

Prognozowanie przewozów w regionie sieci transportowej

Prognozowanie jest określeniem możliwego przebiegu procesu w przyszłości na bazie informacji pochodzących z przeszłości. Prognozowanie dotyczy różnych dziedzin wiedzy, w tym logistyki i transportu. W zależności od celu prognozy, dziedziny wiedzy, struktury i zakresu informacji o przeszłości można stosować różne metody i modele prognozowania.

Metody prognozowania dzielą się na trzy duże grupy: statystyczne, przyczynowo-skutkowe i mieszane [1, 3]. Metoda statystyczna wykorzystuje statystyczne dane z obserwacji procesu mającego miejsce w przeszłości do określenia prognozy. Metoda przyczynowo-skutkowa określa zależność funkcjonalną pomiędzy parametrami prognozowanego procesu i innymi procesami, często niesformalizowanymi. Na podstawie prognozowanych (oczekiwanych) wartości niektórych procesów, ocen ekspertów i innych danych uzyskuje się prognozę procesu rozpatrywanego. Metody mieszane wykorzystują elementy metod statystycznych i przyczynowo-skutkowych w stopniu określonym konkretną sytuacją. Modelem prognozy jest zazwyczaj matematyczny opis zmian w rozpatrywanym procesie.

Inercyjne procesy logistyczne można prognozować za pomocą trzech klas modeli: deterministycznych, stochastycznych i mieszanych [4]. Modele deterministyczne opisują proces, stosując zdeterminowaną funkcjonalną zależność wartości jego parametrów od czasu i innych czynników. Modele stochastyczne mają charakter probabilistyczny i opisują proces przy użyciu terminologii z zakresu rachunku prawdopodobieństwa. Modele mieszane stanowią połączenie funkcjonalne modeli deterministycznych i stochastycznych. W większości przypadków modele mieszane to modele stochastyczne z trendem [3].

W prognozowaniu procesów logistycznych zazwyczaj stosuje się metody statystyczne, które gwarantują niezależność ich „przebiegu” od decydentów oraz możliwość automatyzacji procesu prognozowania.

W odróżnieniu od prognozowania przestrzenno-lokalizacyjnych procesów produkcji i konsumpcji prognozowanie procesów transportowych zawiera podstawową nieokreśloność, związaną z geograficzną odległością punktów i ich wzajemną zależnością.

W pracy [2] w prognozowaniu wykorzystuje się retrospekcję geografii i ilości połączeń pomiędzy węzłami sieci, uwzględniającą rodzaj przewozów i charakter połączeń. Zaproponowane przy tym dynamiczne karty komunikacyjne zapewniały udane rozwiązanie problemu prognozowania wielkości przewozów dla konkretnej gałęzi transportu, a także zmian strukturalnych w węzłach generowania potoków ładunków, dynamiczne karty komunikacyjne mają pewne ograniczenia. Obecnie na różnych szczeblach zarządzania w prognozowaniu przewozów w rejonie sieci transportowej stosuje się następujące podejście:

- określa się makroekonomiczne wielkości przewozów w zależności od zmian wskaźników socjalno-ekonomicznych;
- prognozuje się wielkości przewozów dla każdej gałęzi transportu z uwzględnieniem średniej odległości przewozów (zależności transportowo-ekonomicznych);
- stara się uczynić przewozy towarem konkurencyjnym w obsłudze podmiotów gospodarczych i ludności.

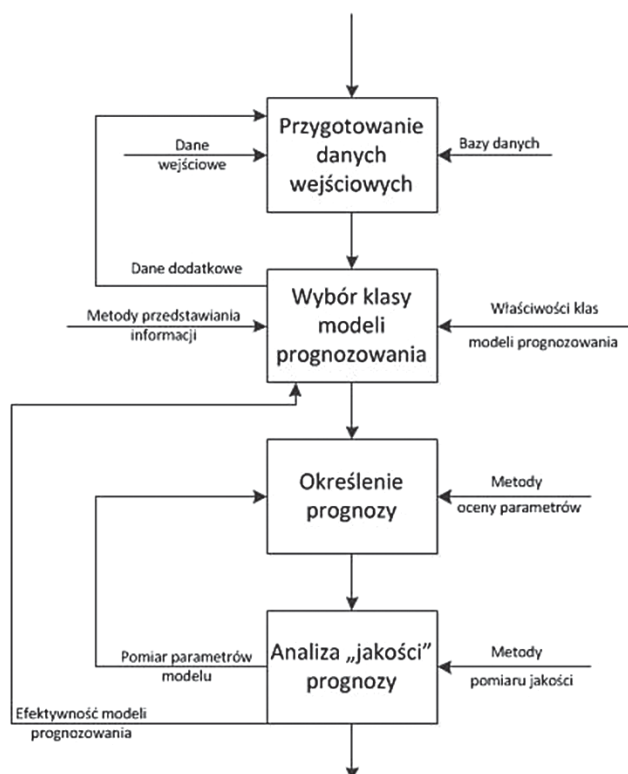
Z powodu permanentnych zmian zachodzących w gospodarce prognozowanie przewozów staje się zadaniem niezwykle trudnym i złożonym. Wydaje się, że w tej sytuacji przy prognozowaniu przewozów należy uwzględniać ich cechy jakościowe i przestrzenne. Do cech jakościowych przewozów należą typy przewozów, które dzielą się na pasażerskie (bliskie i dalekie), towarowe oraz mieszane. Do cech przestrzennych należą przewozy wewnątrzregionalne (miejscowe), międzyregionalne i międzynarodowe.

W niniejszej pracy przedstawiono metodykę prognozowania wskaźników przewozów kolejowych w regionie sieci transportowej.

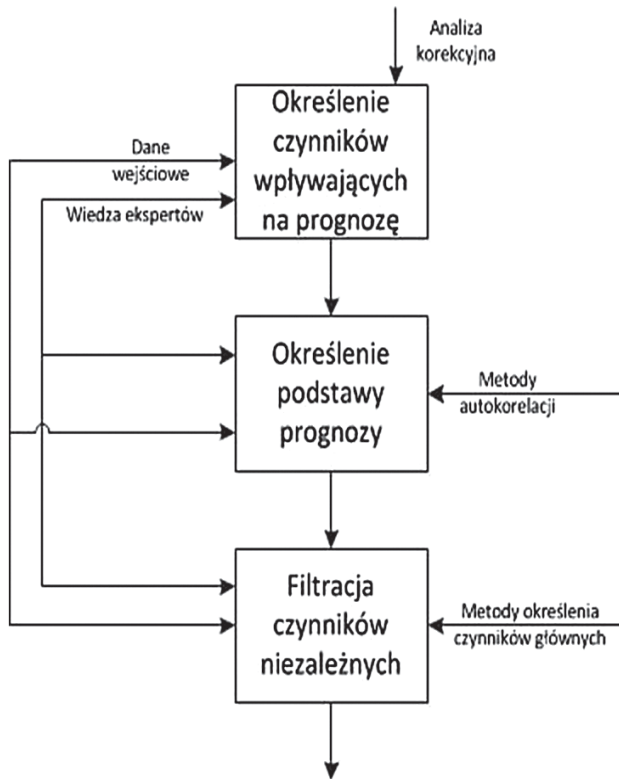
Wielopoziomowe modele prognozy przewozów

Monitoring i prognozowanie przewozów w regionie sieci transportowej powinny uwzględniać:

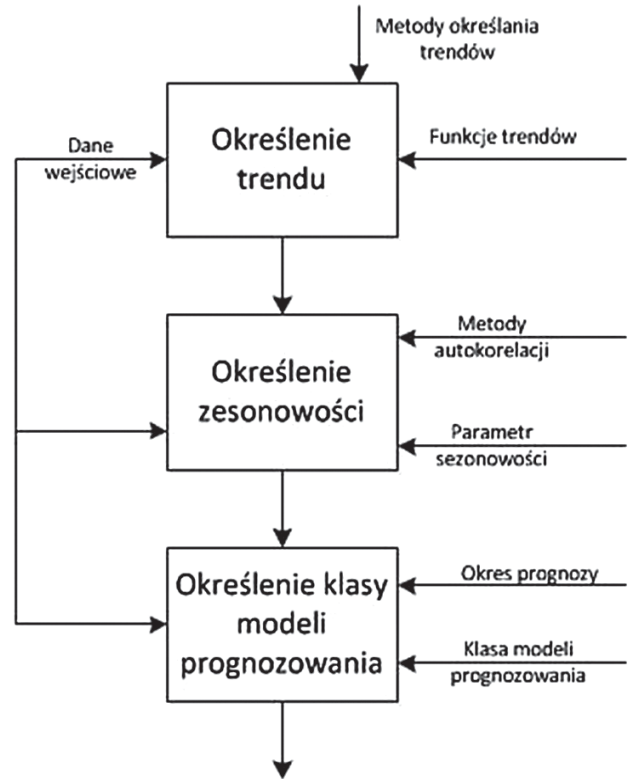
- * brak zrównoważonych zależności transportowo-ekonomicznych w regionach sieci transportowej z powodu różnego stopnia ich rozwoju;



Rys. 1. Etapy prognozowania przewozów



Rys. 2. Przygotowanie danych wejściowych



Rys. 3. Wybór klasy modeli prognozowania

- ✱ brak możliwości wykorzystania metod statystycznych z powodu często nieaktualnej bazy danych (ciągłe zmiany w infrastrukturze transportu);
- ✱ jakościowe zmiany w strukturze przewozów.

Algorytm prognozowania przewozów jest procesem wieloetapowym, zawierającym przygotowanie danych retrospektywnych (określenie podstawy prognozy, niezależnych czynników wpływających na prognozę), określenie klasy modeli prognozowania (modele regresji, modele jedno- i wielowymiarowe, modele wielokrotnej autoregresji, modele stochastyczne i inne), wybór modeli prognozowania, określenie prognozy i ocenę jej „jakości” [2]. Na rys. 1–3 pokazano poszczególne etapy prognozowania przewozów.

Najważniejszą cechą przewozów jest cecha przestrzenna – przemieszczanie ładunku lub pasażera z jednego punktu geograficznego x_i do drugiego punktu y_i po najmniejszych kosztach. Odległość pomiędzy tymi punktami $r(x_i, y_i)$ klasyfikuje przewozy w przestrzeni.

Rozważmy prognozowanie k -tego typu przewozów, $k \in K$ pomiędzy punktami $x_i \in X$ i $y_j \in Y$, gdzie X i Y są regionami sieci transportowej. Określmy czynniki statystyczne wpływające na prognozę (wszystkie czynniki są wektorami, miarą których jest chwila czasu w okresie retrospektywnym):

- $\bar{E}_l(Y)$ – socjalno-ekonomiczne wskaźniki regionu Y , $l \in L$;
- \bar{E}_l – socjalno-ekonomiczne wskaźniki na poziomie makro;
- $\bar{P}_k(x_i, y_j)$ – przewozy k -tego typu pomiędzy x_i i y_j , $k \in K$;
- $\bar{R}_k(x_i, y_j)$ – wskaźnik przewozów k -tego typu, wykonanych alternatywną (konkurencyjną) gałęzią transportu;
- $\bar{C}_k(x_i, y_j)$ – dynamika polityki taryfowej transportu kolejowego i konkurencyjnej (alternatywnej) gałęzi transportu;

- $\bar{O}_k(x_i, y_j)$ – zdolności przepustowe transportu kolejowego dla k -tego typu przewozów od x_i do y_j ;
- $\bar{S}_k(x_i, y_j)$ – zdolności przepustowe konkurencyjnych (alternatywnych) gałęzi transportu dla k -tego typu przewozów.

Prognozę dla k -tego typu przewozów na okres T można wyrazić następującym funkcjonalem:

$$P_k^T(x_i, y_j) = F(\bar{E}_l, \bar{E}_l(Y), \bar{P}_k(x_i, y_j), \bar{R}_k(x_i, y_j), \bar{C}_k(x_i, y_j), \bar{O}_k(x_i, y_j), \bar{S}_k(x_i, y_j)) \quad (1)$$

Funkcjonał (1) przedstawia uogólnioną zależność wielkości prognozowanej od statystycznych danych retrospektywnych.

Rozważmy algorytm prognozowania przewozów kolejowych $P_k^T(x_i, y_j)$, wyrażony następującymi etapami:

1. określenie podzbioru wskaźników socjalno-ekonomicznych regionu dla przewozów k -tego typu – L .

Na podstawie korelacyjnych zależności przewozów typu \bar{R}_k i wskaźników socjalno-ekonomicznych regionu \bar{E}_l określamy $\tilde{L} \subseteq L$ – wskaźniki o „wysokim” stopniu korelacji $|r(\bar{R}_k, \bar{E}_l)|$, przy czym $|r(\bar{R}_k, \bar{E}_l)| > r_{min}$, dla wszystkich $l \in \tilde{L}$, gdzie r_{min} wynika z ocen ekspertów.

Jeżeli zbiór \tilde{L} zawiera „znaczną” liczbę wskaźników socjalno-ekonomicznych (w praktyce dziesiątki wskaźników), to celowe staje się określenie podgrupy wskaźników dominujących wśród zbioru \tilde{L} . Na bazie analizy klasterowej można określić wzór wskaźników $\bar{L} \subseteq \tilde{L}$, charakteryzujących sytuację socjalno-ekonomiczną regionu organizującego przewozy k -tego typu;

2. prognozowanie zmian strukturalnych i jakościowych w zbiorze dominujących wskaźników socjalno-ekonomicznych

\bar{L} regionów X i Y na bazie modeli i metod prognozowania.

W etapie tym określa się trendy perspektywicznych zdolności przepustowych elementów sieci transportowej regionów;

3. prognozowanie wielkości przewozów za pomocą narzędzi matematyczno-informatycznych.

Zaproponowany algorytm pokazuje koncepcję prognozowania przewozów na bazie analizy dynamiki procesów zachodzących w makroekonomicznym otoczeniu transportu kolejowego.

Podsumowanie

Procedura określenia prognozy dla danego wskaźnika przewiduje kilka etapów postępowania: przygotowanie danych wejściowych, wybór klasy modeli prognozowania, ocenę parametrów modelu prognozowania, weryfikację adekwatności modelu prognozowania.

Przygotowanie danych wejściowych wymaga określenia okresu podstawy prognozy. Okres podstawy prognozy powinien być stosunkowo krótki i powinien wyrażać tendencje zmian danego wskaźnika. Zbyt długi okres retrospektywnych wartości prognozowanego wskaźnika może mieć ujemny wpływ na wyniki prognozowania. Wynika to z braku zależności pomiędzy wcześniejszymi i kolejnymi wartościami prognozowanego wskaźnika, tj. współczynnik autokorelacji $r(x_t, x_{t-1}) \approx 0$, gdzie x_t – wartość prognozowanego wskaźnika w chwili t .

Dla podkreślenia „dojrzałości” danych retrospektywnych w analizie parametrów modeli można wykorzystać współczynniki wagowe.

W ocenie parametrów modelu

$$w_t = f(a_0, a_1, \dots, a_m, t, \bar{X}_{t-k}) \quad (2)$$

gdzie $\bar{X}_{t-k} = (x_{t-1}, x_{t-2}, \dots, x_{t-k})$ sumę kwadratów odchyłeń można wyrazić następująco:

$$S = \sum_{t=1}^r \omega_t [x_t - f(a_0, a_1, \dots, a_m, t, \bar{X}_{t-k})]^2 \quad (3)$$

gdzie: ω – współczynnik wagi danych retrospektywnych w chwili t .

Identyczne współczynniki $\omega_t = 1$ dla wszystkich chwil $t = 1, 2, \dots, \tau$ określają jednakową wartość wszystkich elementów szeregu czasowego. Dla stacjonarnych szeregów czasowych współczynniki wagowe często mają postać $\omega_t = \alpha^t$, gdzie $0 < \alpha < 1$. Przy $\alpha \rightarrow 1$ zwiększa się wpływ na prognozę wczesnych wartości szeregu czasowego, zaś przy $\alpha \rightarrow 0$ „stare” dane odgrywają mniejszą rolę w prognozie.

Bibliografia

- [1] Gajda J., *Prognozowanie i symulacja a decyzje gospodarcze*, Wyd. C.H. Beck, Warszawa 2001.
- [2] Мамаев Э. А., *К оценке и прогнозированию пропускных способностей транспортных коридоров в регионе*, Научные труды РГУПС, Ростов н/Д 2004.
- [3] *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowanie*, pod red. M. Cieślak, PWN, Warszawa 2001.
- [4] Żukowska J., *Prognozowanie przewozów. Modele. Metody. Przykłady*, Politechnika Krakowska, Kraków 2005.
- [5] Żurkowski A., *Modelowanie przewozów międzyaglomeracyjnych*, „Problemy Kolejnictwa” 2009, z. 148.

Autorzy:

dr hab. inż. **Tadeusz Cisowski**, prof. WSOSP – Wyższa Szkoła Oficerska Sił Powietrznych w Dęblinie, Katedra Logistyki, e-mail: t.cisowski@wsosp.pl

dr inż. **Józef Stokłosa** – Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie, Wydział Transportu i Informatyki

Zapraszamy do ponowienia prenumeraty w 2015 r.

Cena miesięcznika w prenumeracie promocyjnej u Wydawcy

Liczba zamówionych egzemplarzy	Koszt prenumeraty		
	rocznej	półrocznej	kwartalnej
1	348 zł	174 zł	87 zł
2 lub więcej - każdy po:	312 zł	156 zł	78 zł

Sposób zamówienia

Prenumeratorzy instytucjonalni:

Zamówienia należy składać na adres Wydawcy.
Płatność po otrzymaniu faktury wraz z pierwszym zamówionym numerem.
Można dokonywać przedpłat na konto Wydawcy.

Prenumeratorzy indywidualni:

Wpłaty należy dokonywać na konto:

Instytut Naukowo-Wydawniczy „TTS” sp. z o.o.
ul. 25 Czerwca 68/62
26-600 Radom

Numer rachunku bankowego:

18 2490 0005 0000 4520 9624 5908 (ALIOR BANK)

Prenumerata promocyjna dla odbiorców indywidualnych

Podobnie jak w latach ubiegłych prenumeratorzy indywidualni mogą skorzystać z prenumeraty z bonifikatą 50%, jeżeli:

- * prenumerują miesięcznik Świat Kolei (okresy prenumerat obu czasopism muszą się pokrywać)
- * są studentami (dotyczy wszystkich uczelni i rodzajów studiów) lub uczniami średnich szkół technicznych o kierunku kształcenia transportowym (wymagane jest przesłanie kopii legitymacji studenckiej lub uczniowskiej). Cena jednego numeru z 50% bonifikatą 14,50 zł brutto z VAT.

Prenumeratę można zamawiać także w firmach: GARMOND PRESS S.A., Kolporter Sp. z o.o. Sp.k., „RUCH” S.A.