Maciej Mączka, 2012-10-11

**Wykorzystanie modelu grawitacyjnego**

Model grawitacyjny[[1]](#footnote-1) w ekonomii transportu, w swojej najprostszej formie, prognozuje przepływy transportowe między dwoma punktami na mapie ekonomicznej wykorzystując rozmiar dwu gospodarek i odległości pomiędzy nimi. Te zmienne egzogeniczne (czyli np. PKB, odległość) są wprowadzone do modelu z towarzyszącymi parametrami (beta0, beta1, …, betan) i uporządkowane w formie macierzowego równania nieliniowego (po prawej stronie równania). Lewa strona równania jest reprezentowana przez wektor zmiennych endogenicznych[[2]](#footnote-2) (np. ilość przewiezionych ton aircargo na różnych trasach)

Dla celu projektu Baltic Air Cargo Net, zespół BP3 z CNT opracowuje taki ekonometryczny model grawitacyjny. Potencjał lotniczych przewozów towarowych w regionie morza Bałtyckiego (BSR)[[3]](#footnote-3) zostanie opisany poprzez znalezienie z matematycznej zależności między wektorem tonażu na trasach i odpowiadającą jej macierzą zmiennych wyjaśniających. Zdefiniowano ekonomiczne i geograficzne czynniki ułatwiające i utrudniające przepływ w modelu dla BSR z punktu widzenia umiejscowienia lotniska i jego obszaru ciążenia. Poszukiwanie odpowiednich danych zostało wykonane pod koniec sierpnia i we wrześniu 2012. Poziom szczegółowości danych EUROSTAT i Banku Światowego pozwala na identyfikację rocznego tonażu lotniczego z punktu to punktu pomiędzy węzłami regionu morza Bałtyckiego oraz pomiędzy węzłami BSR i resztą świata.

|  |  |
| --- | --- |
|  | EFHK |
| 7 węzłów kontynentalnych\* () and węzeł BSR ()  \*zgodnie z definicją Banku Światowego | Obecny poziom szczegółowości modelu BSR (2012-10), węzły: 11 lotnisk () i 4 kraje ( ) |

Obecny poziom szczegółowości modelu zawiera 18 węzłów:

* 6 kompletnych kontynentów[[4]](#footnote-4) (EAS, LAC, MEA, NAC, SAS, SSF)
* 1 zdekompletowanych kontynent (ECS)
* 3 kompletne kraje (BY, NO, RU)
* 1 niekompletny kraj (Niemcy zgodnie z definicją regionu morza Bałtyckiego[[5]](#footnote-5))
* 11 lotnisk BSR (Berlin Brandenburg System, Hamburg, Kopenhaga, Gdańsk, Katowice, Warsaw, Stockholm, Helsinki, Tallin, Ryga, Kaunas)
* 1 węzeł BSR (suma pozostałych lotnisk BSR airports)

Dane Banku Światowego dotyczące tonażu lotniczego dają dobry ogląd długookresowy, ale ich poziom agregacji jest zbyt wysoki by spełnić założenia modelu BSR.

|  |  |
| --- | --- |
| **Świat** | **kraje regionu morza Bałtyckiego**  **(Niemcy jako całość)** |
| BANK ŚWIATOWY: tonaż lotniczy **[1000 milionów tono-kilometró]**, przesyłki ekspresowe oraz dyplomatyczne na każdym etapie podróży (lot samolotu liczony od startu do następnego lądowania) | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| brak duńskich i szwedzkich raportów | brak duńskich i szwedzkich raportów | |
| Tonaż lotniczy załadowany w BSR, EUROSTAT [avia\_gor], odczyt danych: Sierpień 2012 | Tonaż lotniczy rozładowany w BSR, EUROSTAT [avia\_gor], odczyt danych: Sierpień 2012 |

Poziom szczegółowości zestawu danych EUROSTAT (avia\_gor) wstępnie oceniono jako zadowalający i wybrano do zastosowania w modelu.

Poziom szczegółowości danych EUROSTAT pozwala na identyfikację rocznej (a nawet miesięcznej) masy tonażu lotniczego na trasach z punktu do punktu w regionie morza Bałtyckiego. Wybrano roczne dane do budowy tabeli wylotów i przylotów. Permutacje relacji z punktu do punktu zostały ograniczona tylko do lotnisk BSR. Pozostałe węzły wzięto pod uwagę jedynie w relacji wobec lotnisk BSR i węzła zbiorczego BSR. (patrz mapy powyżej)

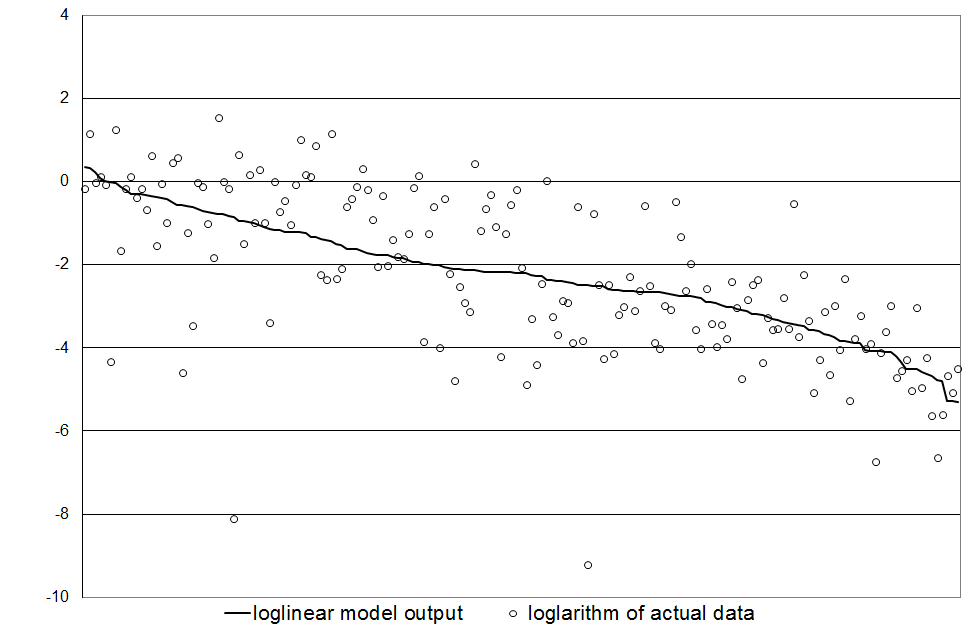
|  |
| --- |
| UNLOADED [T,FRM\_UNLD]  LOADED  [T,FRM\_LD]  KIERUNEK PRZEPŁYWU  LOADED  max (LOADED; UNLOADED)  UNLOADED |
| Tabela przepływów transportowych z punktu do punktu (dane EUROSTAT) |

Wiarygodność danych EUROSTAT wskazuje na potrzebę wykorzystania dwu, zamiast jednego podzestawu danych avia\_gor (T,FRM\_LD oraz T,FRM\_LD) w celu skorygowania różnic w górę. Niebieskie tło w tabeli oznacza komórki z danymi macierzy przepływów lotnisk BSR. W tym miejscu nastąpiła korekta danych. Komórki z innym tłem (fioletowe i pomarańczowe) zostało wypełnione albo przez dane z zestawu cargo załadowane (LOADED), albo cargo rozładowane (UNLOADED). Znane problemy jak np. brak raportów ze Szwecji i Danii za rok 2005, 2006 i 2007, ograniczają możliwość wzbogacenia modelu danymi z tych lat. W 2011 roku opublikowano jedynie część raportów dla wszystkich krajów, a rok 2012 nie jest w ogóle widoczny.

Obszar ciążenia każdego węzeła BSR to skumulowana wartość PKB i liczba ludności kilku (bądź jednego) obszaru statystycznego Unii Europejskiej NUTS-3 (matematyczna metoda wyboru obszaru ciążenia jest w trakcie powstawania w BP3). W przypadku kontynentów i krajów punkty centralne węzłów zostały umiejscowione w obszarach uznanych za najważniejsze źródło popytu na usługi lotniczego przewozu towarowego (zwykle środek drogi po ortodromie między dwoma największymi pod względem cargo lotniskami kontynentu, bądź kraju). Każdy z punktów centralnych wyrażono we współrzędnych geograficznych.

Estymacja modelu (czyli znalezienie parametrów beta) zostanie wykonana przy użyciu metody najmniejszych kwadratów zastosowanej po zlogarytizowaniu obu stron równania w celu uzyskania postaci liniowej ln(y) = b0 + b1 \* ln(x1) + b2\*ln(x2) + …

Poniższy wykres pokazuje wstępne dopasowanie modelu (linia ciągła) do danych (kółka).

Prognoza zostanie wykonana poprzez ekstrapolację trendów liniowych zmiennych endogenicznych z zestawów danych rocznych. Średniookresowa prognoza (powyżej 3 lat w przód) zostanie przygotowana dla scenariusza optymistycznego i pesymistycznego (+/-odchylenie standardowe zmiennych endogenicznych). Wstępna prognoza ex-post[[6]](#footnote-6) dla lat 2009 i 2010 została wykonana w celu walidacji modelu. Prognoza ex-ante wybiega po za znane dane.

|  |
| --- |
|  |
| Test metody I wstępne obliczenia całkowitego załadowanego tonażu dla region morza Bałtyckiego |

Zaobserwowane problemy:

* Niepożądana wysoka korelacja między zmiennymi egzogenicznymi (poziomu ceł i pkb miejsca docelowego, poziomu ceł i ludności miejsca docelowego oraz pozionu ceł i odległości).
* Problem wartości zerowej w trakcie sprowadzania do postaci liniowej (logarytm)
* Nie jasna zależność tonażu lotniczego i odległości, kilka sygnałów o pozytywnej korelacji
* Kompromis między wydajnością modelu, a poziomem szczegółowości ( im większa szczegółowość, tym słabsze dopasowanie modelu do danych)
* Nierealistyczne prognozy trendu liniowego PKB (kluczowe różnice między danymi EUROSTAT i GUS dla roku 2009)

**Przykład wstępnych szacunków – prognozowany tonaż lotniczy z Warszawy do Kowna**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |
| Arbitralnie wybrany obszar ciążenia lotnisk EPWA i EYKA | | Przykład trendów liniowych “ciążacego” PKB dla wybranej pary | |
|  | | | |
| Rzeczywiste dane:  2008: 531 ton  2011: ??? ton  2014: ??? ton | Example of model output (reasonable scenario):  200 ton ()400 ton (  400 ton ( | | |
| lack of DK and SE reports | | |

1. Teoria grawitacji została zastosowana do nauk społecznych po raz pierwszy w XIX wieku (<http://ntl.bts.gov/DOCS/CAT.html>, p. II-1) [↑](#footnote-ref-1)
2. wyjaśnione przez model ekonomteryczny [↑](#footnote-ref-2)
3. ang. Baltic Sea Region, BSR [↑](#footnote-ref-3)
4. wybrane w ten sposób by odpowiadać kontynentom i danym Banku Światowego [↑](#footnote-ref-4)
5. eu.baltic.net [↑](#footnote-ref-5)
6. wykonywana w zakresie znanych zmiennych endogenicznych [↑](#footnote-ref-6)