

Opis i przykłady zastosowania metody analitycznego procesu sieciowego w różnych zastosowaniach znajduje się we wcześniejszych publikacjach autora, np.: [2], [3]. Ze względu na praktyczne ograniczenia metody zdecydowano się na ograniczenie zakresu analizy do szkieletowych (głównych) linii kolejowych. Jest to uproszczenie konieczne do zachowania odpowiedniej dokładności dokonywanych porównań. Struktura artykułu obejmuje uzasadnienie wyboru linii kolejowych będących przedmiotem analizy, identyfikację kryteriów decyzyjnych na podstawie

<sup>1</sup> Politechnika Gdańska, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Katedra Inżynierii Drogowej; 80-233 Gdańsk; ul. Narutowicza 11/12. Tel. +48 692-478-220, E-mail: dankasz@pg.gda.pl

wymagań stawianych liniom użyteczności publicznej, prezentację wyników modelu decyzyjnego oraz wnioski i omówienie jego wyników w odniesieniu do przyjętych celów.

## 1 WYBÓR LINII KOLEJOWYCH BĘDĄCYCH PRZEDMIOTEM ANALIZY

### 1.1 Definicja usług przewozowych użyteczności publicznej

Opracowanie modelu decyzyjnego na potrzeby oceny wybranych linii kolejowych pod kątem spełniania przez nie wymagań stawianych usługom użyteczności publicznej wymaga zdefiniowania tego pojęcia. Pozwoli to w dalszej kolejności na identyfikację linii będących przedmiotem analizy oraz wyboru właściwych kryteriów decyzyjnych. Zgodnie z założeniami Planu usługami o użyteczności publicznej nazywa się usługi [4]:

- których dostępność jest zapewniona na równych zasadach, podanych do publicznej wiadomości,
- dostępne dla słabszych ekonomicznie grup społeczeństwa,
- mające podstawowe znaczenie dla społeczeństw lub pewnych grup społecznych,
- świadczone lub zamawiane przez władze publiczne.

Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym [5] jako przewozy o charakterze użyteczności publicznej uznaje usługi w zakresie publicznego transportu zbiorowego, wykonywane przez operatora publicznego transportu zbiorowego w celu bieżącego i nieprzerwanego zaspokajania potrzeb przewozowych społeczności na danym obszarze. W odniesieniu do województwa pomorskiego podstawowymi celami funkcjonowania linii użyteczności publicznej, wpływającymi na proces ich kategoryzacji, są:

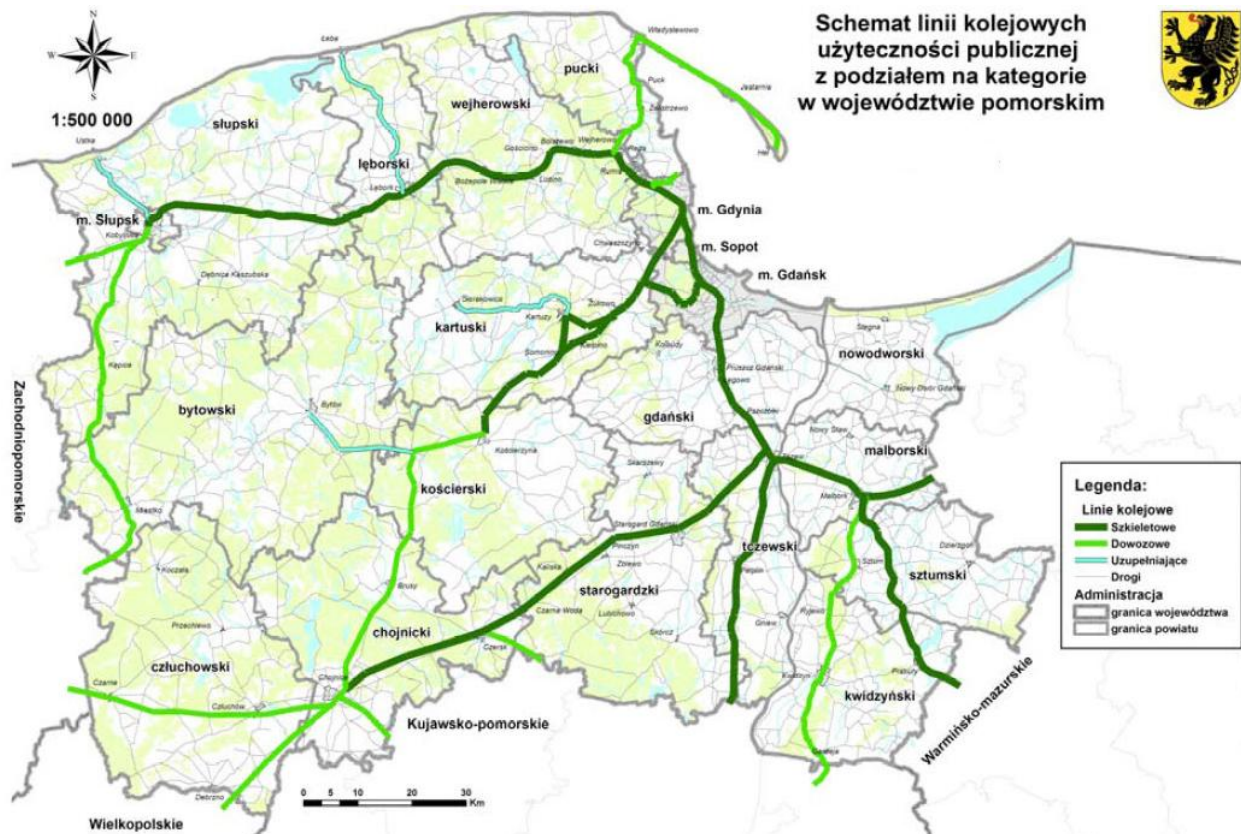
- zwiększenie udziału transportu zbiorowego w podróżach w obszarach największych zatłoczeń oraz w obszarach cennych krajobrazowo i turystycznie,
- zapewnienie realizacji międzypowiatowych podróży obowiązkowych związanych z pracą i nauką,
- poprawa dostępności do ważnych ośrodków regionalnych (Trójmiasta i Słupska), a w szczególności obszarów położonych poza 60 min. izochroną dostępności czasowej,
- poprawa dostępności do podstawowych węzłów transportowych (dworce kolejowe o znaczeniu krajowym, porty morskie i lotniska) umożliwiających sprawną realizację podróży łączonych o zasięgu międzypowiatowym,
- poprawa dostępności pomiędzy miastami powiatowymi regionu jako ośrodkami koncentracji nadrzędnych usług niezbędnych dla funkcjonowania społeczeństwa.

### 1.2 Kategorie linii użyteczności publicznej w województwie pomorskim

Specyfika wybranego narzędzia analitycznego narzuciła konieczność ograniczenia liczby rozpatrywanych wariantów decyzyjnych (linii kolejowych) do maksymalnie 7 - 9. Jest to wartość graniczna jeżeli chodzi o możliwość późniejszego wiarygodnego porównania poszczególnych wariantów i zachowanie rzetelności oceny. W przypadku linii kolejowych wyodrębnia się następujące kategorie, które zostały przedstawione na rysunku 1:

- szkieletowe, łączące centralny ośrodek metropolitalny z ważnymi ośrodkami krajowymi oraz ważniejsze ośrodki regionalne I i II rzędu w województwie pomorskim,
- dowozowe, łączące ośrodki regionalne I i II rzędu oraz obszary sąsiednich województw z kolejowymi liniami szkieletowymi,
- uzupełniające, które mogą być wykorzystywane sezonowo, na przykład w okresie wzmożonego ruchu turystycznego.





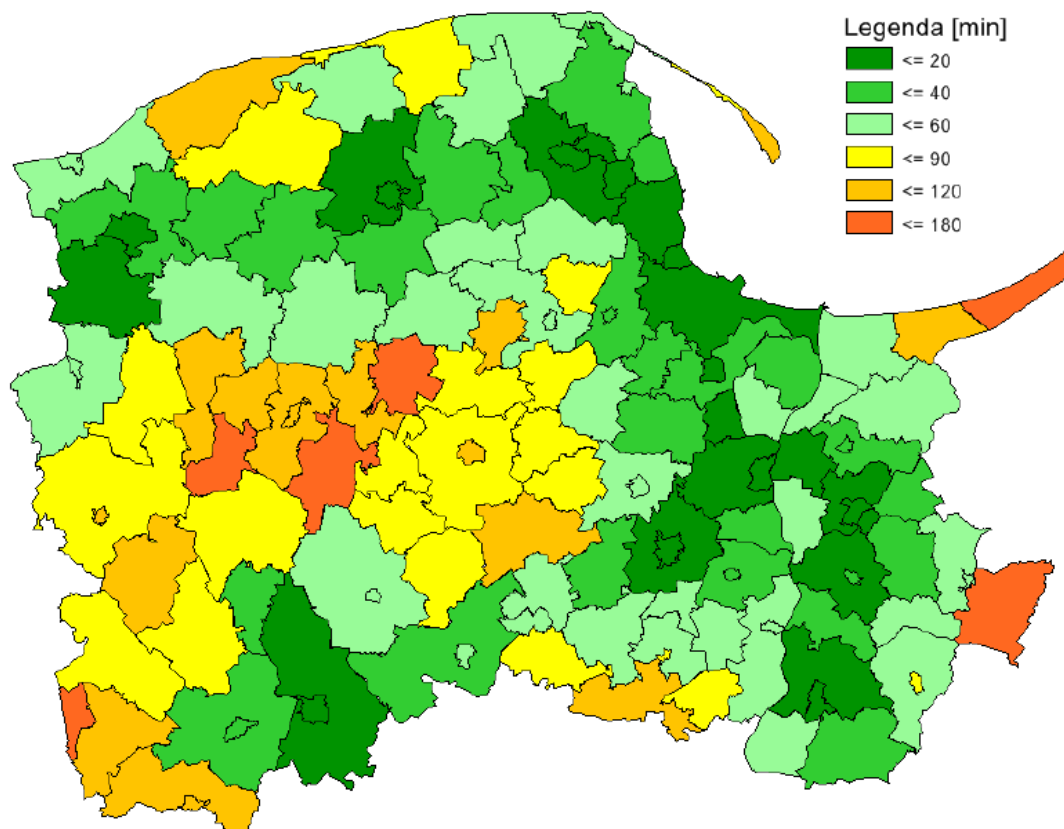
Rys. 1. Schemat linii kolejowych użyteczności publicznej w podziale na kategorie [1]

W oparciu o zaprezentowane zestawienie opracowano zawarty w tabeli 1 zbiór linii kolejowych będących przedmiotem analizy wielokryterialnej.

Tab. 1. Zestawienie linii kolejowych przyjętych jako warianty w modelu decyzyjnym

Numer wariantu	Relacja
W1	Słupsk – Lębork – Wejherowo – Gdynia Główna/ Gdańsk Główny
W2	(Elbląg) - Malbork – Tczew – Gdańsk Główny – Gdynia Główna/ Gdynia Chylonia
W3	(Olsztyn Główny/ Iława Główna) - Prabuty – Malbork – Tczew – Gdańsk Główny/ Gdynia Główna
W4	(Bydgoszcz Główna/ Laskowice Pomorskie) - Smętowo – Tczew – Gdańsk
W5	Chojnice – Gdynia Główna/ Gdynia Chylonia
W6	Kościerzyna - Gdynia Główna/Gdańsk Główny
W7	Kartuzy - Gdynia Główna/Gdańsk Główny

Do analizy wybrano więc szkieletowe linie kolejowe w województwie pomorskim, które mają największe znaczenie dla funkcjonowania regionalnego systemu transportowego. Aby zapewnić właściwe odzwierciedlenie znaczenia linii dowozowych i uzupełniających, w zbiorze kryteriów decyzyjnych uwzględniono je jako "linie uzupełniające" odnosząc się do ich potencjału w zakresie integracji obszarów peryferyjnych z podstawową siecią transportową województwa. Z uwagi na trudność w ilościowym scharakteryzowaniu tych linii dokonano oceny jakościowej, uwzględniającej równomierność ich rozmieszczenia, przebieg po obszarach o dużym bezrobociu oraz niskiej dostępności transportowej. W ostatnim przypadku wykorzystano analizę czasu dojazdu z gmin transportem zbiorowym do ośrodków wyższego rzędu w województwie pomorskim [4]. Jej wyniki przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Analiza czasu dojazdu z gmin województwa pomorskiego do ośrodków wyższego rzędu. [6]

## 2 KRYTERIA OCENY WYBRANYCH LINII KOLEJOWYCH

W celu wyboru odpowiednich kryteriów decyzyjnych służących kategoryzacji linii kolejowych w województwie pomorskim na tle wymagań użyteczności publicznej jako punkt odniesienia przyjęto zasady doboru tych linii uwzględnione w Planie [1]. Przyjęto tam, że o zakwalifikowaniu danej linii do sieci użyteczności publicznej będzie każdorazowo decydował organizator transportu zbiorowego w oparciu o analizę:

- wielkości popytu (liczbę pasażerów),
- struktury pasażerów według kryterium rodzaju biletu i uprawnień do przejazdów ulgowych oraz statusu społeczno-zawodowego,
- rodzaju zaspokajanych potrzeb przewozowych,
- celów podróży,
- charakterystyki obsługiwanych obszarów z uwzględnieniem stopnia zmotoryzowania gospodarstw domowych.

Na tej podstawie określono następujące kryteria zaliczania analizowanego połączenia do sieci użyteczności publicznej transportu zbiorowego w województwie pomorskim:

- wielkość popytu (średnia wielkość planowanego popytu na podróże międzypowiatowe),
- wielkość i rodzaj potrzeb przewozowych,
- priorytet dla obszarów wykluczenia społecznego (w zależności od poziomu dostępności transportowej oraz udziału transportu zbiorowego w przewozach),
- priorytet w obsłudze dla transportu kolejowego,
- priorytet dla linii autobusowych dowożących pasażerów do kolejowych węzłów integracyjnych

Traktując przedstawione kryteria jako punkt wyjścia opracowano dedykowany zbiór kryteriów decyzyjnych wykorzystanych w modelu ANP. Kluczem doboru kryteriów do modelu była dostępność danych oraz możliwość uwzględnienia możliwie szerokiego zakresu czynników związanych z funkcjonowaniem regionalnego transportu zbiorowego jako integratora procesów społeczno-gospodarczych. Kryteria zastosowane w modelu oraz źródła danych przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Kryteria decyzyjne oraz źródła danych wykorzystane w modelu ANP

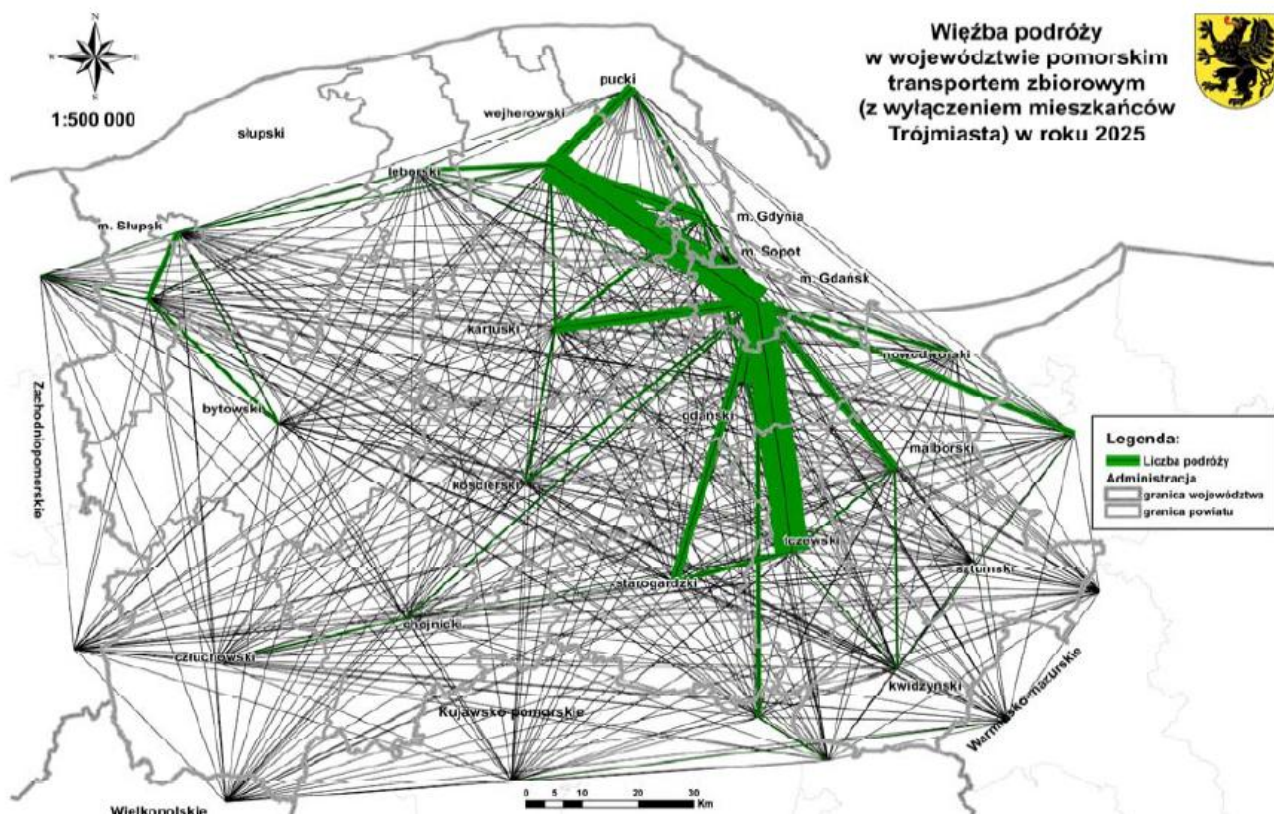
Kryterium decyzyjne	Źródło danych
przewozy pasażerów transportem zbiorowym	badania międzypowiatowych podróży mieszkańców województwa pomorskiego w zakresie przestrzennym odpowiadającym przebiegowi analizowanych linii kolejowych; dane dla 2013r.
prognoza przewozów transportem zbiorowym	prognoza międzypowiatowych podróży mieszkańców województwa pomorskiego w zakresie przestrzennym odpowiadającym przebiegowi analizowanych linii kolejowych dla roku 2025
czas przejazdu	uśrednione czasy przejazdu pomiędzy miastami powiatowymi leżącymi na trasie analizowanych linii kolejowych a najbliższym miastem Trójmiasta zgodnie z rozkładem jazdy obowiązującym w 2013 roku
węzły przesiadkowe	liczba i kategoria węzłów przesiadkowym (krajowe, regionalne i lokalne)
linie dowozowe	jakościowa oraz ilościowa ocena możliwości funkcjonowania komplementarnych kolejowych linii dowozowych i uzupełniających, również w powiązaniu z funkcjonowaniem węzłów przesiadkowych w odniesieniu do czasu dojazdu z gmin miast powiatowych
stopa bezrobocia	dane statystyczne za 2013 na poziomie powiatów
udział bezrobotnych dłużej niż jeden rok w liczbie bezrobotnych ogółem	dane statystyczne GUS za 2013 na poziomie powiatów
podmioty gospodarcze na 1000 mieszkańców	dane statystyczne GUS za 2013 na poziomie powiatów
łączna liczba miejsc noclegowych w obiektach hotelowych i innych obiektach noclegowych	dane statystyczne GUS za 2013 na poziomie powiatów
liczba mieszkańców	dane statystyczne za 2013 na poziomie powiatów
prognoza liczby mieszkańców	prognoza zmiany liczby mieszkańców do 2025 roku - Bank Danych Lokalnych GUS
liczba etatów nauczycielskich w szkołach średnich	dane statystyczne za 2013 na poziomie powiatów
liczba samochodów osobowych na 1000 mieszkańców	dane statystyczne GUS za 2013 na poziomie powiatów
udział transportu zbiorowego w przewozach	badania międzypowiatowych podróży mieszkańców województwa pomorskiego w zakresie przestrzennym odpowiadającym przebiegowi analizowanych linii kolejowych; dane dla 2013r

Tworząc model w oparciu o zdefiniowane kryteria położono nacisk na linie przebiegające przez powiaty o największej liczbie ludności [7] oraz te, w których występuje największa stopa bezrobocia. Wyodrębniono również kategorię dotyczącą udziału osób pozostających bez pracy ponad 1 rok, która może pozwolić na identyfikację obszarów dotkniętych bezrobociem strukturalnym, a więc wymagających szczególnej uwagi podczas kształtowania polityki rozwoju regionalnego. Niejako na drugim końcu skali w kategorii kryteriów ekonomicznych znajduje się liczba podmiotów gospodarczych na 1000 mieszkańców służąca określeniu dynamiki gospodarczej danego powiatu oraz liczba miejsc noclegowych jako kryterium uzupełniające. Jego celem jest uwzględnienie turystycznego charakteru wielu powiatów województwa, bezpośrednio wpływającego na potrzeby przewozowe zarówno o charakterze obligatoryjnym (pracownicy) jak i fakultatywnym (turyści).

Przyjęto założenie, że inwestycje w linie kolejowe użyteczności publicznej powinny być traktowane jako długofalowy środek służący zmianie zachowań transportowych mieszkańców w kierunku wyższego stopnia wykorzystania transportu zbiorowego. W związku z tym w modelu proporcjonalnie większą wagę przypisano liniom, na których trasie występuje duży udział przemieszczeń samochodem osobowym. Odwrotną zależność zastosowano dla kryterium udziału transportu zbiorowego w przemieszczeniach, gdzie większą wagę otrzymały linie przebiegające przez powiaty o niskim udziale transportu zbiorowego. Wielkość przewozów w transporcie zbiorowym w relacjach międzypowiatowych określono na podstawie badań struktury podróży mieszkańców



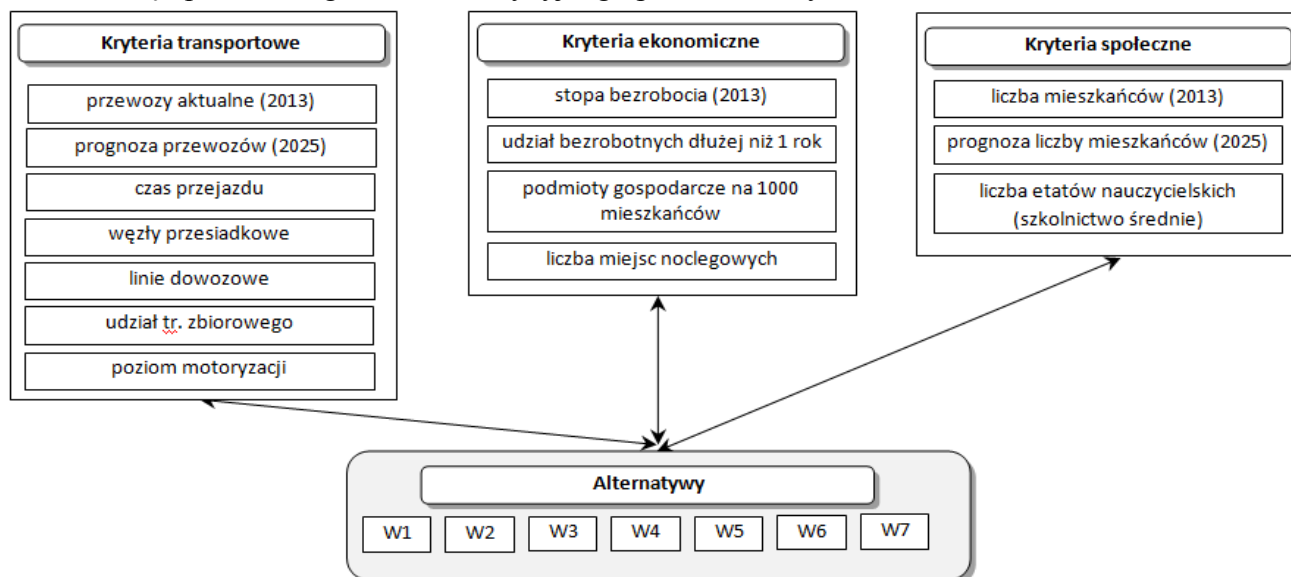
województwa przeprowadzonych w 2013 roku oraz na podstawie prognozy do roku 2025, którą przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Więźba podróży transportem zbiorowym w województwie pomorskim w 2025 roku [8]

### 3 STRUKTURA I WYNIKI WIELOKRYTERIALNEGO MODELU DECYZYJENGO

Strukturę opracowanego modelu decyzyjnego przedstawia rysunek 4.



Rys. 4. Struktura wielokryterialnego modelu decyzyjnego ANP

Wyniki analizy przeprowadzonej z użyciem wybranych kryteriów decyzyjnych przedstawiają tabele 3 oraz 4. Zgodnie z procedurą metody analitycznego procesu sieciowego ANP dokonuje się dwóch rodzajów porównań. Pierwszy rodzaj to porównania alternatyw z uwagi na kryterium (tabele 3 i 4), drugi to identyfikacja znaczenie kryteriów w odniesieniu do specyfiki alternatyw (tabela 5).

Tab. 3. Ważona macierz wyników porównań parami w relacji kryteria decyzyjne - alternatywy dla kryteriów transportowych

kryteria alternatywy	Kryteria transportowe						
	przewozy aktualne	prognoza przewozów	czas przejazdu	węzły przesiadkowe	linie dowozowe	udział transportu zbiorowego	poziom motoryzacji
W1	0,187	0,136	0,209	0,394	0,307	0,117	0,124
W2	0,205	0,136	0,101	0,152	0,041	0,095	0,138
W3	0,223	0,170	0,179	0,154	0,139	0,117	0,139
W4	0,171	0,137	0,052	0,075	0,037	0,097	0,149
W5	0,118	0,131	0,234	0,171	0,356	0,143	0,140
W6	0,056	0,148	0,116	0,033	0,071	0,226	0,152
W7	0,039	0,142	0,109	0,020	0,048	0,206	0,158

Tab. 4. Ważona macierz wyników porównań parami w relacji kryteria decyzyjne - alternatywy dla kryteriów ekonomicznych i społecznych

kryteria alternatywy	kryteria ekonomiczne				kryteria społeczne		
	stopa bezrobocia	bezrobotni dłużej niż 1 rok	liczba miejsc noclegowych	podmioty gospodarcze na 1000 mieszk.	liczba mieszkańców	dynamika ludności	liczba etatów nauczycielskich
W1	0,169	0,164	0,477	0,165	0,216	0,085	0,246
W2	0,156	0,154	0,072	0,145	0,133	0,115	0,142
W3	0,179	0,154	0,084	0,136	0,192	0,045	0,196
W4	0,113	0,147	0,051	0,147	0,103	0,185	0,082
W5	0,149	0,155	0,133	0,137	0,207	0,085	0,196
W6	0,127	0,122	0,135	0,129	0,091	0,197	0,083
W7	0,107	0,103	0,048	0,141	0,058	0,288	0,056

Tab. 5. Ważona macierz wyników porównań parami w relacji alternatywy - kryteria decyzyjne

	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7
stopa bezrobocia	0,172	0,197	0,031	0,049	0,039	0,032	0,172
bezrobotni dłużej niż 1 rok	0,087	0,034	0,041	0,028	0,022	0,030	0,087
liczba miejsc noclegowych	0,027	0,023	0,068	0,098	0,088	0,060	0,027
podmioty gospodarcze na 1000 mieszk.	0,047	0,078	0,193	0,159	0,184	0,211	0,047
liczba mieszkańców	0,209	0,208	0,083	0,210	0,069	0,057	0,209
prognozowana liczba mieszkańców	0,093	0,046	0,198	0,073	0,220	0,242	0,093

liczba etatów nauczycielskich	0,031	0,079	0,052	0,050	0,044	0,034	0,031
przewozy aktualne	0,072	0,045	0,044	0,017	0,034	0,025	0,072
prognoza przewozów	0,046	0,074	0,039	0,011	0,048	0,049	0,046
czas przejazdu	0,032	0,108	0,078	0,132	0,021	0,036	0,032
węzły przesiadkowe	0,019	0,039	0,022	0,025	0,013	0,016	0,019
linie dowozowe	0,018	0,015	0,013	0,038	0,024	0,014	0,018
udział transportu zbiorowego	0,120	0,032	0,118	0,058	0,090	0,084	0,120
poziom motoryzacji	0,027	0,020	0,018	0,054	0,104	0,109	0,027

Wynikiem przedstawionej analizy wielokryterialnej jest następująca hierarchia linii kolejowych w województwie pomorskim z uwagi na ich potencjał jako linii użyteczności publicznej:

- W1 0,1888
- W5 0,1582
- W3 0,1435
- W6 0,1328
- W7 0,1292
- W2 0,1282
- W4 0,1192

## WNIOSKI

Celem artykułu było zweryfikowanie możliwości opracowania wielokryterialnego modelu decyzyjnego w celu hierarchizacji regionalnych linii kolejowych zgodnie z możliwością pełnienia przez nie funkcji linii użyteczności publicznej. Wykorzystano w tym celu metodę analitycznego procesu sieciowego poszukując odpowiedzi odnośnie jej przydatności w strategicznych problemach decyzyjnych dotyczących planowania regionalnego systemu transportowego. Założono jednocześnie, że model ma charakter ewolucyjny i powinien być przedmiotem dalszych badań.

Wyniki uzyskane dzięki zastosowaniu modelu w dużej mierze odpowiadają ogólnej koncepcji przedstawionej w cytowanym Planie zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w województwie pomorskim. Przyjęta kombinacja kryteriów decyzyjnych o charakterze transportowym, ekonomicznym i społecznym opartych w przeważającej części na aktualnych danych ilościowych pozwoliła na wskazanie racjonalnej hierarchii linii kolejowych, które powinny pełnić rolę użyteczności publicznej. Ponieważ przyjęto założenie o niewykluczającym charakterze analizy, uzyskane wyniki mogą służyć jako punkt odniesienia do pogłębionych analiz - w tym technicznych, finansowych i operacyjnych - dla konkretnych linii i połączeń.

Dzięki zastosowaniu metody analitycznego procesu sieciowego uniknięto w pewnym stopniu mało elastycznego hierarchicznego podejścia przy ustalaniu wag kryteriów decyzyjnych, co może stanowić utrudnienie w przypadku wewnętrznie złożonych problemów decyzyjnych. Jednocześnie można wskazać pewne praktyczne problemy wynikające z zastosowanej metody ANP:

- konieczne było ograniczenie liczby alternatyw do 7, co stanowi środek przedziału sugerowanego zbioru rozpatrywanych wariantów (7 plus/minus 2); w przypadku większej ich liczby pojawiają się trudności w ich obiektywnej ocenie, zwłaszcza jeżeli są stosowane kryteria jakościowe,
- w przypadku stosunkowo niewielkich różnic wartości kryteriów decyzyjnych dla poszczególnych alternatyw rozkład wyników może wydawać się niejednoznaczny z powodu niewielkich różnic pomiędzy nimi; jest to potencjalny problem w przypadku interpretacji przez decydentów oczekujących najczęściej jednoznacznych wyników,





- występują problemy w zgromadzeniu danych statystycznych mogących potencjalnie poprawić dokładność modelu; odnosi się to na przykład do interesującego kryterium dojazdów do pracy na poziomie powiatów; jedyne dostępne dane statystyczne publikowane przez GUS pochodzą z 2006 roku i nie są kontynuowane,
- w opracowanym modelu nie przypisano wag klastrom grupującym trzy grupy kryteriów decyzyjnych; jest to umotywowane brakiem punktu odniesienia oraz dążeniem do uzyskania możliwie łatwych w interpretacji wyników,
- w nawiązaniu do poprzedniego punktu i przyjętych wstępnych założeń o rozwojowym charakterze modelu wskazane jest zweryfikowanie go poprzez zastosowanie rozbudowanego zbioru kryteriów, wprowadzanie wag dla ich grup oraz zweryfikowanie go poprzez zastosowanie do innego zbioru alternatyw, na przykład linii kolejowych w innym województwie.

Pomimo wymienionych uwag metoda analitycznego procesu sieciowego posiada potencjał w zakresie wpierania decyzji o znaczeniu strategicznym dotyczących rozwoju regionalnego systemu transportowego. Nie zastąpi ona innych stosowanych do tej pory metod, ale może pomóc w usprawnieniu procesu decyzyjnego oraz uporządkowaniu zbioru stosowanych kryteriów decyzyjnych.

### Streszczenie

W artykule przedstawiono wielokryterialny model decyzyjny dla kategoryzacji linii kolejowych w województwie pomorskim z uwagi wymogi użyteczności publicznej. Punktem odniesienia dla analizy był Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w województwie pomorskim, w którym z uwagi na niezbędną elastyczność decyzyjną nie dokonano parametryzacji kryteriów decydujących o przypisaniu linii do segmentu użyteczności publicznej. Model opracowano z zastosowaniem metody analitycznego procesu sieciowego ANP. Wykorzystano w większości ilościowe kryteria decyzyjne pogrupowane w trzy kategorie: transportowe, ekonomiczne i społeczne. Wśród nich można wskazać min.: czas przejazdu, udział transportu zbiorowego w przewozach, stopień motoryzacji, poziom bezrobocia czy ilość podmiotów gospodarczych. Wszystkie kryteria dotyczyły powiatów przez które przechodzą analizowane linie kolejowe. Do analizy wybrano ograniczony zbiór siedmiu linii kolejowych, uwzględniając również ich potencjał w zakresie funkcjonowania węzłów integracyjnych oraz linii dowozowych. Wyniki analizy odpowiadają rekomendacjom Planu, wskazując na możliwość wykorzystania metody ANP do rozwiązywania złożonych problemów decyzyjnych w zakresie planowania transportu na poziomie regionalnym. Opracowany model wymaga dalszego uszczegółowienia i weryfikacji w celu nadania mu optymalnego poziomu dokładności.

## Regional rail network modelling with the analytic network process (ANP) method

### Abstract

The article presents multicriteria decision model elaborated for categorisation of railway lines in the pomorskie region according to the public utility principle. The reference point was the Sustainable development plan for public transport in Pomorskie region. The Plan was based on expert decisions and did not include tangible criteria for rail lines evaluation in terms of their public utility potential. To address this issues the decision model was developed according to the analytic network process (ANP) method. Three categories of decision criteria were used to assess regional railways: transportation, economic and social. They include among others time of travel, public transport share in intra-district travels (NTS -5 level), motorisation level, unemployment level and quantity of enterprises per 1000 of inhabitants. All criteria were related to the districts where analysed lines were present. Seven lines were selected for analysis, also including their connecting lines potential. Results of the analysis are corresponding to Sustainable development plan recommendations, indicating potential of ANP method for strategic decision making on the regional level. However, the model requires further development and calibration to achieve optimal results.



## BIBLIOGRAFIA

1. Plan zrównoważonego rozwoju publicznego transportu zbiorowego w województwie pomorskim. Urząd Marszałkowski Województwa Pomorskiego, 2014 r.
2. Kaszubowski D., Evaluation of Urban Freight Transport Management Measures. LogForum 8 (3) 2012 ,217-229
3. Kaszubowski D., Determination of objectives for urban freight policy. LogForum 10 (4) 2014, 409-421
4. Bergel I., Usługi publiczne w transporcie pasażerskim. Przegląd Komunikacyjny 2008, nr 12.
5. Ustawa o publicznym transporcie zbiorowym. Dz. U. z 2011, nr 5 poz. 13 ze zmianami
6. Birr K., Jamroz K., Identyfikacja obszarów o najsłabszym poziomie oferty publicznego transportu zbiorowego na przykładzie województwa pomorskiego. IV Ogólnopolska Konferencja Naukowo - Techniczna "Modelowanie podróży i prognozowanie ruchu" Kraków 2014
7. Bank Danych Lokalnych GUS
8. Jamroz K., Birr K., Grulkowski S., Kalkowski K., Budziszewski T., Analiza możliwości wzrostu udziału transportu zbiorowego w wojewódzkich przewozach pasażerskich na przykładzie województwa pomorskiego. Transport Miejski i Regionalny 2014, nr 8.