

<i>Temat</i>	Analiza spektralna
--------------	--------------------

Informacje o artykule będącym inspiracją dla modelu

<i>Tytuł</i>	Spectral analysis of seasonality in tourism demand
<i>Autor/Autorzy</i>	Felix Chan, Christine Lim
<i>Journal/Miejsce publikacji</i>	Mathematics and Computers in Simulation
<i>Rok</i>	2011
<i>Zakres stron</i>	1409-1418
<i>Tematyka, problemy i cele badawcze</i>	Artykuł bada występowanie sezonowości w turystyce Nowej Zelandii. W szczególności badaniu poddana została liczba podróży turystów z Australii i USA, którzy stanowią zdecydowaną większość odwiedzających Nową Zelandię. Głównym celem badawczym jest pokazanie, że analiza danych zdezagregowanych może przynieść lepsze rezultaty i pozwoli wychwycić cykliczność turystyki. W związku z tym w badaniu wyodrębniono trzy grupy podróży bazując na ich głównym celu – podróże biznesowe, podróże turystyczne (wakacje) i podróże, których celem jest odwiedzenie bliskich i znajomych. Każda z grup została wyodrębniona zarówno wśród turystów z USA jak i Australii. Rozpoznanie cykli w każdej z sześciu grup oraz w danych zagregowanych dla obu rynków zostało dokonane za pomocą szybkiej transformaty Fouriera i analizy periodogramów.
<i>Główne wnioski</i>	Analiza periodogramów dla danych zagregowanych prowadzi do wniosku, że częstości przyczyniające się do największej zmiany w liczbie podróży są podobne zarówno dla podróżujących z USA jak i z Australii. Najbardziej znaczące cykle to częstości roczne, półroczne, kwartalne oraz 10-tygodniowe. Analiza danych w podziale na cel podróży przynosi jednak nieco inne rezultaty. W przypadku podróżujących z Australii 4-miesięczny cykl jest cyklem najbardziej wyróżniającym się w podróżach biznesowych oraz wypoczynkowych (wakacje, wycieczki). W przypadku podróży w celu odwiedzenia bliskich i znajomych cykl jest zupełnie inny i wynosi jeden rok. Zbliżone wyniki otrzymano dla zdezagregowanych danych o podróżach z USA. Podróże wypoczynkowe również charakteryzują się 4-miesięczną cyklicznością, podróże w celu odwiedzenia bliskich i znajomych z kolei roczną cyklicznością. W przypadku biznesowych podróży z USA najbardziej znaczącymi cyklami są cykle półroczne i 4-miesięczne. Wnioski z przeprowadzonego badania oraz zaprezentowane podejście do analizy sezonowości w turystyce może być szczególnie istotne z punktu widzenia sektora rządowego zajmującego się planowaniem i uatrakcyjnianiem turystyki w kraju.
<i>Metodyka badawcza</i>	Analiza spektralna, szybka transformata Fouriera, ARMA (filtr w celu wydobycia cyklicznego składnika liczby podróży)
<i>Dane</i>	Dane pochodzą z oficjalnych zasobów internetowych Nowej Zelandii i zawierają miesięczne informacje na temat liczby pasażerów, którzy w kraju

	pozostali nie dłużej niż 12 miesięcy. Próba zawiera dane pochodzące z lat 1980-2007.
<i>Dlaczego wybrano właśnie ten artykuł?</i>	Jest to jedno z niewielu zastosowań analizy spektralnej w dziedzinie innej niż finanse lub przetwarzanie sygnałów.

Podstawowe informacje o modelu

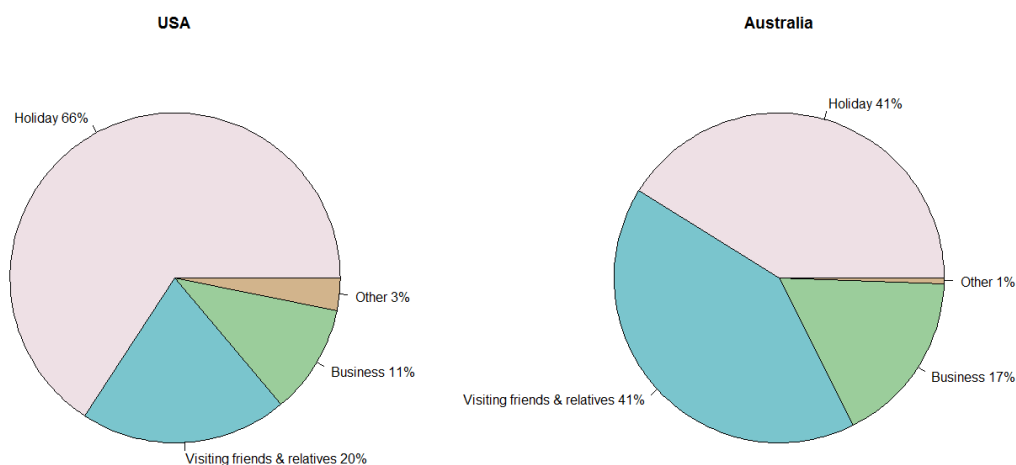
<i>Tytuł modelu</i>	Analiza spektralna sezonowości w turystyce Nowej Zelandii
<i>Tematyka, problemy i cele badawcze</i>	Niniejsze badanie dotyczy występowania sezonowości turystyce Nowej Zelandii. Głównym celem badawczym jest sprawdzenie czy wyniki zaprezentowane w artykule „Spectral analysis of seasonality in tourism demand” badającym sezonowość w latach 1980-2007 będą zbieżne z oszacowaniami najświeższych danych (2013-2017). Z uwagi na fakt, iż w turystyce Nowej Zelandii dalej dominują podróżujący z Australii i USA (Australia jest największym partnerem gospodarczym Nowej Zelandii, natomiast w USA tereny Nowej Zelandii są bardzo atrakcyjnym kierunkiem wypoczynkowym) w badaniu wykorzystano dane dotyczące tych dwóch rynków. Podobnie jak w zaprezentowanym wyżej artykule, liczba podróży została podzielona na 3 grupy (podróże biznesowe, wypoczynkowe i w celu odwiedzenia bliskich i znajomych). W celu zdiagnozowania sezonowości dla każdej z grup oraz porównania tych wyników z danymi zagregowanymi, wykorzystano szybką transformatę Fouriera oraz zaprezentowano periodogramy.
<i>Metodyka badawcza</i>	Analiza spektralna – szybka transformata Fouriera, periodogram.
<i>Dane</i>	Dane pochodzą ze strony stats.govt.nz. Próba zawiera informacje o miesięcznej liczbie podróży do Nowej Zelandii z dwóch krajów – USA i Australii (w podziale na cel podróży). Pod uwagę brane są wyłącznie podróże podczas których podróżujący pozostawali na terenie Nowej Zelandii nie dłużej niż 12 miesięcy. Dane pochodzą z lat 2013-2017.
<i>Główne wnioski</i>	Analiza danych z lat 2013-2017 przyniosła nieco inne rezultaty niż ta przeprowadzona na dłuższym zakresie czasowym z lat 1980-2007. Choć w przypadku danych zagregowanych największe cykle pozostały niezmiennie, w przypadku niektórych grup podróży cykle uległy wydłużeniu. Przykładem mogą być podróże wakacyjne, które w niniejszym badaniu charakteryzują się cyklem rocznym, natomiast w badaniu zaprezentowanym w artykule „Spectral analysis of seasonality in tourism demand” najbardziej charakterystycznym był cykl 4-miesięczny. Niezmienną pod tym względem okazała się grupa podróży, których celem jest odwiedzenie bliskich i znajomych. Zarówno badanie na danych historycznych jak i na tych najnowszych dowodzi, że grupa ta charakteryzuje się cyklicznością roczną.

1. Przedmiot i cel badania

Problem identyfikacji sezonowości podróży jest jedną z bardziej istotnych kwestii poruszanych w badaniach z zakresu turystyki. Sezonowość jest bowiem potrzebna nie tylko do prognozowania popytu na usługi turystyczne, ale także do planowania odpowiednich procedur lub przepisów mających zapewnić bezpieczeństwo oraz odpowiednią przepustowość dróg, lotnisk czy dworców w trakcie pobytu zwiększonej ilości podróżujących. W niniejszym opracowaniu badaniu została poddana turystyka Nowej Zelandii w latach 2013-2017. Z uwagi na fakt, iż turyści z Australii oraz USA stanowią zdecydowaną większość turystów odwiedzających tereny Nowej Zelandii, badanie zostało przeprowadzone na próbie zawierającej informacje dotyczące tych dwóch rynków.

Głównym celem niniejszego badania jest pokazanie, że analiza danych zdezagregowanych może przynieść lepsze rezultaty i pozwoli na bardziej precyzyjne wychwycenie cykliczności turystyki. Wnioski uzyskane w wyniku badania zostaną następnie poddane porównaniu z wynikami analogicznej analizy przeprowadzonej na danych z lat 1980-2007 w artykule „Spectral analysis of seasonality in tourism demand”. W związku z celem badawczym, w analizie wyodrębniono trzy grupy podróży ze względu na cel – podróże biznesowe, podróże wypoczynkowe (wakacje, wycieczki) i podróże, których celem jest odwiedzenie bliskich i znajomych. Każda z grup została wyodrębniona zarówno wśród turystów z Australii jak i USA. Australia to dla Nowej Zelandii jeden z kluczowych partnerów gospodarczych, z którym łączą ją liczne ekonomiczne porozumienia. W związku z tym podróżujący z Australii bardzo często odwiedzają Nową Zelandię w celach związanych z biznesem. Jak wynika z Wykresu 1 tego typu podróżujący stanowią niemal jedną piątą wszystkich odwiedzających Nową Zelandię w latach 2013-2017. Australia i Nowa Zelandia podpisały w 1973 roku tzw. „Trans-Tasman Travel Arrangement”, który umożliwia obywatelom Nowej Zelandii do zamieszkania, życia i pracy w Australii, natomiast obywatelom Australii w Nowej Zelandii. Ze względu na fakt, iż Australia jest krajem bardziej rozwiniętym gospodarczo, duża część mieszkańców Nowej Zelandii decyduje się na emigrację. Efekty tego widać na Wykresie 1, z którego wynika, że 41% odwiedzających Nową Zelandię udaje się tam by odwiedzić rodzinę i przyjaciół. Kolejne 41% podróżujących z Australii z kolei udaje się do NZ w celach wypoczynkowych. Zupełnie inny obraz kształtuje się w wyniku analizy procentowego rozkładu celu podróży dla turystów z USA. Kraje te charakteryzuje mniejsza więź gospodarcza, jednak wśród mieszkańców USA Nowa Zelandia od zawsze cieszyła się dużą popularnością w kontekście wypoczynkowym. Podróżujący w celach wypoczynkowych stanowią więc 66% całości, natomiast podróże biznesowe na tym rynku to zaledwie 10%.

Wykres 1 Procentowy udział podróży z USA i Australii w podziale na cel przyjazdu



2. Metoda i wyniki

W celu wykrycia cykli w podróży do Nowej Zelandii posłużono się analizą spektralną, która pozwala na zbadanie występowania wahań o poszczególnych częstościach w szeregu czasowym. Analizę częstotliwościową stosuje się do określenia składowych częstotliwościowych zawartych w przebiegu czasowym funkcji. W bardzo znacznym stopniu stosowana jest ona w przetwarzaniu sygnałów. Przedstawienie sygnału w dziedzinie częstotliwości nazywane jest widmem sygnału. Widmo sygnału jest jego graficznym przedstawieniem otrzymanym przy pomocy transformaty Fouriera. Wykres widma jest graficznym przedstawieniem transformaty Fouriera jako funkcji częstotliwości. Z takiego wykresu można odczytać jakie składowe harmoniczne wchodzi w skład danego sygnału, czy zawiera on składowe wolnozmiennie (o małych częstotliwościach) oraz szybko zmiennie (o dużych częstotliwościach).

Jednym ze sposobów rozumienia analizy spektralnej jest problem regresji liniowej, w którym zmienną zależną jest obserwowany szereg, a zmiennymi niezależnymi są funkcje sinus i cosinus dla wszystkich możliwych częstości. Zakładając, że szereg czasowy x_t charakteryzuje się długością T oraz, że n jest parzyste, wówczas model regresji dla x_t jest szacowany na poniższych $n-1$ zmiennych :

$$\cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \dots, \cos\left(\frac{2(n/2-1)\pi t}{T}\right), \sin\left(\frac{2(n/2-1)\pi t}{T}\right), \cos(\pi t)$$

Oznaczając oszacowane parametry odpowiednio $a_1, b_1, \dots, a_{n/2-1}, b_{n/2-1}, a_{n/2}$ otrzymujemy:

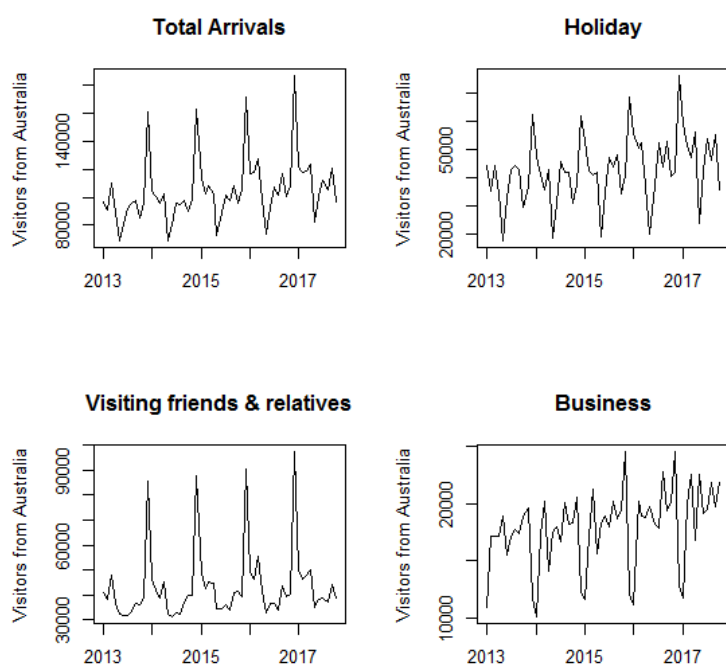
$$x_t = a_0 + \sum_{i=1}^{n/2-1} [a_k \cos(2\pi kt/T) + b_k \sin(2\pi kt/T)] + a_{n/2} \cos(\pi t)$$

Parametry a_k, b_k odpowiadają korelacji funkcji trygonometrycznych z x_t . Wówczas przedstawiony model regresji jest skończonym szeregiem Fouriera dla dyskretnego szeregu czasowego. Periodogram z kolei jest jednym ze sposobów szacowania gęstości spektralnej przy pomocy szybkiej transformaty

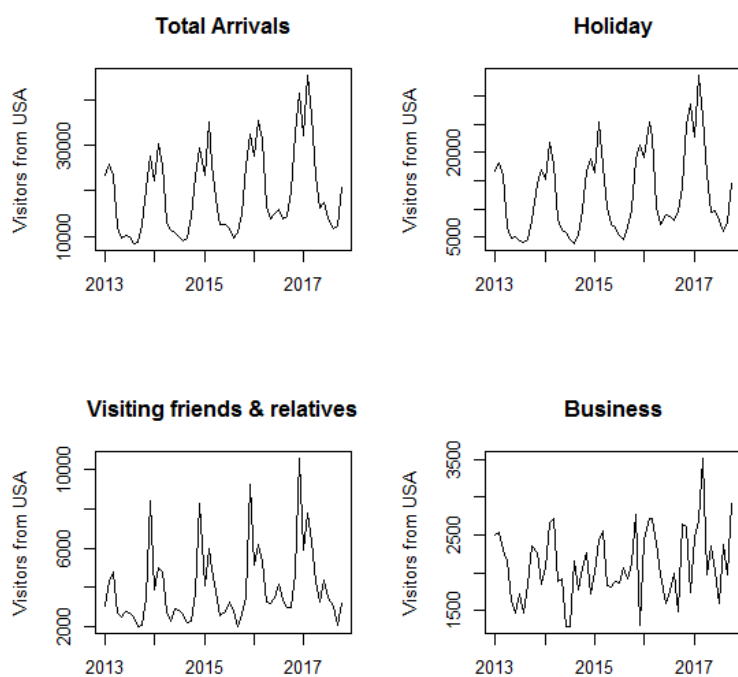
Fouriera. Periodogram szacowany jest zgodnie z następującym równaniem: $P\left(\frac{k}{T}\right) = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$.

Wykresy 1 oraz 2 przedstawiają wykresy szeregów czasowych odpowiednio dla podróży z Australii i USA. Szeregi, zgodnie z opisem z sekcji 1 zostały pogrupowane ze względu na cel podróży. Analizując wykresy można zauważyć, że zarówno zagregowane dane dla wszystkich typów podróży jak i te zdezagregowane zawierają pewną cykliczność oraz trend. Biorąc pod uwagę fakt, iż w pewnych fragmentach trendy nie są liniowe, na Wykresach 3 oraz 4 zaprezentowano logarytmiczne przekształcenie omawianych szeregów. Wynika z nich, że zarówno dla podróży z USA jak i Australii występuje trend lekko wzrostowy niezależnie od celu odwiedzin Nowej Zelandii. Zauważalny jest także fakt, iż cykliczność w każdym z omawianych szeregów charakteryzuje się inną częstotliwością.

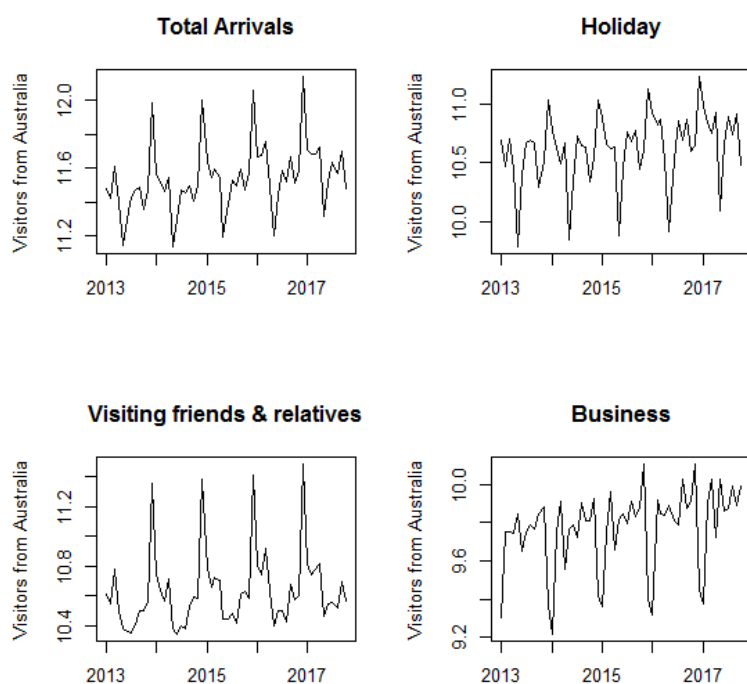
Wykres 1 Liczba podróży z Australii do Nowej Zelandii (całkowita i w podziale na cel podróży)



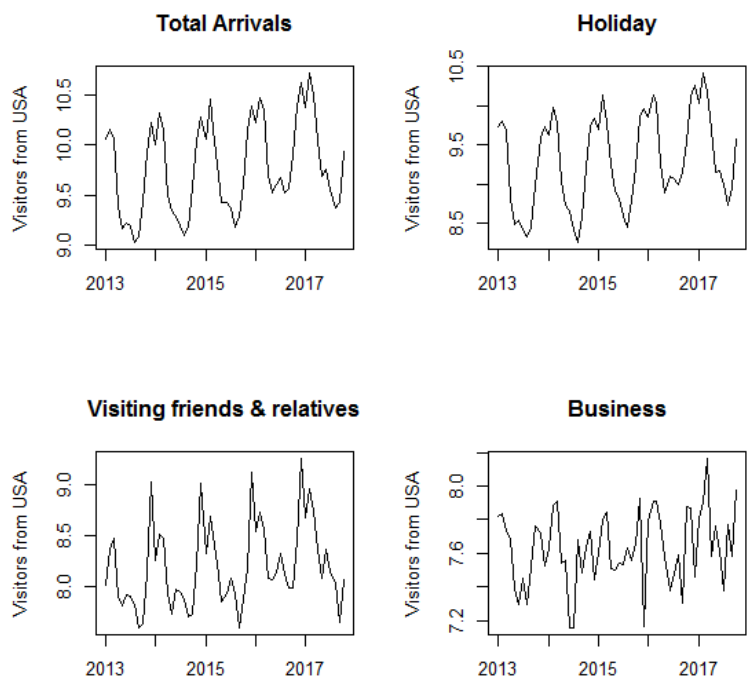
Wykres 2 Liczba podróży z USA do Nowej Zelandii (całkowita i w podziale na cel podróży)



Wykres 3 Liczba (LOG) podróży z USA do Nowej Zelandii (całkowita i w podziale na cel podróży)

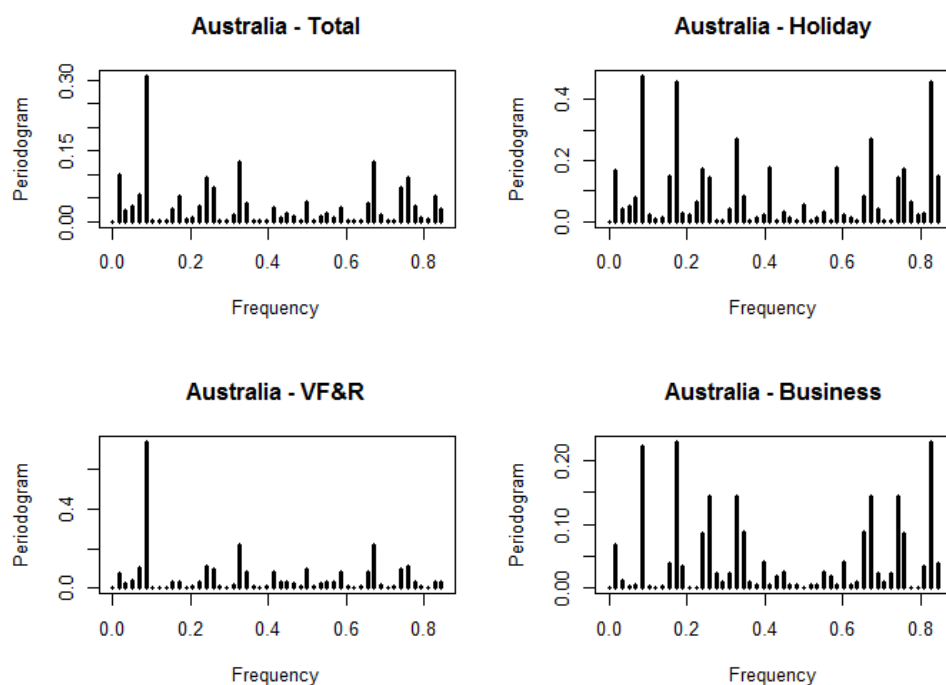


Wykres 4 Liczba (LOG) podróży z USA do Nowej Zelandii (całkowita i w podziale na cel podróży)

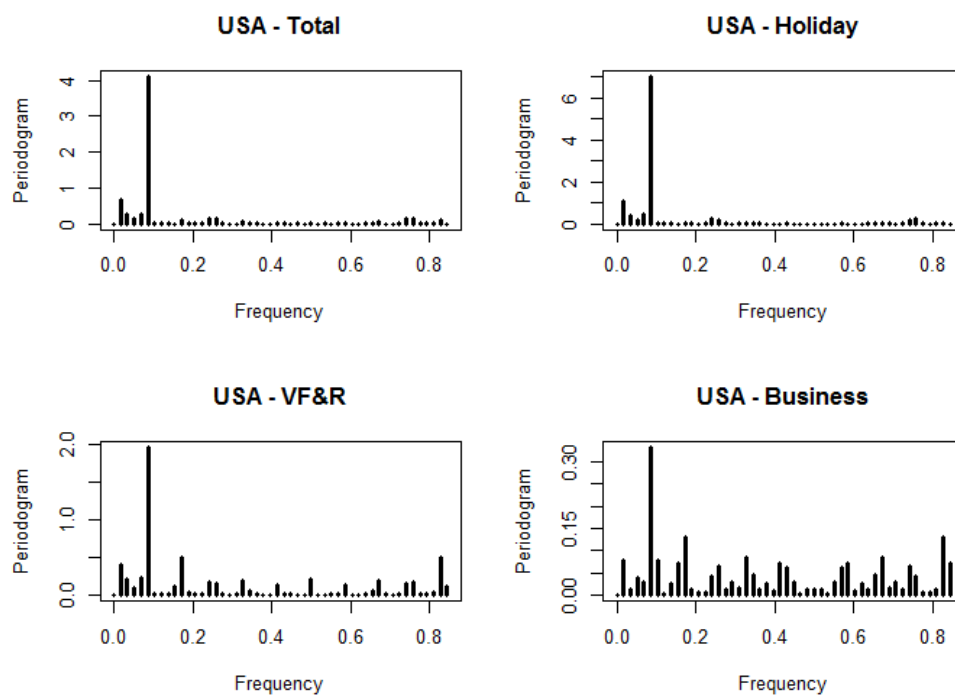


Na wykresach 5 i 6 zaprezentowano periodogramy dla podróży z Australii do Nowej Zelandii a także z USA do Nowej Zelandii. Periodogramy zostały wygenerowane zarówno dla danych zagregowanych jak i w podziale na cel podróży.

Wykres 5 Periodogramy podróży z Australii do Nowej Zelandii



Wykres 6 Periodogramy podróży z USA do Nowej Zelandii



Na podstawie analizy zaprezentowanych periodogramów można zauważyć, że w przypadku danych zagregowanych podobnymi cyklami charakteryzują się zarówno podróże z Australii jak i USA. Jest to cykl roczny. Warto jednak zauważyć, że w przypadku rynku Australijskiego w podróżach ogółem drugim najbardziej znaczącym cyklem jest okres 2-miesięczny. Dwie największe częstotliwości dla obu rynków i dla wszystkich grup podróży zostały zestawione w Tabelach 1 oraz 2. Częstotliwości zostały także przeliczone na cykle (w miesiącach).

Tabela 1 Cykle podróży z Australii do Nowej Zelandii

<i>Travel purpose</i>	<i>#1 Freq</i>	<i>#1 Cycle</i>	<i>#2 Freq</i>	<i>#2 Cycle</i>
<i>Total</i>	0.0862069	12	0.6551724	2
<i>Holiday</i>	0.0862069	12	0.1551724	6
<i>Visiting Friends and Relatives</i>	0.0862069	12	0.8103448	1
<i>Business</i>	0.1724138	6	0.8103448	1

Tabela 2 Cykle podróży z USA do Nowej Zelandii

<i>Travel purpose</i>	<i>#1 Freq</i>	<i>#1 Cycle</i>	<i>#2 Freq</i>	<i>#2 Cycle</i>
<i>Total</i>	0.0862069	12		
<i>Holiday</i>	0.0862069	12		
<i>Visiting Friends and Relatives</i>	0.0862069	12	0.1551724	6
<i>Business</i>	0.1551724	6	0.7931034	1

Wakacyjne podróże z Australii w największym stopniu charakteryzują się roczną częstotliwością, choć równie wyraźnie zarysowuje się także częstotliwość półroczna. Jeśli chodzi o wizyty rodzinne największym cyklem jest także cykl roczny, na drugim miejscu jednak plasuje się cykl miesięczny. Podróże biznesowe z Australii do Nowej Zelandii charakteryzują się z kolei częstotliwością półroczną oraz, na drugim miejscu, miesięczną.

Zupełnie inaczej wyglądają cykle w przypadku przyjezdnych z USA. W przypadku wyjazdów wypoczynkowych najsilniejszym i przeważającym cyklem jest cykl roczny. Wizyty rodzinne charakteryzują się cyklem rocznym oraz półrocznym, natomiast biznesowe półrocznym oraz miesięcznym.

3. Wnioski

Analiza danych z lat 2013-2017 przyniosła nieco inne rezultaty niż ta przeprowadzona na dłuższym zakresie czasowym z lat 1980-2007. Choć w przypadku danych zagregowanych największe cykle pozostały niezmiennie, w przypadku niektórych grup podróży cykle uległy wydłużeniu. Przykładem mogą być podróże wakacyjne, które w niniejszym badaniu charakteryzują się cyklem rocznym, natomiast w badaniu zaprezentowanym w artykule „Spectral analysis of seasonality in tourism demand” najbardziej charakterystycznym był cykl 4-miesięczny. Niezmienną pod tym względem okazała się grupa podróży, których celem jest odwiedzenie bliskich i znajomych. Zarówno badanie na danych historycznych jak i na tych najnowszych dowodzi, że grupa ta charakteryzuje się cyklicznością roczną.