Maciej Nowicki

Diagnostyka kondycji finansowej przedsiębiorstw w oparciu o metody wielowymiarowej analizy porównawczej oraz klasyfikacji danych

Studia i Prace Wydziału Nauk Ekonomicznych i Zarządzania 10, 605-615

2008

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

MUZEUM HISTORII POLSKI

STUDIA I PRACE WYDZIAŁU NAUK EKONOMICZNYCH I ZARZĄDZANIA NR 10

MACIEJ NOWICKI

DIAGNOSTYKA KONDYCJI FINANSOWEJ PRZEDSIĘBIORSTW W OPARCIU O METODY WIELOWYMIAROWEJ ANALIZY PORÓWNAWCZEJ ORAZ KLASYFIKACJI DANYCH

Wstęp

W poniższym artykule zostały zaprezentowane wyniki statystycznej analizy sektora budowlanego w Polsce. Badanie to miało na celu zdiagnozowanie kondycji finansowej spółek budowlanych notowanych na giełdzie papierów wartościowych w oparciu o metody wielowymiarowej analizy porównawczej oraz klasyfikacji danych, wykorzystujących zestaw zmiennych o charakterze ekonomiczno-finansowym[1]. Uzasadnieniem doboru powyższej tematyki opracowania była zaobserwowana w ostatnich latach intensywna dynamika rozwoju w omawianym segmencie gospodarki. W dużej mierze wzrost ten spowodowany był akcesją Polski do struktur Unii Europejskiej oraz związanym z tym faktem pozyskania przez nasz kraj funduszy na rozwój infrastruktury. Innym czynnikiem determinującym korzystną sytuację w budownictwie stał się z pewnością znaczny napływ inwestycji zagranicznych (poprzez rozrost specjalnych stref ekonomicznych) oraz zwiększenie ilości zamówień od rodzimych przedsiębiorców. Rosnący popyt na tego typu usługi wymusił konieczność utrzymywania przez firmy wysokiej jakości wykonywanych zleceń oraz dywersyfikację specyfiki działalności na inne obszary. Notowania większości budowlanych spółek giełdowych w 2006 roku charakteryzowały się silnie rosnącymi stopami zwrotu. Sprzyjająca koniunktura sprawiła, że poziom wynagrodzeń pracowników tej branży również uległ znacznemu polepszeniu[2].

---

[1] M. Łuniewska, W. Tarczyński, *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006, s. 7

[2] www.egospodarka.pl, 14.11.2007

Prezentacja danych i narzędzi

W badaniu wzięto pod uwagę 28 spółek giełdowych sektora budowlanego, które opublikowały nieskonsolidowane sprawozdania finansowe za II kwartał 2007 roku oraz były w tym czasie notowane na giełdzie[3] [4]. Opisu wyżej wymienionych obiektów dokonano z wykorzystaniem 15 wskaźników analizy finansowej (płynności, zadłużenia, rentowności, sprawności zarządzania, rynkowych)[5]. W oszacowaniu metod klasyfikacji danych oraz wielowymiarowej analizy porównawczej (pozwalających zdiagnozować kondycję finansową przedsiębiorstw budowlanych) okazały się pomocne programy informatyczne jak: MS EXCEL, GDM oraz SPSS. Poniższa analiza może posłużyć jako skuteczne narzędzie wspomagające decyzje dotyczące inwestowania w sektor budowlany na rynku kapitałowym.

Metody porządkowania liniowego

W pierwszej części artykułu dokonano klasyfikacji obiektów polegająca na wyodrębnieniu podobieństw oraz różnic miedzy spółkami, a także uszeregowaniu ich od „najlepszej" do „najgorszej". Do tego celu wykorzystano trzy metody porządkowania liniowego, pozwalające wygenerować syntetyczną miarę, której wartości agregują informacje zawarte we wskaźnikach opisujących kondycję finansową przedsiębiorstw wykorzystanych w badaniu. Pierwszy z zaproponowanych sposobów klasyfikacji (syntetyczny miernik rozwoju) ma charakter bezwzorcowy. Polega on na uśrednieniu znormalizowanych wartości zmiennych, z udziałem wag. Z kolei pozostałe dwa (Metoda Hellwiga i Metoda Walesiaka) określane są mianem wzorcowych, czyli zakładających istnienie pewnego hipotetycznego obiektu wzorcowego, względem którego porządkowane są pozostałe obiekty[6].

Wszystkie zmienne wzięte pod uwagę w klasyfikacji odznaczały się wysoką zmiennością (powyżej 10%) pozwalającą różnicować spółki oraz niskim poziomem skorelowania, co świadczy o nie powielaniu zawartych w nich informacji. Wśród wspomnianych wyżej wskaźników znalazły się zarówno sty-

[3] www.parkiet.com, 14.11.2007
[4] www.bossa.pl, 14.11.2007
[5] W. Tarczyński, *Rynki kapitałowe: metody ilościowe Vol. I*, Placet, Warszawa 1997, s.240
[6] M. Walesiak, *Metody analizy danych marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996, ss. 125-129

mulanty, destymulanty, jak i nominanty. Dokładny wykaz użytych mierników wraz z ich statusem został zamieszczony poniżej[7 8 9]:

- X1: Wskaźnik bieżącej płynności - nominanta
- X2: Wskaźnik szybkiej płynności - nominanta
- X3: Wskaźnik ogólnego poziomu zadłużenia - nominanta
- X4: Wskaźnik zadłużenia kapitału własnego - nominanta
- X5: Wskaźnik rotacji zapasów - destymulanta
- X6: Okres spływu należności - destymulanta
- X7: Wskaźnik rotacji aktywów ogółem - stymulanta
- X8: Wskaźnik rotacji zobowiązań – destymulanta
- X9: Wskaźnik zyskowności netto - stymulanta
- X10: Wskaźnik rentowności aktywów - stymulanta
- X11: Wskaźnik rentowności kapitału własnego – stymulanta
- X12: Zysk na jedną akcję -stymulanta
- X13: Wskaźnik P/E - destymulanta
- X14: Wskaźnik P/BV - stymulanta
- X15: Wskaźnik zysku hipotecznego - stymulanta

W badaniach ekonomicznych zazwyczaj prezentuje się zmienne w postaci stymulant, dlatego też konieczna okazała się transformacja zmiennych o charakterze destymulant oraz nominant.

W kolejnym kroku dokonano standaryzacji poszczególnych cech w celu zapewnienia porównywalności ich wartości.

Syntetyczny miernik rozwoju został oszacowany dla każdego z obiektów na podstawie średniej arytmetycznej[10]:

$$SMR = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m}\alpha_j z_{ij}, \tag{1}$$

gdzie:

$$\alpha_j \in (0,m) \quad \sum_{j=1}^{m}\alpha_j = m \quad (j=1,\ldots,m)$$

Wyższa wartość SMR kwalifikuje spółkę jako atrakcyjniejszą.

[7] J. Czekaj, Z. Dreszer, *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw: podstawy teorii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005, ss. 210-221
[8] W. Bień, *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa 2005, ss. 98-120
[9] M. Łuniewska, W. Tarczyński, op. cit., ss. 47-53
[10] M. Walesiak, op. cit., s. 127

W przypadku metody Hellwiga współrzędne wzorca wyznaczono dla stymulant w następujący sposób[11]:

$$z_{0k} = \max\{z_{ij}\} \tag{2}$$

Następnie obliczono miarę Hellwiga[12]:

$$d_i = 1 - \frac{d_{i0}}{d_0}, \tag{3}$$

gdzie[13]:

$$d_{i0} = \sqrt{\sum (z_{ij} - z_{0j})^2}, \tag{4}$$

$$d_0 = \overline{d}_0 + 2S_0, \tag{5}$$

oraz:

d_{i0} – jest odległością euklidesową poszczególnych spółek od wzorca

$\overline{d}_0$, S_0 – to odpowiednio średnia arytmetyczna oraz odchylenie standardowe wartości odległości euklidesowej

Zmienna syntetyczna utworzona za pomocą tego sposobu przyporządkowuje wyższe wartości obiektom znajdującym się bliżej wzorca.

Kolejnym zastosowanym podejściem umożliwiającym wyznaczenie miary syntetycznej była metoda GDM (*Generalised Distance Measure*) zaproponowana przez Walesiaka, która dana jest wzorem[14]:

$$d_{ik} = \frac{1}{2} - \frac{\sum_{j=1}^{m} w_j a_{ikj} b_{kij} + \sum_{j=1}^{m} \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i,k}}^{n} w_i a_{ilj} b_{klj}}{2\left[\sum_{j=1}^{m} \sum_{l=1}^{n} w_j a_{ilj}^2 \sum_{j=1}^{m} \sum_{l=1}^{n} w_j b_{klj}^2\right]^{\frac{1}{2}}}, \tag{6}$$

gdzie:

$w_j \in (0, m) \quad \sum_{j=1}^{m} w_j = m$

$a_{ipj} = x_{ij} - x_{pj} \qquad b_{krj} = x_{kj} - x_{rj}$ (dla zmiennych mierzonych na skali ilorazowej)

Miara Walesiaka przyjmuje wartości z przedziału $[0;1]$. Im wskaźnik ten jest niższy tym dany obiekt sklasyfikowany zostaje jako lepszy.

Na podstawie rezultatów oszacowań poszczególnych syntetycznych agregatów widać, iż poszczególne metody dały zbliżone wyniki. Jedynie wyniki

[11] M. Łuniewska, W. Tarczyński, op. cit., s. 43
[12] Ibidem, s. 43
[13] Ibidem, ss. 44-45
[14] M. Walesiak, op. cit., s. 129

według uogólnionej miary odległości Walesiaka okazały się nieco odmienne. Za najlepsze spółki pod względem sytuacji finansowej uznano POLNORD, MOSTOSTAL EXPORT, ENERGOPOL, PANOVA. Natomiast przedsiębiorstwami z sektora budowlanego charakteryzującymi się najgorszą kondycją finansową okazały się m.in.: ELEKTROTIM, ELKOP, STORMM, ELEKTROMOTAŻ EXP oraz ENERGOAPARATURA. W tabeli 1 zawarte zostały wyniki estymacji poszczególnych miar syntetycznych.

Klasyfikacja iteracyjno- optymalizacyjna

W następnym etapie analizy pogrupowano spółki w klasy obiektów charakteryzujących się największym stopniem podobieństwa. Do tego celu wykorzystana została metoda *k*- średnich.

Klasyfikacja wykorzystująca to podejście ma charakter iteracyjno- optymalizacyjny. W początkowym etapie tejże procedury badacz określa wstępną przynależność obiektów do *k* skupień. Zadaniem wspomnianej metody jest poprawienie wstępnie zdefiniowanego podziału, co dokonywane jest w oparciu o następujący algorytm[15]:

- Dla zaproponowanych w pierwszym etapie *k* skupień szacowane są ich środki ciężkości oraz odległości poszczególnych obserwacji od środków ciężkości tych klas
- Następnie dokonywane są przesunięcia obiektów pomiędzy klasami mającymi najbliższej położone środki ciężkości, po czym obliczane są nowe środki ciężkości dla każdej grupy
- Powyższą procedurę powtarza się do momentu, w którym nie występują zmiany przyporządkowania obiektów do skupień.

Kryterium „stopu" podlegające minimalizacji, formułowane jest jako suma kwadratów odległości obserwacji od środków ciężkości klas, do których należą[16]:

$$f = \sum_{i=1}^{s} \sum_{k=1}^{k} (x_{ik} - \overline{x}_k)^2. \tag{7}$$

[15] E. Gatnar, *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998, ss.79-81

[16] M. Łuniewska, W. Tarczyński, op. cit., s. 55

Optymalna ilość klas to taka, dla której iloraz wariancji wewnątrzgrupowej i międzygrupowej daje najmniejszą wartość w porównaniu do innych oszacowanych dla pozostałych podziałów.

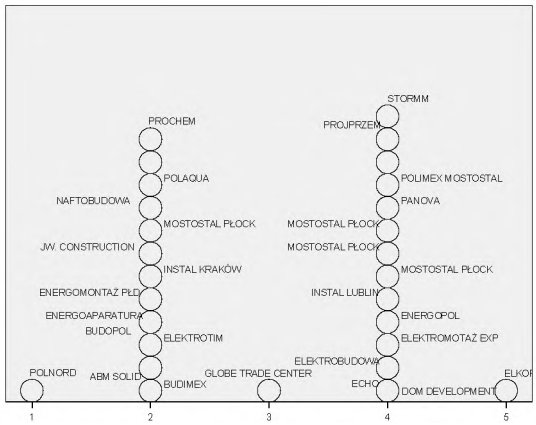
Tabela 1. Wyniki porządkowania liniowego.

SPÓŁKA	SMR	MIARA HELLWIGA	GDM
ABM SOLID	0,067	0,135	0,498
BUDIMEX	-0,191	0,131	0,367
BUDOPOL	0,084	0,159	0,438
DOM DEVELOPMENT	-0,009	0,177	0,559
ECHO	0,170	0,207	0,521
ELEKTROBUDOWA	0,371	0,196	0,523
ELEKTROMOTAŻ EXP	-0,687	0,062	0,597
ELEKTROTIM	-0,405	0,106	0,504
ELKOP	-0,476	0,047	0,925
ENERGOAPARATURA	-0,649	0,008	0,485
ENERGOMONTAŻ PŁD	-0,092	0,112	0,492
ENERGOPOL	0,486	0,225	0,603
GLOBE TRADE CENTER	0,061	0,192	0,000
INSTAL KRAKÓW	-0,049	0,128	0,366
INSTAL LUBLIN	0,098	0,151	0,578
JW. CONSTRUCTION	-0,020	0,127	0,346
MOSTOSTAL EXPORT	0,526	0,242	0,590
MOSTOSTAL PŁOCK	-0,053	0,160	0,569
MOSTOSTAL WARSZAWA	0,284	0,202	0,590
MOSTOSTAL ZABRZE	0,227	0,168	0,313
NAFTOBUDOWA	0,002	0,149	0,476
PANOVA	0,366	0,215	0,576
POLAQUA	-0,052	0,129	0,368
POLIMEX MOSTOSTAL	-0,172	0,116	0,599
POLNORD	0,948	0,340	0,009
PROCHEM	0,014	0,143	0,478
PROJPRZEM	-0,320	0,122	0,544
STORMM	-0,530	-0,035	0,672

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu MS EXCEL I GDM.

W rezultacie zastosowania metody *k*- średnich do grupowania spółek budowlanych charakteryzujących się największym podobieństwem pod względem

sytuacji finansowej otrzymano 5 skupień minimalizujących wartość funkcji kryterium w stosunku do propozycji dla 2, 3 oraz 4 skupień. Wśród wspomnianych wcześniej 5 klas, 3 z nich zawierały pojedyncze obserwacje. Były to spółki, które w klasyfikacjach oszacowanych za pomocą metod porządkowania liniowego znajdowały się na czołowych miejscach oraz w dole hierarchii. Pozostałe dwa skupienia zawierały 12 oraz 13 przedsiębiorstw. We wszystkich grupach wystąpiła statystycznie istotna różnica pomiędzy średnimi (oszacowana na podstawie jednoczynnikowej analizy wariancji) czterech z sześciu cech odznaczających się największą mocą rozróżniania obiektów według analizy funkcji dyskryminacyjnych wyznaczonych w dalszej części pracy.



Rys. 2. Mapa diagnostyczna przynależności obiektów do klas oszacowana według metody k- średnich.
Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu SPSS.

Analiza dyskryminacyjna

Głównym zadaniem analizy dyskryminacyjnej jest rozstrzygnięcie, które ze zmiennych pozwalają w najlepszy sposób dzielić dany zbiór przypadków na występujące w naturalny sposób grupy. Z rachunkowego punktu widzenia analiza funkcji dyskryminacyjnej jest bardzo podobna do analizy wariancji (ANOVA). Fisher zaproponował dyskryminacyjne równanie regresji liniowej o postaci[17]:

$$Z(x) = a_1x_1 + a_2x_2 + ... + a_kx_k, \tag{8}$$

[17] M. Łuniewska, W. Tarczyński, op. cit., s. 57

gdzie: a_1, a_2, ..., a_k to współczynniki dyskryminacyjne natomiast x_1, x_2, ..., x_k są zmiennymi egzogenicznymi modelu.

W podejściu tym klasy są separowane za pomocą hiperpłaszczyzn maksymalizujących wyrażenie:

$$\varphi = \frac{\alpha^T S_B \alpha}{\alpha^T S_W \alpha}. \tag{9}$$

Wspomniane kryterium osiąga optymalną wartość gdy:

$$\alpha = S_W^{-1}(\overline{x}_1 - \overline{x}_2). \tag{10}$$

Krokowa analiza dyskryminacyjna minimalizująca współczynnik lambda Wilksa z wykorzystaniem liniowych funkcji Fishera pozwoliła na zweryfikowanie, które ze zmiennych wykorzystanych przy estymacji w najlepszy sposób różnicują obserwacje ze względu na zadany z góry podział zdefiniowany przez przynależność spółek do klas w metodzie *k*- średnich. Największą mocą dyskryminacji obiektów sklasyfikowanych według tego podejścia odznaczały się zmienne: wskaźnik rotacji zobowiązań, cena do zysku, okres spływu należności, wskaźnik zyskowności netto, rentowność kapitału własnego oraz wskaźnik rotacji zapasów, pozostałe cechy nie zostały uwzględnione w obliczeniach. Metoda regresji dyskryminacyjnej pozwoliła na wyodrębnienie czterech funkcji, które wyjaśniały kolejno 94,9%; 4,0%; 1,1% oraz 0% całkowitej wariancji. Pierwsze trzy funkcje bardzo dobrze separowały obserwacje w skupienia ze względu na wysoką wartość współczynnika korelacji kanonicznej ze zmiennymi odpowiednio na poziomie 1,0; 0,99 i 0,964. Ostatnie równanie skorelowane było ze wskaźnikami w bardzo niskim stopniu odpowiadającym 0,267.

W oparciu o macierz struktury czynnikowej podjęto próbę scharakteryzowania poszczególnych funkcji. Najlepiej skorelowanymi zmiennymi w sensie wartości bezwzględnych z pierwszym równaniem okazały się wskaźnik rotacji zobowiązań, ogólnego zadłużenia oraz szybkiej płynności. Druga funkcja opisana była przez charakterystyki mówiące o bieżącej płynności, rotacji zapasów i zadłużeniu kapitału własnego. Cena do zysku tłumaczyła kolejne równanie. Natomiast pozostałe wskaźniki najsilniej skorelowane były z czwartą funkcją dyskryminacyjną. Macierz struktury czynnikowej przedstawia tabela 2.

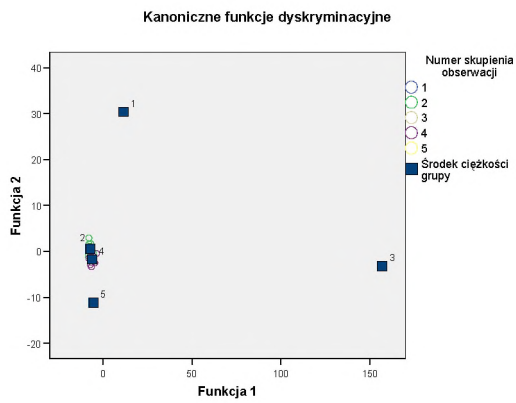
100% pierwotnie pogrupowanych obiektów zostało sklasyfikowanych poprawnie. Na rys. 2. przedstawiono wizualną dyskryminację przypadków za po-

mocą kanonicznych funkcji dyskryminacyjnych z zaznaczeniem środków ciężkości grup.

Tabela 2. Macierz struktury.

Macierz struktury	Funkcja			
	1	2	3	4
X8	0,563836	0,087718	0,060434	-0,11057
X3	0,357235	0,257843	-0,01617	-0,21856
X2	0,31672	0,311642	-0,0977	-0,05999
X1	0,060296	0,396264	0,053763	0,04045
X5	0,246936	0,331742	0,084064	-0,09755
X4	-0,13679	0,18048	0,028468	0,178391
X13	0,177901	0,636154	-0,64708	0,2349
X9	0,012304	0,008751	0,01076	0,907291
X15	-0,01222	-0,17591	0,037001	0,86837
X10	-0,03086	-0,18651	0,043193	0,86822
X11	-0,00202	-0,00943	0,004454	0,834205
X6	0,038519	0,535158	0,427424	0,539128
X12	-0,14459	-0,2972	0,020401	0,41095
X14	0,049153	0,0525	-0,02868	-0,39705
X7	-0,01163	-0,03032	-0,08589	-0,18438

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu SPSS.



Rys. 2. Mapa dyskryminacji obiektów za pomocą kanonicznych funkcji dyskryminacyjnych.

Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu SPSS.

Podsumowanie

Zaprezentowane powyżej metody wielowymiarowej analizy statystycznej oraz klasyfikacji danych mogą się okazać cennym narzędziem dla inwestorów giełdowych np. przy doborze spółek do portfela akcji. Podobne zestawienia, aktualizowane co kwartał po opublikowaniu sprawozdań finansowych, posłużyć również mogą do oceny potencjału a także sytuacji panującej na rynku.

Na tej podstawie możliwe jest uzyskanie informacji o pojawiających się nowych spółkach budowlanych oraz o stopniu wykorzystania przez nie sprzyjającej koniunktury a także jak wypadają one na tle doświadczonych konkurentów należących do omawianego sektora gospodarki. Zdaniem analityków „boom w budownictwie" potrwa jeszcze przynajmniej kilka lat. Doskonale zatem widać, że wykorzystanie wyżej wymienionych analiz pozwala na racjonalizację procesu decyzyjnego związanego z przedstawionym aspektem ekonomicznym.

Literatura

1. Bień W., *Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa*, Difin, Warszawa 2005.
2. Czekaj J., Dreszer Z., *Zarządzanie finansami przedsiębiorstw: podstawy teorii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
3. Gatnar E., *Symboliczne metody klasyfikacji danych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.
4. Gatnar E., Walesiak M., *Metody statystycznej analizy wielowymiarowej w badaniach marketingowych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 2004.
5. Łuniewska M., Tarczyński W., *Metody wielowymiarowej analizy porównawczej na rynku kapitałowym*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.
6. Tarczyński W., *Rynki kapitałowe: metody ilościowe* Vol. I, Placet, Warszawa 1997.
7. Walesiak M., *Metody analizy danych marketingowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1996.
8. http://www.statsoft.pl/textbook/stathome.html
9. www.bossa.pl
10. www.egospodarka.pl
11. www.parkiet.com

STRESZCZENIE

Autor artykułu spróbował dokonać oceny kondycji finansowej przedsiębiorstw sektora budowlanego w Polsce z wykorzystaniem metod wielowymiarowej analizy porównawczej i klasyfikacji danych. Dokonał on również pomiaru mocy dyskryminacyjnej zmiennych determinujących z góry zadany podział obiektów.

THE DIAGNOSIS OF COMPANIES' FINANCIAL STANDING BASED ON MULTIDIMENSIONAL COMPARATIVE ANALYSIS AND DATA CLASSIFICATION METHODS

SUMMARY

Author of the article attempted to asses financial standing of polish building sector companies' using multidimensional comparative analysis and data classification methods. He also measured a discriminating power of variables determining preconceived objects' classification.

Translated by M. Nowicki

Mgr Maciej Nowicki
doktorant – AE w Katowicach
Bank ING w Katowicach
maciejnowicki83@gmail.com