

**Tomasz Bartłomowicz**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

---

## **PROGNOZOWANIE SPRZEDAŻY Z WYKORZYSTANIEM MODELU DYFUZJI ORAZ PROGRAMU R**

---

**Streszczenie:** Jednym z narzędzi umożliwiających prognozowanie wielkości sprzedaży jest model dyfuzji Bassa, którego cechą charakterystyczną jest potwierdzona wieloma zastosowaniami uniwersalność modelu w prognozowaniu sprzedaży produktów nowo wprowadzonych na rynek należących do różnych segmentów rynku. Celem artykułu jest prezentacja pakietu BASS opracowanego dla programu R, który należy obecnie do najważniejszych niekomercyjnych programów umożliwiających analizę statystyczno-ekonometryczną oraz prognozowanie. W artykule przedstawione zostały funkcje pakietu umożliwiające określenie krzywej Bassa dla produktu, a także zaprezentowany został przykład prognozowania sprzedaży z wykorzystaniem pakietu BASS.

**Słowa kluczowe:** model dyfuzji Bassa, prognozowanie sprzedaży, program R.

### **1. Wstęp**

Spośród różnych rodzajów prognoz w przedsiębiorstwach szczególną pozycję zajmują prognozy wielkości sprzedaży, które obok innych przesłanek stanowią podstawę podejmowania wielu decyzji. W sytuacji gdy zapotrzebowanie na prognozy dotyczy produktów nowo wprowadzonych na rynek, gdzie liczba danych na temat dotychczasowej sprzedaży jest znikoma lub występuje brak takich danych, w prognozowaniu wykorzystywane są metody jakościowe lub wybrane metody ilościowe (por. [Dittmann 2003, s. 235]). Wśród tej ostatniej grupy metod na szczególną uwagę zasługuje model dyfuzji Bassa.

Cechą charakterystyczną modelu Bassa jest potwierdzona wieloma zastosowaniami uniwersalność modelu w prognozowaniu wielkości sprzedaży nowych produktów bez względu na takie zmienne, jak cena czy reklama produktu. Wynika to z leżącej u podstaw modelu teorii dyfuzji innowacji, opisującej proces rozprzestrzeniania się informacji o produkcie wśród potencjalnych klientów bez względu na rodzaj segmentu, do jakiego dany produkt należy. W praktyce oznacza to, iż dysponując fragmentarycznymi danymi o sprzedaży produktu, tudzież tylko odpowiednimi założeniami, można prognozować wielkość sprzedaży każdego nowego produktu.

Celem artykułu jest prezentacja pakietu BASS opracowanego dla programu R, który należy obecnie do najważniejszych niekomercyjnych programów umożliwiających analizę statystyczną oraz prognozowanie. W artykule przedstawione zostały funkcje pakietu umożliwiające wyznaczenie krzywej Bassa dla produktu, a także zaprezentowany został przykład prognozowania sprzedaży z wykorzystaniem pakietu BASS.

## 2. Teoria dyfuzji innowacji E.M. Rogersa

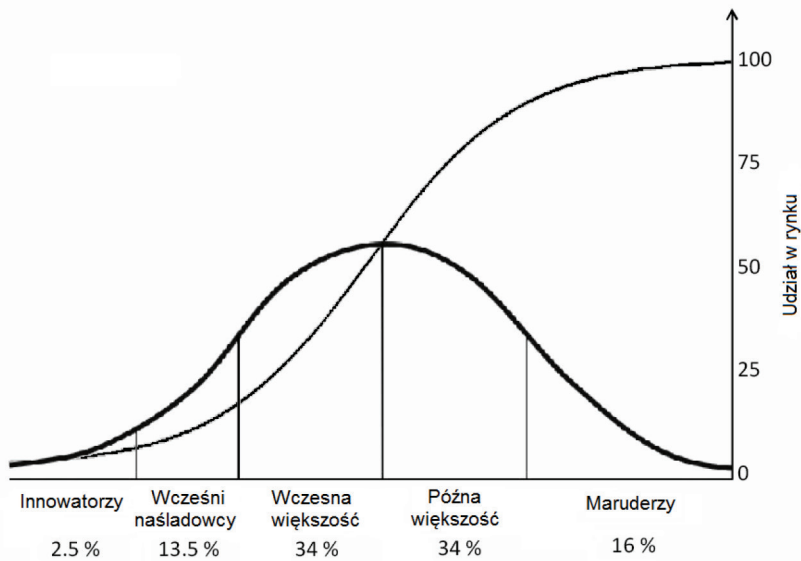
Podstawą teoretyczną modelu Bassa jest teoria dyfuzji innowacji (*innovation diffusion theory*), która wyjaśnia, w jaki sposób wprowadzane są nowości i jak są przyjmowane w różnych społecznościach (por. [Rogers 1962; 1976, s. 290-301; Baran, Davis 2007, s. 198]). Jeśli innowacją jest produkt nowo wprowadzony na rynek, przez dyfuzję innowacji rozumieć należy proces upowszechnienia się nowego produktu wśród konsumentów (por. [Kosińska 2008, s. 196-197]), przy czym teoria zakłada, iż wśród zbiorowości konsumentów występuje grupa nabywców, która kupuje nowy produkt jako pierwsza, a następnie informuje inne grupy o jego użyteczności (por. [Prymon 1999, s. 81]). Oznacza to, iż zgodnie z modelem dyfuzji innowacji większość potencjalnych klientów skłonna jest kupować nowy produkt dopiero po wypróbowaniu go przez innych (por. [Mazurek-Łopacińska 2002, s. 71]).

Według E.M. Rogersa, występuje kilka kategorii nabywców, którzy reprezentują odmienne nastawienie do nowości. Teoria wyróżnia osoby stale poszukujące nowości oraz te, które preferują wypróbowane i sprawdzone przez innych produkty (por. [Rogers 1976, s. 290-301]). E.M. Rogers wyróżnia pięć typów nabywców: innowatorów, wczesnych naśladowców, wczesną oraz późną większość, a także maruderów (por. rys. 1).

Innowatorzy, stanowiący 2,5% zbiorowości, to osoby nabywające nowo wprowadzane produkty jako pierwsze, skłonne do podejmowania ryzyka co do zakupu produktów, które ostatecznie mogą nie spełniać pokładanych w nich oczekiwań. Zazwyczaj są to osoby posiadające odpowiednie zasoby finansowe, co umożliwia im poszukiwanie innowacji na rynku.

Wcześni naśladowcy to względem innowatorów osoby dokonujące zakupów w bardziej przemyślany sposób z większą ostrożnością. Stanowią 13,5% zbiorowości i są bardziej od innowatorów podatni na oddziaływanie środków masowego przekazu. Wcześni naśladowcy to osoby o najwyższych dochodach i wysokim statusie społecznym.

Wczesna większość, która stanowi 34% zbiorowości, to osoby, które z jednej strony akceptują nowości stosunkowo szybko, ale z drugiej przed zakupem wymagają dłuższego namysłu. Wczesna większość skupia nabywców o przeciętnych dochodach, wykształceniu oraz statusie społecznym. Warto dodać, iż z punktu widzenia sprzedawców jest to najważniejsza grupa, gdyż akceptacja nowości przez wczesną większość oznacza zakup produktów przez innych.



**Rys. 1.** Wykres urynkowania innowacji na tle kategorii nabywców według E.M. Rogersa

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wright, Charlett 1995, s. 32-41].

W przypadku późnej większości osoby należące do tej grupy to nabywcy dość sceptycznie nastawieni do wszystkiego, co nowe. Akceptacja nowości wynika z presji społecznej lub ekonomicznej konieczności. Późna większość to zazwyczaj nabywcy o niskich dochodach i statusie społecznym stanowiący 34% zbiorowości.

Ostatnia grupa, obejmująca maruderów, to osoby mocno przywiązane do tradycji, zorientowane na przeszłość, które stanowią 16% zbiorowości. Oznacza to akceptowanie nowości przez maruderów, w sytuacji gdy produkty te nowościami już nie są, a ich miejsce zostało zajęte przez kolejne produkty.

Według teorii dyfuzji innowacji krzywą sprzedaży po urynkowaniu innowacji charakteryzuje powolny wzrost sprzedaży, a następnie przyspieszenie, osiągnięcie punktu szczytowego, a w rezultacie spadek liczby nabywców (por. rys. 1). Proces ten oznacza aktywowanie kolejnych grup nabywców.

### 3. Model sprzedaży F.M. Bassa

Jednym z narzędzi umożliwiających prognozowanie sprzedaży nowo wprowadzonych produktów jest model dyfuzji Bassa, w literaturze przedmiotu określany mianem modelu epidemii Bassa, tudzież nazywany modelem dyfuzji. Główne założenia modelu określanego obecnie mianem klasycznego zostały przedstawione w pracy [Bass 1969, s. 215-227]. Ostatecznie model doczekał się wielu wersji oraz był wielokrotnie stosowany w badaniach marketingowych.

Model dyfuzji produktu F.M. Bassa opisuje proces nabywania nowych produktów jako interakcję między jego bieżącymi i potencjalnymi użytkownikami. W modelu Bassa bieżących użytkowników określa się mianem innowatorów, w przypadku potencjalnych użytkowników wykorzystuje się miano naśladowców. Zgodnie z teorią dyfuzji innowacji grupa naśladowców zainteresuje się produktem po uprzednim wypróbowaniu go przez innowatorów. Oznacza to przebieg sprzedaży kształtujący się według krzywej Bassa dającej się profilować za pomocą tylko trzech parametrów. Wynika to z następującej, matematycznej postaci wyjściowego modelu Bassa (wzór (1)):

$$L(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)} = p + \frac{q}{M} N(t) \quad (1)$$

gdzie:  $L(t)$  – prawdopodobieństwo nabycia produktu w czasie  $t$ ,  
 $p$  – współczynnik innowacyjności (wpływów zewnętrznych),  
 $q$  – współczynnik naśladownictwa (wpływów wewnętrznych),  
 $M$  – ostateczna liczba możliwych nabywców produktu (potencjał rynku),  
 $N(t)$  – skumulowana liczba dotychczasowych nabywców produktu w czasie  $t$ .

Model Bassa zakłada pewien potencjał rynku w postaci ostatecznej liczby możliwych nabywców danego produktu  $M$ , przy czym dla każdego z nabywców czas nabycia jest zmienną losową o funkcji dystrybuanty  $F(t)$  oraz funkcji gęstości  $f(t)$  określonej wzorem (1). Skumulowana liczba nabywców  $N(t)$  w czasie  $t$  (gdzie  $t$  jest zmienną ciągłą) jest funkcją spełniającą następujące równanie różniczkowe (por. [Dodds 1973]):

$$n(t) = \frac{dN(t)}{dt} = p \cdot [M - N(t)] + \frac{q}{M} N(t) \cdot [M - N(t)], \quad (2)$$

co oznacza następujące rozwiązanie (por. [Dodds 1973]):

$$N(t) = M \cdot F(t) = M \cdot \left[ \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{1 + \frac{q}{p} e^{-(p+q)t}} \right], \quad (3)$$

$$n(t) = M \cdot f(t) = M \cdot \left[ \frac{p(p+q)^2 \cdot e^{-(p+q)t}}{(p + qe^{-(p+q)t})^2} \right],$$

gdzie:  $n(t)$  – prognozowana wielkość sprzedaży produktu w czasie  $t$ .

Jak nietrudno zauważyć, obok parametru  $M$  w postaci ostatecznej liczby możliwych nabywców produktu<sup>1</sup> podstawowymi parametrami modelu są parametry  $p$  i  $q$  kojarzone odpowiednio z innowatorami oraz naśladowcami. Oznacza to, iż prognozowanie wielkości sprzedaży po uprzednim przyjęciu założenia co do wielkości potencjału rynkowego *de facto* ogranicza się do sterowania wyłącznie dwoma parametrami. Umożliwia to dopasowanie przebiegu krzywej Bassa do istniejących danych (często fragmentarycznych) obrazujących wielkość dotychczasowej sprzedaży, co oznacza możliwość prognozowania. W przypadku braku jakichkolwiek danych prognozowanie sprzedaży odbywa się na zasadzie prognozowania analogowego, które polega na wykorzystaniu wcześniej zastosowanej kombinacji parametrów dla identycznego lub podobnego produktu<sup>2</sup>, którego sprzedaż miała już miejsce, tym samym wartości parametrów  $p$  oraz  $q$  są znane. W literaturze przedmiotu dostępne są kombinacje wartości parametrów  $p$  i  $q$  w zależności od rodzaju produktu, którego sprzedaż należy prognozować. Na przykład w przypadku telefonów komórkowych sugerowana kombinacja parametrów to  $p = 0,008$  oraz  $q = 0,421$ . Przyjmuje się, iż średnia wartość parametrów kształtuje się następująco:  $p = 0,003$  oraz  $q = 0,380$ .

Podsumowując, należy stwierdzić, że model Bassa to z jednej strony wyjątkowa prosta konstrukcja matematyczna, z drugiej – wyjątkowo dobrze odzwierciedlający proces upowszechniania się produktu na rynku mechanizm krzywej, który umożliwia prognozowanie wielkości jego sprzedaży, co zostało wielokrotnie potwierdzone w badaniach marketingowych<sup>3</sup>.

#### 4. Pakiet BASS środowiska R

Pakiet BASS to autorski pakiet implementujący model dyfuzji Bassa dedykowany dla użytkowników programu oraz środowiska R. Dostępność, instalacja oraz działanie pakietu realizuje się na podobieństwo ponad 2000 pakietów programu R bezpłatnie rozpowszechnianych w Internecie. Wymagania środowiskowe pakietu to zainstalowany w wersji min. 2.0 program R. Pakiet BASS można bezpłatnie pobrać, a następnie zainstalować ze strony internetowej<sup>4</sup>: <http://keii.ue.wroc.pl/BASS>.

---

<sup>1</sup> Szacowanie parametru  $M$  może odbywać się na podstawie danych o dotychczasowej sprzedaży produktu. Dopuszczalne jest prognozowanie potencjału rynkowego na podstawie badań marketingowych, prognoz ekspertów itp. Na niektórych rynkach oszacowania takie mogą być wysoce precyzyjne (np. przemysł farmaceutyczny).

<sup>2</sup> Wartość parametru  $q$  powinna kształtować się w przedziale od 0,3 do 0,5 (por. [[http://faculty.washington.edu/jdods/pdf/MktgTool\\_Bass.pdf](http://faculty.washington.edu/jdods/pdf/MktgTool_Bass.pdf)]).

<sup>3</sup> W roku 2004 model Bassa uznany został za jeden z pięciu najczęściej wykorzystywanych modeli w badaniach marketingowych (por. [[http://en.wikipedia.org/wiki/Bass\\_diffusion\\_model#cite\\_ref-Bass2004\\_3-0](http://en.wikipedia.org/wiki/Bass_diffusion_model#cite_ref-Bass2004_3-0)]).

<sup>4</sup> Przewiduje się dodatkowo umieszczenie modułu BASS na serwerze CRAN ([www.r-project.org](http://www.r-project.org)).

W wersji bieżącej modułu (1.05) znajdują się funkcje odpowiedzialne za wyznaczanie krzywej Bassa w zależności od przyjętych parametrów, co w praktyce przekłada się na możliwość konstrukcji prognoz sprzedaży danego produktu oraz funkcji umożliwiającej uzyskanie wykresów krzywych Bassa (por. tab. 1).

**Tabela 1.** Funkcje pakietu BASS

Charakterystyka funkcji	
<b>BASS_DifferentialEquationForm(M,p,q,t)</b> – funkcja wyznaczająca prognozę sprzedaży na podstawie podstawowej postaci modelu Bassa	
<b>BASS_DiscreteForm(M,p,q,t)</b> – funkcja wyznaczająca prognozę sprzedaży na podstawie zmodyfikowanej postaci modelu Bassa	
<b>BASSplot(dane)</b> – funkcja generująca wykres prognozy sprzedaży oraz skumulowanej prognozy sprzedaży na podstawie modelu Bassa	
Argumenty funkcji	
<b>M</b>	potencjał rynku określany przez ostateczną liczbę możliwych nabywców produktu
<b>p</b>	współczynnik innowacyjności (wpływów zewnętrznych)
<b>q</b>	współczynnik naśladownictwa (wpływów wewnętrznych)
<b>t</b>	parametr czasu (wartość domyślna $t = 1$ )
<b>dane</b>	parametr będący wynikiem działania funkcji <b>BASS_DifferentialEquationForm</b> lub funkcji <b>BASS_DiscreteForm</b>
Przykłady wywołania funkcji	
<pre>dane=BASS_DifferentialEquationForm(M=100000,p=0.01,q=0.7,t=2000) print(round(dane,2)) BASSplot(dane)</pre>	
<pre>dane=BASS_DiscreteForm(M=1000000,p=0.005,q=0.6) print(round(dane,2)) BASSplot(dane)</pre>	

Źródło: opracowanie własne.

Prognozowanie sprzedaży w wykorzystaniem pakietu BASS polega w programie R na uruchomieniu jednej z funkcji umożliwiających wyznaczenie prognoz sprzedaży danego produktu, np. funkcji **BASS\_DifferentialEquationForm**. Wywołanie funkcji wymaga podania m.in. trzech parametrów charakterystycznych dla modelu Bassa ( $M$ ,  $p$ ,  $q$ ). W przypadku dysponowania danymi o początkowej sprzedaży danego produktu prognozowanie powinno trwać do czasu znalezienia takiej kombinacji parametrów  $p$  oraz  $q$ , która generuje najmniejszą wartość błędów *ex post*. W przypadku braku danych o początkowej sprzedaży prognozowanie wymaga wykorzystania z góry określonej kombinacji wartości parametrów  $p$  oraz  $q$  (znanej z innych rynków tych samych lub podobnych produktów). Parametr  $t$  jest opcjonalny, co oznacza, iż w przypadku jego pominięcia czas liczony będzie od pierwszego ( $t = 1$ ) okresu i wyznaczany będzie automatycznie zgodnie z czasem trwania krzy-

wej Bassa. Warto także zauważyć, iż w pakiecie przewiduje się możliwość ustalania w sposób automatyczny (przez pakiet BASS) optymalnych<sup>5</sup> wartości parametrów  $p$  oraz  $q$ .

## 5. Przykład zastosowania pakietu BASS

Aby możliwe było działanie pakietu, obliczenia powinny odbywać się na przykładzie konkretnych danych prognostycznych. Tym samym wywołaniu pakietu BASS towarzyszy uprzednia deklaracja wartości przykładowego wektora danych określającego dotychczasową<sup>6</sup> sprzedaż przykładowego produktu (szt.) w pięciu pierwszych okresach jego sprzedaży:

```
> library(BASS)
> wektor=c(90,110,160,220,280) .
```

Jednocześnie na potrzeby przykładu zakłada się, iż ostateczna liczba możliwych nabywców produktu powinna kształtować się na poziomie  $M = 10\,000$  (szt.). Wywołanie w programie R funkcji `BASS_DifferentialEquationForm` odbywać się może z wykorzystaniem przykładowych wartości parametrów  $p$  oraz  $q$ , które stanowią swego rodzaju punkt odniesienia do poszukiwań optymalnych wartości tych parametrów. Przyjmując wartości parametrów  $p = 0,01$  oraz  $q = 0,6$ , uzyskuje się następujące wartości prognoz sprzedaży oraz prognozy skumulowanej sprzedaży:

```
> library(BASS)
> dane=BASS_DifferentialEquationForm(10000,0.01,0.6)
> print(round(dane,2))
```

time	sales	cumulative sales
1 0	0.00	0.00
2 1	100.00	100.00
3 2	158.40	258.40
4 3	248.45	506.85
5 4	383.63	890.48
6 5	577.80	1468.28
7 6	836.94	2305.22
8 7	1141.24	3446.45
9 8	1420.73	4867.18

<sup>5</sup> Przewiduje się ustalanie optymalnych wartości parametrów  $p$  oraz  $q$  przez wywołanie odpowiednich funkcji (`BASS_DifferentialEquationForm` lub `BASS_DiscreteForm`) bez podawania wartości tych parametrów. Oznacza to konieczność znalezienia najlepszej kombinacji wartości parametrów  $p$  oraz  $q$  przez program R oraz pakiet BASS.

<sup>6</sup> Ze względu na brak rzeczywistych danych na potrzeby prezentacji działania pakietu BASS wygenerowano wektor danych obrazujących hipotetyczną, początkową sprzedaż przykładowego produktu z wykorzystaniem autorskiego algorytmu bazującego na funkcji gęstości rozkładu normalnego z zakłóceniami objawiającymi się zaokrągleniami wygenerowanych wartości w górę lub dół do pełnych dziesiątek (por. wektor o nazwie `wektor`).



10	9	1550.27	6417.45
11	10	1415.28	7832.72
12	11	1040.21	8872.94
13	12	611.29	9484.23
14	13	298.66	9782.89
15	14	129.61	9912.50
16	15	52.92	9965.41
17	16	21.03	9986.44
18	17	8.26	9994.70
19	18	3.23	9997.93
20	19	1.26	9999.19
21	20	0.49	9999.69
22	21	0.19	9999.88.

Jak nietrudno zauważyć, otrzymane prognozy, w tym przypadku prognozy wygasa na okresy  $T=1, 2, 3, \dots, 5$ , zasadniczo różnią się od wektora danych reprezentującego dotychczasową sprzedaż. Prowadzi to do występowania dość znaczących wartości błędów MAPE:

```
> prognozy=dane[,2]
> prognozy=prognozy[2:6]
> MAPE(wektor[1], prognozy[1])
[1] Mean absolute percentage error: 11.1111 [%]
> MAPE(wektor[2], prognozy[2])
[1] Mean absolute percentage error: 44 [%]
> MAPE(wektor[3], prognozy[3])
[1] Mean absolute percentage error: 55.2811 [%]
> MAPE(wektor[4], prognozy[4])
[1] Mean absolute percentage error: 74.3762 [%]
> MAPE(wektor[4], prognozy[4])
[1] Mean absolute percentage error: 106.3588 [%],
co daje średnią wartość błędu MAPE na poziomie:
> MAPE(wektor, prognozy)
[1] Mean absolute percentage error: 58.22544 [%].
```

Oznacza to konieczność poszukiwania innej kombinacji parametrów modelu Bassa dla założonej i niezmiennej w tej sytuacji liczby możliwych nabywców produktu (10 000 osób). Przyjmując ostatecznie metodą prób i błędów następujące wartości parametrów  $p=0,009$  oraz  $q=0,367$ , uzyskuje się ostateczne wartości prognoz sprzedaży oraz prognozy skumulowanej sprzedaży:

```
> library(BASS)
> dane=BASS_DifferentialEquationForm(10000,0.009,0.367)
> print(round(dane),2)
time      sales      cumulative sales
1 0        0.00        0.00
```



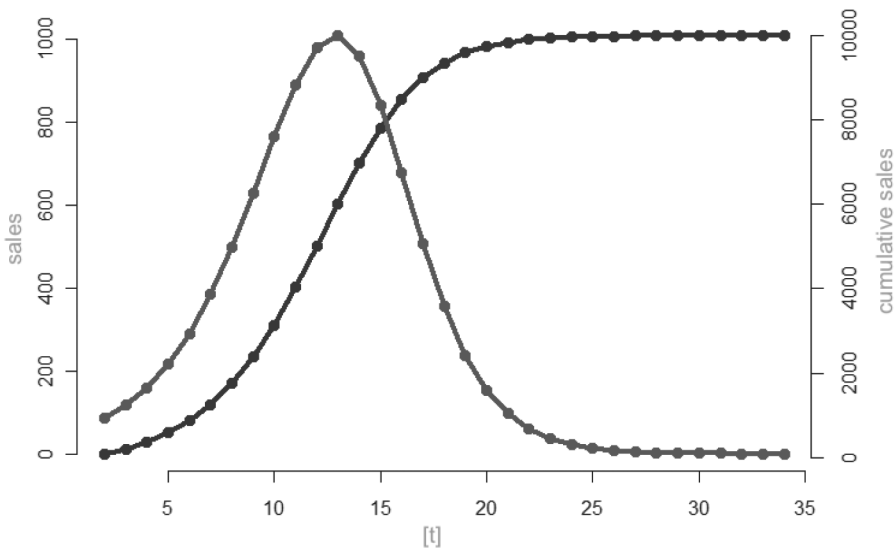
2	1	90.00	90.00
3	2	121.92	211.92
4	3	164.22	376.14
5	4	219.47	595.61
6	5	290.21	885.82
7	6	378.33	1264.14
8	7	483.91	1748.06
9	8	603.66	2351.72
10	9	728.94	3080.66
11	10	844.58	3925.24
12	11	929.78	4855.02
13	12	963.03	5818.05
14	13	930.58	6748.63
15	14	834.54	7583.17
16	15	694.36	8277.53
17	16	538.76	8816.30
18	17	393.65	9209.95
19	18	274.15	9484.10
20	19	184.21	9668.31
21	20	120.68	9788.99
22	21	77.71	9866.69
23	22	49.47	9916.17
24	23	31.26	9947.43
25	24	19.67	9967.09
26	25	12.33	9979.43
27	26	7.72	9987.15
28	27	4.83	9991.97
29	28	3.02	9994.99
30	29	1.88	9996.87
31	30	1.18	9998.05
32	31	0.73	9998.78
33	32	0.46	9999.24
34	33	0.29	9999.53
35	34	0.18	9999.70
36	35	0.11	9999.82.

Jednocześnie powtórna analiza wartości błędów MAPE jednoznacznie wskazuje na lepsze dopasowanie krzywej Bassa do danych empirycznych:

```
> prognozy=dane[,2]
> prognozy=prognozy[2:6]
> MAPE(wektor[1], prognozy[1])
[1] Mean absolute percentage error: 0 [%]
> MAPE(wektor[2], prognozy[2])
```

```
[1] Mean absolute percentage error: 10.83885 [%]
> MAPE(wektor[3], prognozy[3])
[1] Mean absolute percentage error: 2.637559 [%]
> MAPE(wektor[4], prognozy[4])
[1] Mean absolute percentage error: 0.2424138 [%]
> MAPE(wektor[5], prognozy[5])
[1] Mean absolute percentage error: 3.64602 [%],
co daje średnią wartość błędu MAPE na poziomie:
> MAPE(wektor, prognozy)
[1] Mean absolute percentage error: 3.473 [%].
```

Wzajemną zależność prognoz sprzedaży oraz prognoz skumulowanej sprzedaży jako efekt wywołania funkcji BASSplot (dane) prezentuje wykres programu R (por. rys. 2).



**Rys. 2.** Wykres prognoz sprzedaży oraz prognoz skumulowanej sprzedaży

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem programu R.

Przykłady użycia wszystkich funkcji zamieszczonych w tab. 1 znajdują się w dokumentacji pakietu BASS.

## Literatura

- Baran S.J., Davis D.K., *Teorie komunikowania masowego*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2007.
- Bass F.M., *A new product growth for model consumer durables*, "Management Science" 1969, nr 15.
- Cieślak M., *Prognozowanie gospodarcze. Metody i zastosowania*, PWN, Warszawa 1997.
- Dodds W., *An application of the Bass model in long term new product forecasting*, "Journal of Marketing Research" 1973, nr 10.
- Dittmann P., *Prognozowanie w przedsiębiorstwie. Metody i ich zastosowanie*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2003.
- Kosińska E., *Marketing międzynarodowy. Zarys problematyki*, PWE, Warszawa 2008.
- Mazurek-Łopacińska K., *Orientacja na klienta w przedsiębiorstwie*, PWE, Warszawa 2002.
- Prymon M., *Menedżerskie i społeczne aspekty współczesnego marketingu*, Ekspert, Wrocław 1999.
- Rogers E.M., *Diffusion of Innovations* (1st edition), The Free Press, London 1962.
- Rogers E.M., *New product adoption and diffusion*, "Journal of Consumer Research" 1976, nr 2.
- Walesiak M., Gatnar E. (red.), *Statystyczna analiza danych z wykorzystaniem programu R*, PWN, Warszawa 2009.
- Wright M., Charlett D., *New product diffusion models in marketing: an assessment of two approaches*, Marketing Bulletin 1995, 6, Article 4.

## SALES FORECASTING USING BASS DIFFUSION MODEL AND PROGRAM R

**Summary:** One of the tools for sales forecasting is Bass diffusion model. Its characteristic feature is confirmed by the numerous applications of the universality of the model in predicting sales of products newly introduced to the market under different market segments. The main aim of the article is to present the BASS R package developed for R environment, which now is one of the most important programs for statistical, econometric analysis and forecasting. The article presents the functions of the BASS R package which allows to specify Bass curve for the product. There is also presented an example of sales forecasting using BASS R package.

**Keywords:** Bass diffusion model, sales forecasting, R program.