



---

# SZKOŁA GŁÓWNA HANDLOWA W WARSZAWIE WARSAW SCHOOL OF ECONOMICS

Raport opracowany na potrzeby przedmiotu  
Zaawansowane Modelowanie Symulacyjne [234060-0723]

## **Symulacja dla firmy ubezpieczeniowej PiTu S.A. Badanie płynności przedsiębiorstwa**

Autorki raportu:

Joanna Maciejewska 67954

Alicja Kocieniewska 68424

Magdalena Kiwińska 68749

Karolina Stelmaszek 67426

Warszawa, 2019



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Podsumowanie</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Opis organizacji</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Opis problemu</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Wyniki analizy</b>	<b>8</b>
4.1	Rozkłady liczby szkód oraz wartości szkód - sprawdzenie założeń . . . . .	8
4.2	Dobranie optymalnej wartości składki . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Analiza wrażliwości</b>	<b>13</b>
5.1	Wpływ liczby iteracji na wynik symulacji . . . . .	13
5.2	Wpływ oczekiwanej liczby klientów na wynik symulacji . . . . .	14
5.3	Wpływ poziomu aktualnej nadwyżki na wynik symulacji . . . . .	16
5.4	Wpływ dywersyfikacji składek wśród klientów na wynik symulacji . . . . .	18
<b>6</b>	<b>Wnioski i zalecenia</b>	<b>21</b>
6.1	Strategia I . . . . .	21
6.2	Strategia II . . . . .	22
6.3	Strategia III . . . . .	22
6.4	Strategia IV . . . . .	22
	<b>Bibliografia</b>	<b>23</b>
	<b>Spis rysunków</b>	<b>24</b>
	<b>Spis tabel</b>	<b>25</b>

# Rozdział 1

## Podsumowanie

Celem analizy jest wyznaczenie optymalnej składki dla klientów firmy PiTU S.A., aby nie dopuścić do bankructwa zakładu.

W tym celu przeprowadzono symulację dla różnej wielkości składek z przedziału od 400zł do 1900zł. Dla każdej wysokości składki zostało wyznaczone prawdopodobieństwo bankructwa firmy. Funkcja prawdopodobieństwa bankructwa dla różnych składek jest funkcją malejącą coraz wolniej. Im wyższa składka, tym mniejsze jest prawdopodobieństwo ruiny, które osiąga wartość poniżej 1% przy składce o wysokości co najmniej 1400zł.

Następnie zostało zbadane, czy liczba iteracji (symulacji) ma wpływ na prawdopodobieństwo bankructwa firmy. Badanie zależności ceny składki i możliwości ruiny zakładu powtórzono 30, 100, 1000 oraz 3000 razy. W każdym wypadku funkcja prawdopodobieństwa bankructwa malała wraz ze wzrostem składki, a tempo zmian w każdym przypadku było porównywalne. Im wyższa liczba powtórzeń symulacji, tym ta funkcja była gładzsza.

W kolejnym kroku został przeanalizowany wpływ liczby klientów firmy na wynik symulacji. Zostały przeanalizowane dwie możliwości. Pierwsza opcja: Zakład zainwestuje z nadwyżki w reklamę przy jednoczesnym obniżeniu składki do 900zł, co przyciągnie potencjalnych klientów. Badanie pokazało że jedynie dobra reklama, dzięki której firma zyskałaby powyżej 500 klientów ma znaczący wpływ na obniżenie prawdopodobieństwa ruiny. Drugą możliwością jest podniesienie składki przez co część klientów zrezygnowałaby z usług zakładu. Przeanalizowane zostało podniesienie składki z 1400zł do 1600zł. Przy tak wysokiej składce, najwyższe możliwe prawdopodobieństwo bankructwa wynosi 2% i jest to poziom przy 20 klientach.

Zostało także zbadane, jaki wpływ będzie miała nadwyżka w budżecie na wynik symulacji. Została przeprowadzona, między innymi, symulacja dla składek od 300zł do 900zł, gdy poziom nadwyżki wynosi od 10000zł do 28000zł. Wyniki symulacji pokazują, że zwiększenie

nadwyżki początkowej znacząco obniża prawdopodobieństwo bankructwa - szczególnie przy niskich składkach.

W ostatnim kroku została przeprowadzona symulacja, w której dla każdego klienta wysokość składki będzie losowana z rozkładu jednostajnego, przyjęty zakres składki będzie wynosił (500; 2000). Skłonni do ryzyka klienci będą chętni do skorzystania z oferty, gdyż istnieje szansa, że będą płacić niższe składki. Przeprowadzona symulacja dała prawdopodobieństwo bankructwa firmy na poziomie 4%, czyli mniejsze niż przyjęty poziom krytyczny wynoszący 5%.

## Rozdział 2

### Opis organizacji

Firma PiTU S.A. jest polską firmą ubezpieczeniową, cieszącą się dużym zaufaniem wśród obywateli w Polsce. Towarzystwo ubezpieczeniowe zostało założone w 2015 roku. Swoją działalność rozpoczynało od ubezpieczeń mieszkaniowych oraz turystycznych. Od dwóch lat firma posiada w swojej ofercie również ubezpieczenia samochodowe. Towarzystwo specjalizuje się w ubezpieczeniach dostępnych online, które szczególnie upodobały sobie osoby poniżej 30. roku życia. Od początku swojej działalności firma zbiera dane klientów, co umożliwia jej przeprowadzenie różnych analiz oraz przedstawienie każdemu klientowi spersonalizowanej oferty ubezpieczeniowej. Firma wyróżnia się na rynku ubezpieczeniowym możliwością elastycznych warunków zawierania umowy. Dzięki prężnemu rozwojowi, PiTU S.A. zamierza w kolejnych latach poszerzyć swoją ofertę o dodatkowe segmenty rynku ubezpieczeniowego z zakresu ochrony życia. Towarzystwo ubezpieczeniowe duży nacisk kładzie na personel. Wspecjalizowani fachowcy są kluczem do sukcesu firmy. Szczególnie chętnie do działu analizy są zatrudniani studenci oraz absolwenci Szkoły Głównej Handlowej, którzy dzięki dobrej znajomości statystyki, wysoko rozwiniętym umiejętnościom analitycznym oraz wyśmienitym podstawom z programowania w języku Python znakomicie radzą sobie nawet z najtrudniejszymi problemami.

## Rozdział 3

### Opis problemu

Nieformalnie prezes firmy PiTU S.A., Marcin R, dowiedział się, że w związku z naturalizacją wszystkich osób z Dżydżykistanu zakład może mieć problemy z płynnością finansową. Konieczne jest więc przeprowadzenie analizy i ustalenie nowej ceny dla Dżydżyków, aby nie doprowadzili zakładu ubezpieczeń do bankructwa. Przedmiotem niniejszej analizy jest wybór optymalnej składki dla klientów firmy PiTU S.A.

Analiza zakłada, że liczba szkód jest opisana przez rozkład Poissona, zaś wielkość szkód rozkładem log-normalnym. Ponadto, aktualnie firma ma nadwyżkę w budżecie w wysokości 10000zł, a oczekiwana liczba nowych klientów firmy wynosi 100.

W celu obliczenia optymalnej wysokości składki została przeprowadzona symulacja w języku Python. Została ona przeprowadzona w oparciu o zebrane dane, które bazują na dotychczasowej współpracy z Dżydżykami. Symulacja została przeprowadzona dla różnej wielkości składek z przedziału od 400 do 1900 i dla każdej wielkości zostało obliczone prawdopodobieństwo bankructwa firmy. Zostało założone, że margines błędu, czyli prawdopodobieństwo ruiny, powinien być mniejszy niż 1%.

# Rozdział 4

## Wyniki analizy

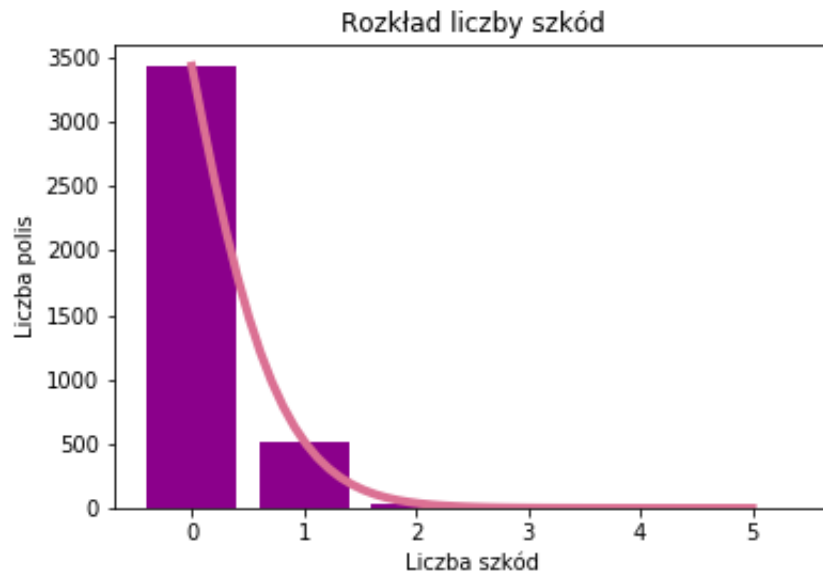
### 4.1. Rozkłady liczby szkód oraz wartości szkód - sprawdzenie założeń

Na podstawie dotychczasowych doświadczeń PiTU S.A. z Dzydzykami postawiono hipotezę, że rozkład liczby szkód jest opisany przez rozkład Poissona, natomiast rozkład wartości szkód - przez rozkład lognormalny. W niniejszym rozdziale oba te założenia zostaną zweryfikowane poprzez przeprowadzenie odpowiednich testów statystycznych.

Empiryczną liczbę polis, dla których zaszło odpowiednio 0, 1, 2, ...5 szkód, przedstawia wykres nr 4.1. Zdecydowana większość kierowców, bo aż 86%, nie spowodowała w przeszłości żadnego wypadku. Zatem, średnia liczba wypadków przypadających na jedną polisę wynosi stosunkowo niewiele - 0,15. Poza empirycznymi liczebnościami kierowców, na wykresie różową linią zaznaczono dopasowaną do posiadanych danych metodą *curve fit* funkcję rozkładu prawdopodobieństwa Poissona o parametrze  $\lambda$  równym 0,1519 oraz parametrze skali - 4000,78.

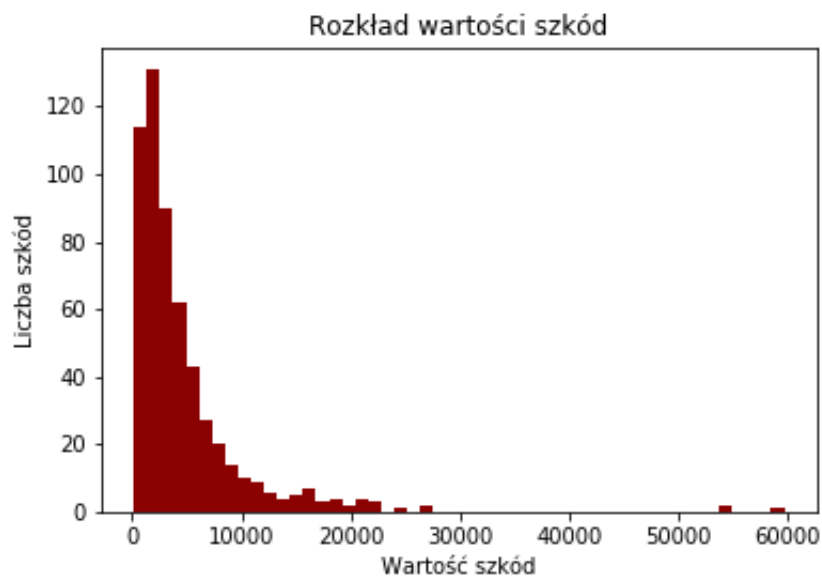
Rozkład liczby szkód przedstawiony na poniższym wykresie wizualnie przypomina rozkład Poissona - i jest nim w istocie: test zgodności  $\chi^2$  sprawdzający w hipotezie zerowej zgodność rozkładu liczby szkód z rozkładem Poissona na poziomie istotności 0,05 nie dał podstaw do odrzucenia  $H_0$  ( $p$ -value wyniosło aż 0,9999, a więc przyjęcie nawet najwyższego akceptowalnego poziomu istotności nie dałoby podstaw do odrzucenia  $H_0$ ).





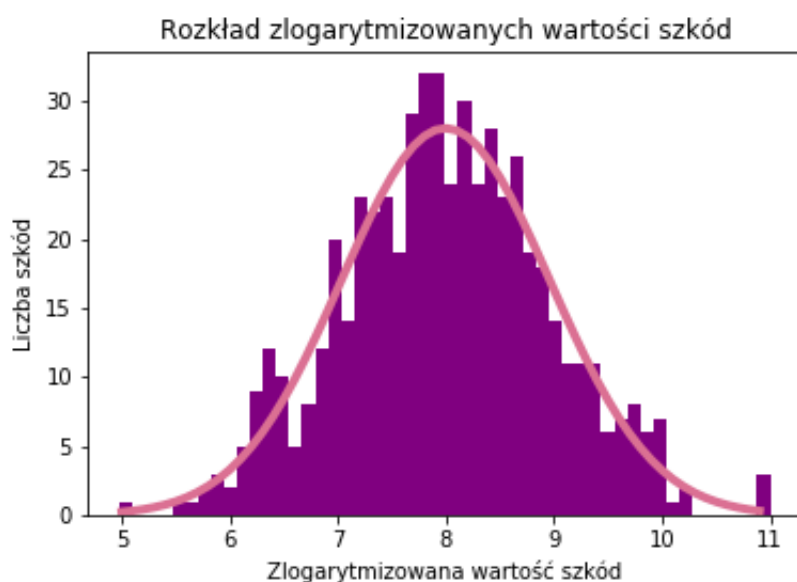
Rysunek 4.1: Rozkład szkód.

Kolejnym ważnym rozkładem opisującym doświadczenia firmy z Dźdźykami jest rozkład wartości szkód, przedstawiony na wykresie nr 4.2. Średnia wartość szkody wynosi 4742zł, przy czym tym razem zakładamy, że mamy do czynienia z rozkładem lognormalnym.



Rysunek 4.2: Rozkład wartości szkód.

Aby potwierdzić hipotezę o zgodności rozkładu empirycznego z rozkładem lognormalnym oraz jednocześnie ułatwić przeprowadzenie dalszych analiz, sprowadzono ten rozkład do rozkładu normalnego przez zlogarytmizowanie wartości szkód. W wyniku tego działania uzyskano rozkład przedstawiony na wykresie 4.3. Do wykresu dodano linię przedstawiającą funkcję gęstości rozkładu normalnego o parametrach wyliczonych na podstawie danych empirycznych:  $m = 7,9954$  oraz  $\sigma = 0,9647$ . Rozkład ten bardzo przypomina normalny, co potwierdził test Kołmogorowa-Smirnowa: przy poziomie istotności 0.05 wykazał on brak podstaw do odrzucenia  $H_0$  o normalności rozkładu (wartość  $p$ -value wyniosła tym razem 0,9979, a więc znów jest bardzo wysoka). A zatem, wyjściowy rozkład wartości szkód faktycznie jest rozkładem lognormalnym.



Rysunek 4.3: Rozkład zlogarytmizowanych wartości szkód.

## 4.2. Dobranie optymalnej wartości składki

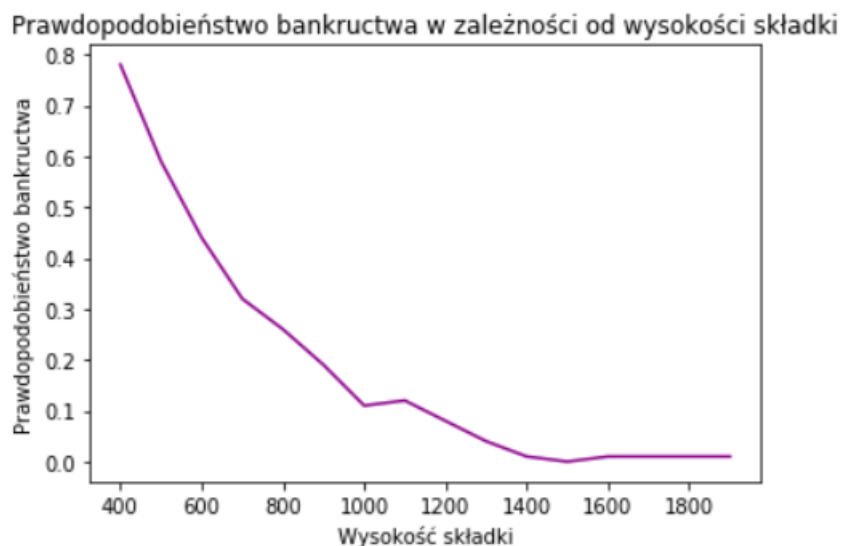
Wybór odpowiedniej wartości składki został dokonany na podstawie następujących założeń, które przekazała firma PiTU S.A.:

- nadwyżka początkowa wynosi 10 000zł,
- oczekiwana liczba klientów wynosi 100,
- horyzont czasowy to 2 lata.

Przy przyjęciu powyższych założeń wykonano symulacje, których wyniki przedstawione są na następnej stronie.

Nadwyżka	Składka	Liczba ruin	Średni wynik	Odchylenie st.	Prawdop. bankructwa
10000	400	78	11531.0	10016.0	0.78
10000	500	59	13080.0	9457.0	0.59
10000	600	44	21370.0	12023.0	0.44
10000	700	32	20916.0	15084.0	0.32
10000	800	26	31531.0	16345.0	0.26
10000	900	19	40329.0	17674.0	0.19
10000	1000	11	46470.0	22863.0	0.11
10000	1100	12	58033.0	21450.0	0.12
10000	1200	8	64413.0	22561.0	0.08
10000	1300	4	69863.0	24429.0	0.04
10000	1400	1	79361.0	27400.0	0.01
10000	1500	0	93213.0	25526.0	0.00
10000	1600	1	101652.0	26824.0	0.01
10000	1700	1	107378.0	26625.0	0.01
10000	1800	1	117921.0	27429.0	0.01
10000	1900	1	126904.0	26426.0	0.01

Tabela 4.1: Wyniki przeprowadzonej symulacji ruiny firmy PiTU S.A.



Rysunek 4.4: Prawdopodobieństwo bankructwa firmy w zależności od wysokości składki.

Symulację przeprowadzono dla składek o wysokości pomiędzy 400zł a 1900zł. Pojedyncza symulacja składała się ze 100 powtórzeń. Dla każdej z wartości składek wyliczono liczbę przypadków, w których firma zbankrutowała podczas 100 przeprowadzonych iteracji dla danej wysokości składki, średni wynik przedsiębiorstwa uzyskany podczas 100 powtórzeń (pod uwagę były brane jedynie dodatnie wyniki firmy), odchylenie standardowe zysków firmy, oraz prawdopodobieństwo bankructwa wyliczone jako stosunek liczby powtórzeń, w których firma uzyskała wynik finansowy mniejszy od zera (stratę), do całkowitej liczby powtórzeń (100). Uzyskane wyniki przedstawia tabela nr 4.1 oraz wykres 4.4.

Można zauważyć, że początkowe zwiększenie składki nawet o 100 zł daje bardzo duży spadek wartości prawdopodobieństwa, iż firma zbankrutuje (prawie 20 punktów procentowych). Kolejne podwyżki wartości składek skutkują coraz słabszymi spadkami wartości prawdopodobieństwa bankructwa firmy. Dla wysokości składek wynoszących od 1400zł wzwyż prawdopodobieństwo bankructwa PiTU S.A. stabilizuje się na poziomie ok. 1%

Niezależnie od wysokości składki, otrzymujemy wartości nadwyżki wyższe od nadwyżki początkowej, wynoszącej 10 000zł. Nie gwarantuje to jednak sukcesu finansowego analizowanej firmie: należy pamiętać o tym, że są to średnie wartości dodatnich wyników finansowych (wyniki ujemne nie były brane pod uwagę w obliczeniach i traktowano je jako bankructwo firmy). Ponadto, nawet uzyskane zyski odznaczają się znacznym odchyleniem standardowym, rzędu kilkudziesięciu procent średniego zysku. Dla najniższej składki odchylenie standardowe ma wartość bardzo bliską średniej nadwyżce finansowej, co wraz z dużymi prawdopodobieństwami bankructwa sprawia, że firma powinna unikać ustalania najniższych składek dla kierowców.

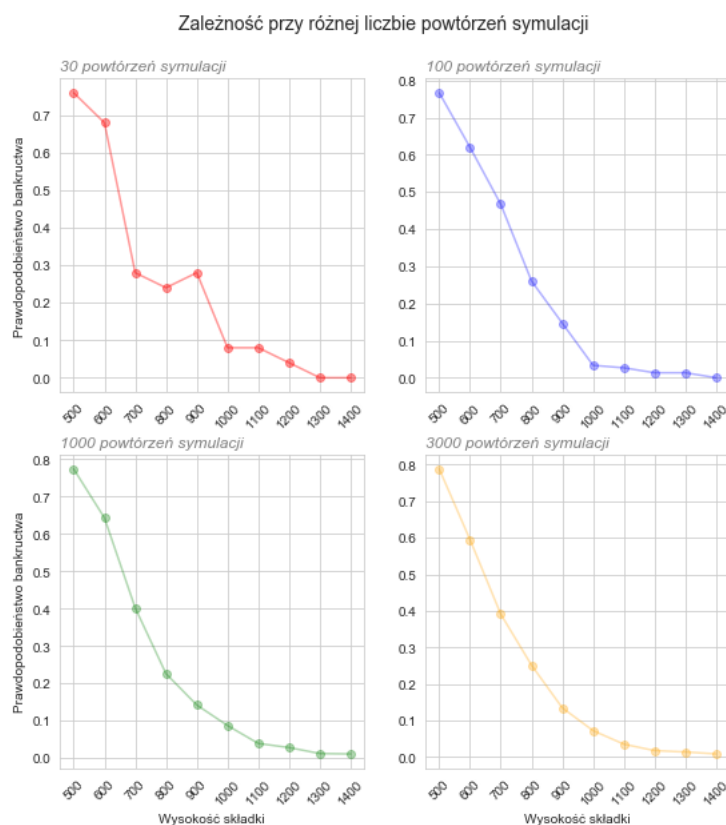
Zakładając, że przyjmujemy margines błędu wynoszący 1%, firma PiTU powinna wybrać pierwszą wysokość składki, dla której prawdopodobieństwo bankructwa jest mniejsze bądź równe 1%. Warunek ten spełnia składka wynosząca 1400zł. Zwiększenie marginesu błędu do standardowego w statystyce poziomu 5% pozwala zmniejszyć wysokość składki o 100zł (najmniejsza wysokość składki, dla której prawdopodobieństwo bankructwa wynosi mniej niż 5%). Zaproponowana przez firmę PiTU początkowa wysokość składki - 500zł - jest zdecydowanie zbyt niska i niesie ze sobą prawdopodobieństwo bankructwa firmy na poziomie 59%.

# Rozdział 5

## Analiza wrażliwości

### 5.1. Wpływ liczby iteracji na wynik symulacji

W tym podrozdziale zostanie opisany wpływ liczby iteracji na wynik symulacji, tj. na prawdopodobieństwo bankructwa przy różnych poziomach składki. Rozpatrzone zostaną cztery możliwości: 30 powtórzeń, 100 powtórzeń, 1000 powtórzeń oraz 3000 powtórzeń.



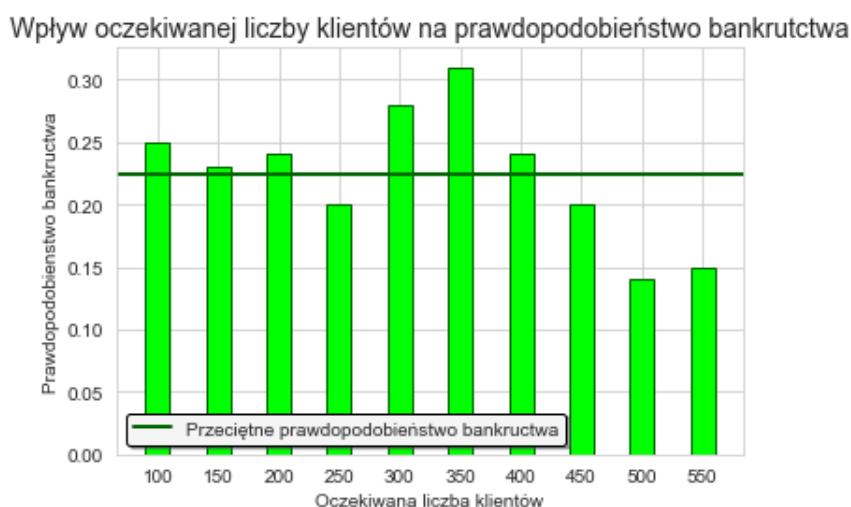
Rysunek 5.1: Zależność przy różnej liczbie powtórzeń symulacji

Celem tej analizy jest upewnienie się, że przyjęta liczba iteracji w wykonanej przez nasz zespół analizie została dobrana prawidłowo i nie zaburza wyników symulacji. Na wykresie 5.1

przedstawione zostały wyniki symulacji zależności prawdopodobieństwa bankructwa od wysokości składki dla wszystkich czterech wymienionych powyżej możliwości. Z wykresu można wyciągnąć wniosek, że poziom 100 iteracji symulacji daje bardzo zbliżone wyniki do symulacji powtórzonej zarówno 1000 jak i 3000 razy. We wszystkich trzech przypadkach prawdopodobieństwo bankructwa maleje wraz ze wzrostem wysokości składki, przy czym tempo tych zmian również jest porównywalne. W przypadku symulacji powtórzonej mniej, tj. 30 razy, można zaobserwować wahania prawdopodobieństwa bankructwa, co oznacza, że liczba powtórzeń symulacji jest zbyt mała i przez to niewiarygodna. W związku z przeprowadzoną analizą można potwierdzić przyjętą przez nasz zespół tezę, że 100 iteracji symulacji jest rozwiązaniem wystarczającym, dającym wyniki porównywalne do liczby iteracji 10-krotnie, a nawet 30-krotnie większej.

## 5.2. Wpływ oczekiwanej liczby klientów na wynik symulacji

Zgodnie z informacją uzyskaną przez nasz zespół od firmy PiTu S.A., oczekiwana liczba klientów wynosi 100 osób. W tym podrozdziale przeanalizowane zostaną dwie możliwości. Pierwszą z nich będzie analiza płynności przy zwiększeniu tej liczby, przy jednoczesnym zmniejszeniu nadwyżki początkowej ze względu na koszty poniesione na kampanię reklamową w celu przyciągnięcia nowych potencjalnych klientów, przy składce w atrakcyjnej dla klientów wysokości 900zł. Drugą możliwością, która zostanie przeanalizowana jest zmniejszenie oczekiwanej liczby klientów przy jednoczesnym zwiększeniu składki. Przy wysokiej składce liczba oczekiwanych klientów prawdopodobnie zmaleje, więc ta analiza pozwoli na rozpatrzenie skutków takiej decyzji.



Rysunek 5.2: Prawdopodobieństwo bankructwa przy wyższej liczbie klientów

Na wykresie 5.2 zostały przedstawione wyniki symulacji dla liczby klientów od 100 do 550.

Na potrzeby tej symulacji założono, że nadwyżka początkowa firmy wynosi 5000zł - pozostałe środki w wysokości 5000zł zostały wykorzystane na przeprowadzenie kampanii reklamowej. Z wykresu można odczytać, że słabo lub przeciętnie skuteczna kampania reklamowa nie miałaby dla firmy pozytywnych skutków - prawdopodobieństwo bankructwa przy liczbie klientów od 100 do 450 jest zbliżone i oscyluje wokół wartości średniej dla wszystkich przedstawionych poziomów, tj. 22, 39%. Jest to prawdopodobieństwo wysokie, przez co przedsiębiorstwo mogłoby odnieść znaczące straty finansowe. Jedynie wysoce skuteczna kampania reklamowa, która byłaby w stanie przyciągnąć co najmniej 500 klientów, charakteryzowałaby się istotnie niższym prawdopodobieństwem bankructwa. W związku z tym tego typu rozwiązanie wiąże się z dużym ryzykiem niewystarczającego powodzenia kampanii reklamowej i nie zostanie polecone firmie PiTu S.A. przez nasz zespół. Druga możliwość, która w tym podrozdziale zostanie przeanalizowana, to podniesienie składki przy jednoczesnej utracie części klientów. Rozpatrzone zostanie podniesienie składki do poziomu 1600zł. Na wykresie 5.3 przedstawione zostało prawdopodobieństwo bankructwa przy składce 1600zł dla liczby klientów od 10 do 90.

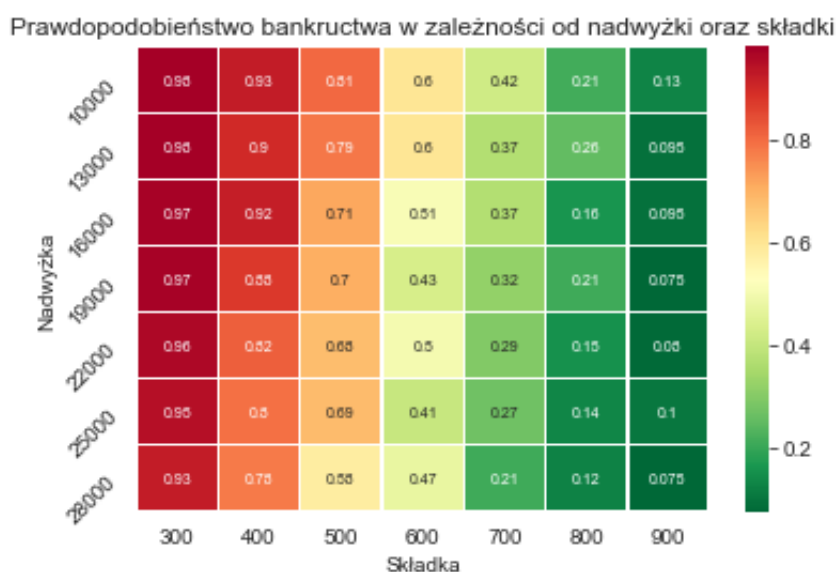


Rysunek 5.3: Prawdopodobieństwo bankructwa przy niższej liczbie klientów

Z wykresu tego można wysunąć wniosek, że zwiększenie składki przy utracie klientów mogłoby być dobrym pomysłem, jeśli jedynym celem przedsiębiorstwa byłoby uniknięcie bankructwa. Przy tak wysokiej składce, najwyższe możliwe prawdopodobieństwo bankructwa wynosi 2% i jest to poziom przy 20 klientach. Warto jednak pamiętać, że większość klientów firmy PiTu S.A. jeździ bezszkodowo, a tak znaczące ograniczenie liczby klientów wiąże się z utratą większości zysków - mimo ograniczenia ryzyka bankructwa. Innymi słowy - przy braku klientów prawdopodobieństwo bankructwa byłoby zerowe, jednak trzeba mieć na uwadze, że nadrzędnym celem firmy jest prowadzenie działalności i gromadzenie zysku, w związku z czym podwyższenie składki byłoby wartą rozważenia opcją jedynie wtedy, gdyby udało się przekonać większość klientów do dalszego korzystania z usług firmy.

### 5.3. Wpływ poziomu aktualnej nadwyżki na wynik symulacji

W tym podrozdziale omówiony zostanie wpływ aktualnego poziomu nadwyżki na wynik symulacji. Na potrzeby analizy postawiona zostanie hipoteza, że zwiększenie nadwyżki początkowej pozwoliłoby na obniżenie składki dla klientów przy porównywalnym poziomie prawdopodobieństwa bankructwa. W celu potwierdzenia tej intuicji, została przeprowadzona symulacja dla składek w wysokości od 300 do 900, przy nadwyżkach z zakresu 10000 do 28000. Wyniki przeprowadzonej symulacji przedstawia wykres 5.4.



Rysunek 5.4: Prawdopodobieństwo bankructwa w zależności od nadwyżki i składki

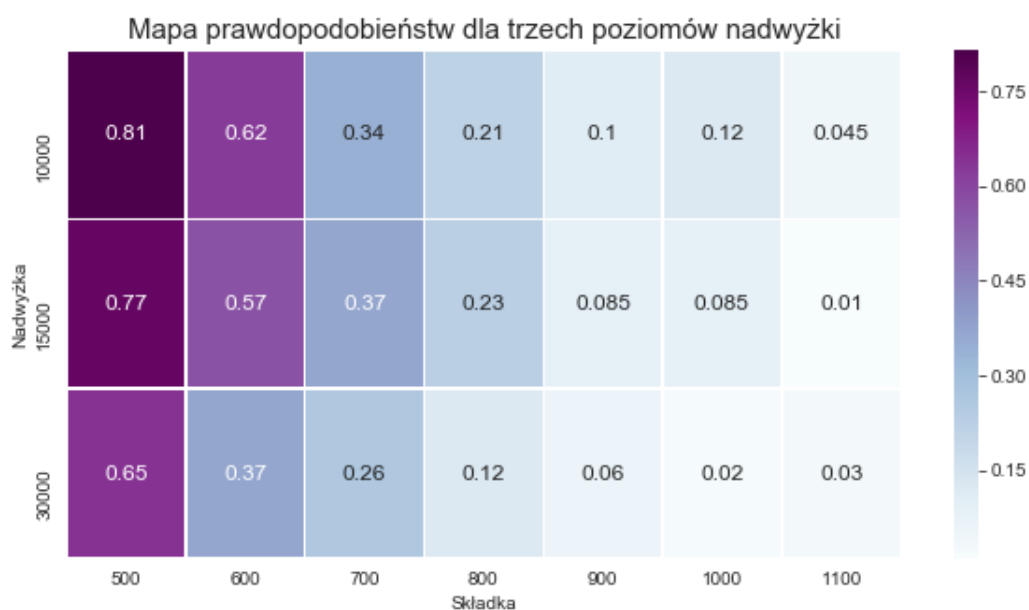
Na podstawie wykresu można stwierdzić, że prawdopodobieństwo bankructwa maleje przede wszystkim wraz ze wzrostem składki, natomiast wzrost poziom nadwyżki początkowej również pozytywnie wpływa na przewidywanie utrzymania się na rynku. Przykładowo, przyjmując składkę 700zł, czyli niewiele większą od poziomu proponowanego na początku przez firmę PiTu S.A., możliwe byłoby obniżenie prawdopodobieństwa bankructwa aż o 21 punktów procentowych, z 42% przy nadwyżce na poziomie 10000zł do 21% przy nadwyżce na poziomie 28000zł. Jednakże, nawet przy najwyższym poziomie analizowanej składki, tj. 900zł, nie udało się osiągnąć prawdopodobieństwa bankructwa na oczekiwanym poziomie - w tym przypadku wynosi ono 7,5%. W kolejnym kroku rozważona zostanie zmiana poziomu nadwyżki uwzględniając także nieco wyższe składki: od 500zł do 1100zł. Przy tej symulacji uwzględnione zostaną już tylko trzy poziomy nadwyżki początkowej: 10000zł jako punkt odniesienia, a dodatkowo 15000zł oraz 30000zł. Wyniki ilustrują wykresy 5.5 oraz 5.6.





Rysunek 5.5: Prawdopodobieństwa dla trzech poziomów nadwyżki

Z wykresu punktowego 5.5 można odczytać, że zwiększenie nadwyżki początkowej znacząco obniża prawdopodobieństwo bankructwa szczególnie przy niskich składkach - przykładowo, względna różnica prawdopodobieństw przy składkach 600zł lub 700zł jest znacznie wyższa, niż przy składce wynoszącej 1100zł. Dokładne wartości znajdują się na mapie prawdopodobieństw na wykresie 5.6.



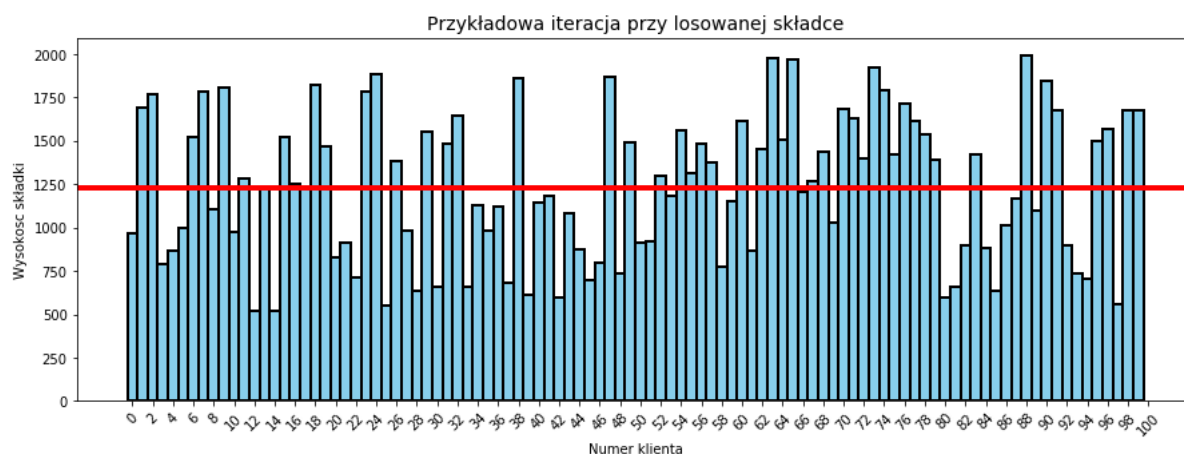
Rysunek 5.6: Mapa prawdopodobieństw dla trzech poziomów nadwyżki

Na jego podstawie można wyliczyć, że przy składce 800zł zwiększenie nadwyżki początkowej trzykrotnie pozwoliłoby na zmniejszenie ryzyka bankructwa o 9 punktów procentowych, z 21% do 12%. Wartą rozważenia jest również wyższa stawka 1000zł - okazuje się, dzięki zwiększeniu nadwyżki początkowej do 30000zł, można osiągnąć prawdopodobieństwo bankructwa

na poziomie 2%, czyli poniżej przyjętego w naszej analizie poziomu krytycznego 5% - przy stawce o 300zł mniejszej, niż ustalona w przeprowadzonej przez nasz zespół analizie, zakładającej nadwyżkę początkową w wysokości 10000zł. W związku z tym, jeśli ustalona składka wyda się firmie PiTu S.A. zbyt wysoka, warto rozważyć, czy istnieje możliwość zwiększenia nadwyżki początkowej, na przykład poprzez znalezienie źródła zewnętrznego dofinansowania przedsiębiorstwa. W przeciwnym wypadku, nasz zespół oferuje firmie jeszcze jedno rozwiązanie, które opisane zostanie w kolejnym podrozdziale.

## 5.4. Wpływ dywersyfikacji składek wśród klientów na wynik symulacji

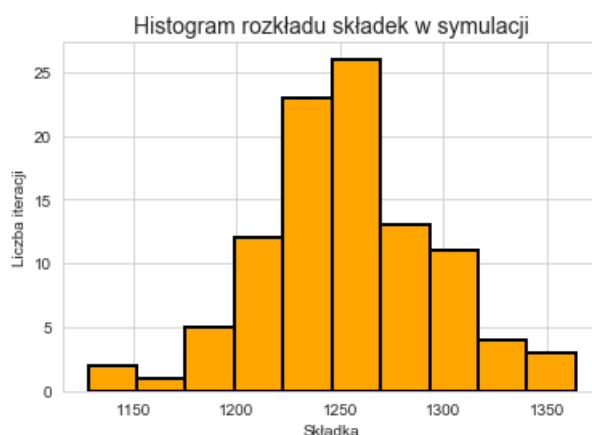
W tym podrozdziale nasz zespół proponuje dla firmy PiTu S.A. alternatywne rozwiązanie. Zgodnie z dostarczonymi przez przedsiębiorstwo informacjami, potencjalni klienci, mieszkańcy Dżydżykistanu, *"jeżdżą jak wariaci"*. Jeśli podczas jazdy samochodem osoby te skłonne są do ponoszenia pewnego ryzyka, na rzecz osiągnięcia pewnej wartości dodanej, przykładowo szybszego dojazdu, można przypuścić, że byliby również zainteresowani podjęciem ryzyka przy wyborze składki. W związku z tym nasz zespół wykona dla firmy symulację, w której dla każdego klienta wysokość składki będzie losowana z rozkładu jednostajnego, przyjęty zakres składki będzie wynosił (500; 2000). Można podejrzewać, że skłonni do ryzyka klienci będą chętni skorzystać z przedstawionej oferty, ponieważ zostaną zachęceni szansą na płacenie składki dużo niższej niż optymalna składka wyliczona w wynikach naszej analizy.



Rysunek 5.7: Przykładowa iteracja przy losowanej składce

Na wykresie 5.7 zostały przedstawione wylosowane składki dla 100 klientów w przykładowej iteracji symulacji. Czerwoną linią została oznaczona średnia wysokość stawki wśród klientów, która wynosi 1232,60zł. Dokładnie połowa klientów miała szczęście i wylosowała

poziom składki poniżej średniej, przy czym najniższa wylosowana składka wyniosła 516zł. Wśród drugiej połowy klientów, którym szczęście dopisało nieco mniej, największa składka wyniosła 1996zł. W kolejnym kroku wykonana została pełna symulacja, której histogram rozkładu uśrednionych wysokości składek został zamieszczony na wykresie 5.8.



Rysunek 5.8: Histogram rozkładu składek w symulacji

Wykres ten potwierdza założoną hipotezę, że losowanie składek byłoby dobrym pomysłem dla klientów skłonnych do podjęcia ryzyka. Średnia wysokość składki w całej symulacji wyniosła 1253,32zł, a w 100 wykonanych iteracjach średnie wysokości składki wahały się między 1128,28zł a 1364,05zł. Przedstawiony histogram pozwala przypuszczać, że średnie wysokości składek w kolejnych iteracjach mają rozkład normalny. Na pomocniczym wykresie 5.9 widać rozkład zmiennej przybliżony przy pomocy jądra normalnego. Normalność rozkładu została także potwierdzona testem Kołmogorowa-Smirnowa: przy poziomie istotności 0.05 wykazano brak podstaw do odrzucenia  $H_0$  o normalności rozkładu na rzecz hipotezy alternatywnej o normalnym rozkładzie zmiennej.



Rysunek 5.9: Przybliżony rozkład składek w symulacji

Najistotniejszą jednak z punktu widzenia przedsiębiorstwa PiTu S.A. jest uniknięcie bankructwa, stąd główną rolę odgrywa odpowiedź na pytanie, czy tego typu rozwiązanie byłoby w stanie ich przed nim uchronić. W istocie tak jest - w zaproponowanej symulacji prawdopodobieństwo to wynosi dokładnie 4%, czyli znajduje się poniżej przyjętego przez nas poziomu krytycznego 5%. W związku z wysoką skutecznością, jak również dużą szansą na pozyskanie większej liczby klientów ze względu na atrakcyjny dla skłonnych do ryzyka osób element losowy, nasz zespół poleca do rozpatrzenia przedsiębiorstwu PiTu S.A. wyżej przedstawioną alternatywę.

## Rozdział 6

### Wnioski i zalecenia

W niniejszym rozdziale, sformułowane zostaną wnioski i zalecenia dla firmy PiTU S.A. związane z potencjalną naturalizacją obywateli Dżydżykistanu i tym samym koniecznością dostosowania m.in. poziomu składek do tego segmentu klientów. Przystawione zostaną 4 alternatywne strategie dostosowania działalności firmy do tych okoliczności, z których pierwsza będzie opierała się na przyjętych założeniach, a pozostałe trzy zostały sformułowane w toku przeprowadzonej analizy wrażliwości, czyli poprzez kolejne uchylanie założeń.

#### 6.1. Strategia I

W toku analizy potwierdzono prawidłowość założeń dotyczących rozkładów liczby oraz wartości szkód w populacji Dżydżyków. Ponadto ustalono, że wysokość początkowej nadwyżki będzie wynosiła 10000 zł, a horyzont czasowy analizy powinien wynieść 2 lata. Arbitralnie założono również, że liczba klientów wyniesie 100.

Przy tak postawionych założeniach, **zaleca się ustalenie wysokości składki na poziomie nie niższym od 1300 zł**, ponieważ przy tej kwocie prawdopodobieństwo bankructwa firmy PiTU S.A. po raz pierwszy obniża się do poziomu 4%, czyli poniżej poziomu krytycznego 5%. Jeśli przyjmie się niższe akceptowalne prawdopodobieństwo bankructwa - 1%, wówczas konieczne będzie podwyższenie składki do 1400 zł. Nie rekomenduje się wprowadzania jeszcze wyższych składek, ponieważ powyżej tej kwoty prawdopodobieństwo bankructwa stabilizuje się na poziomie 1% i dalsze podnoszenie składki nie wpływa znacząco na jego zmniejszenie. Należy nadmienić, że przy poziomie składki 1300 zł, oczekiwany końcowy wynik firmy wynosi 69.863 zł, a przy 1400 zł - 79.361 zł. Trzeba jednak zaznaczyć, że założono liczbę klientów jako stałą, niezależną do poziomu składki, co zdaje się być założeniem całkowicie oderwanym od obserwowanej rzeczywistości gospodarczej.

## 6.2. Strategia II

Nie zaleca się przeznaczania zbyt dużej części nadwyżki początkowej na kampanie marketingowe, których celem miałyby być pozyskanie większej liczby klientów i tym samym obniżenie szacowanego prawdopodobieństwa bankructwa. Wywnioskowano, że prawdopodobieństwo bankructwa obniżyłoby się znacząco jedynie przy liczbie klientów wynoszącej 500 (czyli 5 razy większej niż obecnie się oczekuje). To oznacza, że kampanię marketingową można by uznać za opłacalną jedynie w przypadku jej spektakularnego sukcesu. Za lepszą, z punktu widzenia minimalizacji ryzyka bankructwa, uznano strategię polegającą na podwyższeniu składki i zaakceptowaniu faktu, iż spowoduje to utratę części klientów. **Rekomenduje się zatem utrzymanie nadwyżki początkowej na nie niższym niż dotychczas zakładanym poziomie.** Ponadto, nie należy zapominać, iż celem działalności gospodarczej nie jest jedynie minimalizacja ryzyka, lecz również osiągnięcie zysków, a do tego potrzebni są klienci.

## 6.3. Strategia III

Wartym rozważenia rozwiązaniem jest **znalezienie zewnętrznego źródła finansowania i zwiększenie nadwyżki początkowej (np. do kwoty 30.000 zł).** To pozwoli na utrzymanie względnie niskiego poziomu składek (tj. niższego niż proponowanego w strategii I - 1300zł) przy jednoczesnym utrzymaniu prawdopodobieństwa bankructwa na akceptowalnym poziomie poniżej 5%. Nie będzie możliwe utrzymanie składek na wyjściowym poziomie 500zł, niemniej jednak podwyższenie nadwyżki początkowej do 30.000 zł umożliwi ustalenie kwoty składki - 1000 zł przy prawdopodobieństwie bankructwa - 2% (mniej od poziomu krytycznego 5%).

## 6.4. Strategia IV

Przyjęto założenie, że jeżdżący niebezpiecznie Dzydzykowie charakteryzują się względnie wysoką skłonnością do ryzyka, a więc byliby oni skłonni podejmować ryzyko również w momencie wyboru składki. **Z tego względu, wartą rozważenia możliwością jest zaproponowanie im udziału w loterii. Polegałaby ona na tym, że w momencie zakupu ubezpieczenia, Dzydzykowie nie znaliby kwoty składki, która dopiero po podpisaniu umowy byłaby losowana z rozkładu jednostajnego na przedziale (500, 2000).** Oczekuje się, iż wówczas średnia wysokość składek płaconych przez Dzydzyków wynosiłaby 1250 zł, a jednocześnie wyższa składka nie wpłynęłaby negatywnie na liczbę klientów. (Dzydzykowie mimo względnie wysokiej oczekiwanej wartości składki, chętnie braliby udział w loterii w nadziei, że to właśnie im uda się wylosować najniższą kwotę). Takie rozwiązanie umożliwiłoby utrzymanie prawdopodobieństwa bankructwa na poziomie 4% (czyli poniżej poziomu krytycznego 5%).

# Bibliografia

- [1] Józwiak J., Podgórski J. (2012), *Statystyka od podstaw*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne
- [2] Lutz M. (2011), *Wprowadzenie - Python*, Helion S.A.
- [3] Python 3.7.3. Documentation, <https://docs.python.org/3/>, dostęp z dni 16.03.19-31.03.19
- [4] [kody2019] Kody udostępnione w ramach zajęć z *Zaawansowanego Modelowania Symulacyjnego* w Szkole Głównej Handlowej

# Spis rysunków

4.1	Rozkład szkód. . . . .	9
4.2	Rozkład wartości szkód. . . . .	9
4.3	Rozkład zlogarytmizowanych wartości szkód. . . . .	10
4.4	Prawdopodobieństwo bankructwa firmy w zależności od wysokości składki. . .	11
5.1	Zależność przy różnej liczbie powtórzeń symulacji . . . . .	13
5.2	Prawdopodobieństwo bankructwa przy wyższej liczbie klientów . . . . .	14
5.3	Prawdopodobieństwo bankructwa przy niższej liczbie klientów . . . . .	15
5.4	Prawdopodobieństwo bankructwa w zależności od nadwyżki i składki . . . . .	16
5.5	Prawdopodobieństwa dla trzech poziomów nadwyżki . . . . .	17
5.6	Mapa prawdopodobieństw dla trzech poziomów nadwyżki . . . . .	17
5.7	Przykładowa iteracja przy losowanej składce . . . . .	18
5.8	Histogram rozkładu składek w symulacji . . . . .	19
5.9	Przybliżony rozkład składek w symulacji . . . . .	19



# Spis tabel

4.1	Wyniki przeprowadzonej symulacji ruiny firmy PiTU S.A. . . . . .	11
-----	--	----