**Орлин Попов**

# ПРОГНОЗИРАНЕ РИСКА ОТ ПРОМЕНИ НА ОПЕРАТИВНИЯ ПАРИЧЕН ПОТОК В РЕСТОРАНТЬОРСТВОТО

**ГОДИШНИК НА ВУАРР**

**ТОМ VIII**

***Орлин Попов*** *е завършил магистърска степен по „Стопанско управление“ със специализация „Национална сигурност“ във ВУАРР - Пловдив и бакалавърска степен по „Бизнес администрация“ в Колеж по туризъм - Благоевград.*

*През 2019 г. е зачислен като докторант на самостоятелна подготовка в докторската програма „Финанси и банково дело“ във ВУАРР.*

*В качеството си на собственик на най-многочислената верига от ресторанти „Хепи“ в България, Барселона и Лондон, Орлин Попов печели световна награда за ресторантьорство – кристален глобус на Медународната хотелиерска и ресторантьорска асоциация.*

*В началото на 2012 г. му е връчен и Златен приз за цялостен принос в развитието на ресторантьорството. Притежава награда за лоялност и качество в бизнес взаимоотношенията за 2010 г. на Брейнсторм консулт.*

*Развива и брандовете „Капитан Кук“ с ресторанти в София и Варна, Саса, Реззо и Хепи доставка.*

*Компанията на Орлин Попов е официален партньор на Българското дружество по хранене и диетика, като здравословният начин на хранене е основна цел и задължение към клиентите на заведенията му.*

*Орлин Попов има интервюта за сп. „Форбс“, в. „Капитал“ и други публикации.*

*Изявявал се е и като лектор пред студенти.*

UNIVERSITY OF AGRIBUSINESS AND RURAL DEVELOPMENT

YEARBOOK, VOLUME VIII, 2020

# FORECASTING THE RISK OF CHANGES IN OPERATING CASH FLOW IN THE RESTAURANT BUSINESS

**Orlin Popov**

**Abstract:** The purpose of this publication is to fill the lack of research and publications on one of the main types of risk in the restaurant sector. In this article, using real data from the restaurant sector, the worst case scenario of a deficit in net operating cash flows for a period of seven days in the future is predicted. For this purpose, the cash flow at risk (CFaR) approach was used. The CFaR using the bottom-up approach was calculated using a Monte Carlo simulations. Mathematically, the simulation algorithm is programmed in an Excel environment using built-in and programmable inverse cumulative probability distribution functions. Risk business factors in the model framework of cash flow at risk are simulated by using triangular, normal, uniform, Beta distribution, Geometric Brownian motion and others.

**Key words**: risk management, cash flow at risk (CfaR), restaurant business, Monte Carlo simulation, Bottom-up approach, triangular distribution, normal distribution, uniform distribution, Beta distribution.

# ПРОГНОЗИРАНЕ РИСКА ОТ ПРОМЕНИ НА ОПЕРАТИВНИЯ ПАРИЧЕН ПОТОК В РЕСТОРАНТЬОРСТВОТО

**Орлин Попов**

**Резюме:** Целта на настоящата студия е да попълни липсата на практическа технология и изследвания относно един от основните видове риск в ресторантьорския сектор. В тази публикация чрез използване на реални данни от ресторантския сектор е прогнозиран „най-лошия сценарий“ на дефицит в нетните оперативни паричните потоци за период от седем дни в бъдещето. Като основна методология е използван подхода „паричен поток под риск“ (CFaR) във вариант „отдолу нагоре“ (Bottom-up approach). Паричният поток под риск по методологията „отдолу нагоре“ е изчислен като са използвани Монте Карло симулации. Математически симулационният алгоритъм е програмиран в Excel среда чрез използване на вградени и програмируеми инверсни кумулативни функции на вероятностните разпределения. Рисковите бизнес фактори в моделната рамка на подхода „паричния поток под риск“ са симулирани чрез използване на триъгълно, нормално, равномерно, Бета-разпределение, Геометрично брауново движение и др.

**Ключови думи:** риск мениджмънт, ресторантьорство, паричен поток под риск - (CfaR), Монте Карло симулация, подход „отдолу нагоре“, вероятностни разпределения.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Бизнесът в ресторантьорство и хранителния сектор навсякъде по света се характеризира като високо рисков, поради силни влияния от социални сътресения, климатични условия или други природни явления (като епидемии по хора, животни, растения и др.). Последната епидемия от Covid 19 също потвърди уязвимостта на ресторантьорския сектор от подобни явления. Дори при нормален пазар при ресторантската индустрия се наблюдават сезонни колебания в продажбите и е доста чувствителна към промените в националната

икономика, което прави прогнозирането и управлението на очакваните оперативни парични потоци критично за просперитет в сектора[1]. Ако мениджърите на ресторанти притежават умения да прогнозират и оценяват най-лошия сценарий на спад в бъдещите парични потоци предварително, те биха могли да избегнат фалити или да реагират адекватно на негативните промените.

## ПРЕГЛЕД НА ИЗСЛЕДВАНИЯТА И ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА

В световен аспект публикациите по отношение на оценяване и прогнозиране на риска в ресторантския бизнес са изключително ограничени, а такива за българската действителност липсват. Повечето чуждестранни автори акцентират върху рискове свързани с остатъчни пестициди в предлаганите хранителните продукти[2], опасността от заразяване с определени бактерии[3] или инциденти при процеси на приготвяне на храната[4].

Изключително ограничени са изследванията и публикациите по отношение на финансовите измерения на риска в мениджмънта на ресторантския бизнес. Silvio Ceschini през 1999 изследва финансовите детерминанти на систематичния риск в сектор ресторантьорство в САЩ като използва множествена регресия[5]. Той установява, че рентабилността, финансовия ливъридж и ликвидността са най-важните фактори, които влияят върху систематичния риск в цялостната ресторантьорска индустрия на САЩ, а възвръщаемостта на инвестициите е статистически значима променлива с отрицателна корелация по отношение на систематичния риск.

През 2011 SooCheong Jang, Kwangmin Park и Ji-eun Lee провеждат мащабно проучване на 221 ресторанта в САЩ с цел квантифициране риска от неочакван спад в оперативните парични

---

[1] Olsen, M. D., and J. Zhao, The restaurant revolution-growth, change and strategy in the international foodservice industry. Journal of Restaurant and Foodservice Marketing 2001

[2] Caldas E., M.V. De Souza, A. Jardim, Dietary risk assessment of organophosphorus and dithiocarbamate pesticides in a total diet study at a Brazilian university restaurant, Journal Food Additives & Contaminants: Part A, Volume 28, 2011

Caldas E. and L. Souza Chronic dietary risk for pesticide residues in food in Brazil: an update, Journal Food Additives & Contaminants, Volume 21, 2004

[3] Franz E., S. O. Tromp, H. Rijgersberg and H. J. Van der Fels-klerx, Quantitative Microbial Risk Assessment for Escherichia coli O157:H7, Salmonella, and Listeria monocytogenes in Leafy Green Vegetables Consumed at Salad Bars, Journal of Food Protection, Volume 73, Issue 2, 2010

[4] Jeong Yong, Cooking processes and occupational accidents in commercial restaurant kitchens, Safety Science, Volume 80, 2015

[5] Ceschini Silvio, Analyzing risk in the restaurant industry, Oklahoma State University, 2005

потоци чрез използване на сравнителен подход на паричен поток под риск. Те установяват, че процентът на краен дефицит в паричните потоци е по-голям за по-малките фирми, отколкото при по-големите, което предполага, че малките фирми трябва да са готови да се справят с риска от ликвидност доста преди очаквания икономическия спад[6].

През 2019 г. R.P. Limbong, R. Syah Ratya, R. Anindita, правят опит за теоретична идентификация на финансовите и операционните рискове при отварянето на ресторант без тяхната квантификация[7].

В България до този момент липсват изследвания и публикации по отношение на риска в ресторантския бизнес. В практиката у нас мениджмънта в този сектор разчита на проби и грешки или в най-добрия случаи на „know how" от държави с развити сектори на ресторантьорство.

## ЕМПИРИЧНИ ДАННИ И МЕТОДОЛОГИЯ

В тази публикация чрез използване на реални данни от ресторанския сектор е прогнозиран най-лошият сценарий на дефицит в нетните оперативни паричните потоци за период от седем дни в бъдещето. За тази цел е използван подхода „паричен поток под риск" (CFaR) във вариант „отдолу-нагоре". Паричният поток под риск по методологията „отдолу-нагоре" (Bottom-up approachs) е изчислен като са използвани Монте Карло-симулация. Математически симулационният алгоритъм е програмиран в Excel среда чрез използване на вградени и програмируеми инверсни кумулативни функции на вероятностните разпределения. Рисковите бизнес фактори в моделната рамка на подхода „паричен поток под риск" са симулирани чрез използване на триъгълно, нормално, равномерно, Бета разпределение, геометрично брауново движение и др.

Данните са предоставени от анонимна верига от ресторанти със значимо присъствие на българския пазар. Оригиналните данни са на дневна база, разбити по отделни артикули и обхващат периода от 15.01.2019 г. до 15.01.2020 г. В историческите данни за периода се наблюдава сезонен модел на седмична база, т.е. през уикендите се регистрират повече продажби в сравнение с делничните дни. Поради тази причина данните са осреднени на седмична база и съответно прогнозния хоризонт и нивата на риска са оценени на седмична база.

[6] Jang SooCheong, Kwangmin Park and Ji-eun Lee, Estimating Cashflow-at-Risk (CFaR): A Comparables Approach for Restaurant Firms, Cornell Hospitality Quarterly, 2011 p. 7

[7] R.P. Limbong, R. Syah Ratya, R. Anindita Anindita, Risk management for start-up company: a case study of healthy kitchen restaurant and catering, RJOAS 2, 2019

Всички продажби на хранителни артикули са агрегирани в четири продуктови групи според ценови диапазон, хранителни характеристики и честота на препочитания от клиентите.

Подхода „паричен поток под риск“ (Cash Flow at Risk - CFaR) представлява съвременен метод за измерване на пазарния и бизнес риск при фирмите от нефинансовия сектор. Счита се, че е създаден през 1999 г. от Riskmetrics Group в рамките на американската инвестиционната банка J. P. Morga като аналог на „стойност по риск“ (VaR ) за измерване на риска в нефинансовия сектор[8]. CFaR по аналогичен начин използва разпределението на оперативните парични потоци на фирмата за получаване количествена оценка за най-лошия сценарий по отношение на бъдещите парични потоци.

По-конкретно „паричният поток под риск“ дава отговор на бизнес мениджъра на въпроса: „С каква стойност ще се понижат паричните ми потоци при определена вероятност (ниво на доверителност) за определен период от време?“ или в опростен вариант „С колко могат да намалеят парите, които постъпват във фирмата при най-лошия сценарий през даден следващ период?“.

Например, ако се използват месечните оперативни парични потоци на дадена фирма и е изчислено с 95% вероятност, че CFaR е 15 000 лв., това означава, че съществува само 5% шанс намалението на паричния поток през следващия месец да надхвърли тази сума. Другата интерпретация би била, че намалението на паричните потоци в най-лошия случай през следващия месец ще е до 15 000 лв., изчислено с точност 95%[9].

Алгоритъмът на „паричният поток под риск“ в рамките на подхода „отдолу нагоре“ включва следните стъпки:

1. конструиране на математически модел за изчисление на актуалните оперативни парични потоци;

2. идентифициране и детайлно изследване на рискови фактори, които оказват влияние върху оперативните парични потоци за ресторанта (изчисляване показателите на дескриптивна статистика и корелационна матрица);

[8] RiskMetrics Group, CorporateMetrics™, The Benchmark for Corporate Risk Management ,Technical Document, 1999

[9] Георгиев Г. Прогнозиране на бизнес риска чрез паричен поток под риск (CFaR) и локален анализ на чувствителността с Excel Годишник том VII, Академично издателство „Талант“, ВУАРР, 2019 стр. 67-94

3. изследване формата на разпределение на всеки фактор чрез тестове „критерии на съгласие“, при 95% вероятност и избор на подходяща инверсна вероятностна функция на разпределение;

4. програмиране на инверсните кумулативни функции на разпределенията в рамките на математическия модел за изчисляването на паричния поток;

5. симулиране на 10 000 различни стойности на очаквания паричния поток;

6. намиране на 10 000 отклонения на очаквания паричен поток спрямо прогнозирания;

7. изчисляване на CFaR като определен квантил от разпределението на отклоненията на очаквания паричен поток спрямо прогнозирания

## КОНСТРУИРАНЕ НА МОДЕЛА

В таблица 1 са представени данните от първия етап „Конструиране на математическия модел за изчисление на актуалните оперативни парични потоци“ на ресторантската верига. С цел постигане на приемлива точност при прогнозиране рисковите фактори данните според вида си са разграничени на два отделни вида – дискретни и непрекъснати променливи. В конкретния случай е видно от таблица 1, че факторите продажби от четирите продуктови групи са дискретни променливи и са оцветени в светло синьо, а непрекъснати се явяват техните променливи разходи за единица, които са оцветени в светло червено. В края на таблицата, в ред 24 са изчислени оперативните парични потоци, т.е. какъв паричен ресурс е влязъл във фирмата за последната седмица.

**Таблица 1.** Изчисляване на оперативните парични потоци на ресторанта за последната седмица

| **N** | **елементи** | **стойност** |
|---|---|---|
| 1 | продажби на продуктова група А бр. | 245 |
| 2 | продажби на продуктова група Б бр. | 331 |
| 3 | продажби на продуктова група С бр. | 587 |
| 4 | продажби на продуктова група Д бр. | 354 |
| 5 | продажна цена за А | 17,50 лв. |
| 6 | продажна цена за Б | 24,90 лв. |
| 7 | продажна цена за С | 7,80 лв. |
| 8 | продажна цена за Д | 8,90 лв. |
| 9 | приходи от продажби А | 4 287,50 лв. |

| N | елементи | стойност |
|---|---|---|
| 10 | приходи от продажби Б | 8 241,90 лв. |
| 11 | приходи от продажби С | 4 578,60 лв. |
| 12 | приходи от продажби Д | 3 150,60 лв. |
| 13 | **общо приходи** | **20258,60 лв.** |
| 14 | променливи разходи за 1-ца за А | 8,20 лв. |
| 15 | променливи разходи за 1-ца за Б | 12,15 лв. |
| 16 | променливи разходи за 1-ца за С | 2,50 лв. |
| 17 | променливи разходи за 1-ца за Д | 3,10 лв. |
| 18 | общопроменливи разходи | **8 595,55 лв.** |
| 19 | общо фиксирани разходи | 3 750,00 лв. |
| 20 | амортизации | 2 200,00 лв. |
| 21 | облагаема печалба | 5 713,05 лв. |
| 22 | данък 10% | 571,31 лв. |
| 23 | нетна печалба | 5 141,75 лв. |
| 24 | **оперативен паричен поток** | **7 341,75 лв.** |

Таблица 2 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор продажби при продуктова група А (в брой).

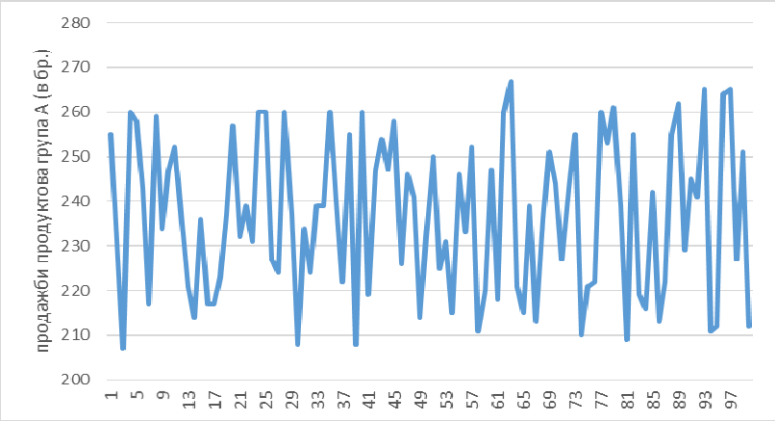
**Таблица 2.** Дескриптивна статистика на продажби при продуктова група А (в брой)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 237,0268027 |
| **стандартна грешка** | 0,174628509 |
| **медиана** | 237 |
| **мода** | 221 |
| **стандартно отклонение** | 17,46197772 |
| **дисперсия** | 304,9206658 |
| **коефициент на ексцес** | -1,181478666 |
| **коеф. на асиметрия** | -0,005705519 |
| **ранг** | 60 |
| **минимална стойност** | 207 |
| **максимална стойност** | 267 |
| **доверителен интервал 95%** | 0,342307028 |

Продажбите при продуктова група А на седмична база варират между 207 и 267 броя. Най-често продажбите от тази група са били 221 броя като средно за седмица са били продадени 237 броя ястия. Емпиричното разпределение на продажбите при продуктова група А е приблизително симетрично с поднормален (отрицателен ексцес). Като

най-подходяща стохастична форма за симулация е избрано равномерно разпределение.

Графика 1 визуализира момент от симулацията на продажбите от група А чрез равномерно разпределение с параметри минимум 207 и максимум 267 броя продажби.




**Графика 1.** Симулация на продажбите при продуктова група А чрез равномерно разпределение

Функцията на вероятностната плътност на равномерното разпределение изглежда по следния начин:

$$PDF(x) = \frac{1}{b-a}, \quad при \quad a \le x \le b$$

Както се вижда от формулата, то се дефинира само от два параметъра a и b, съответно долна и горна граница на интервала или минимална и максимална стойност на случайната величина.

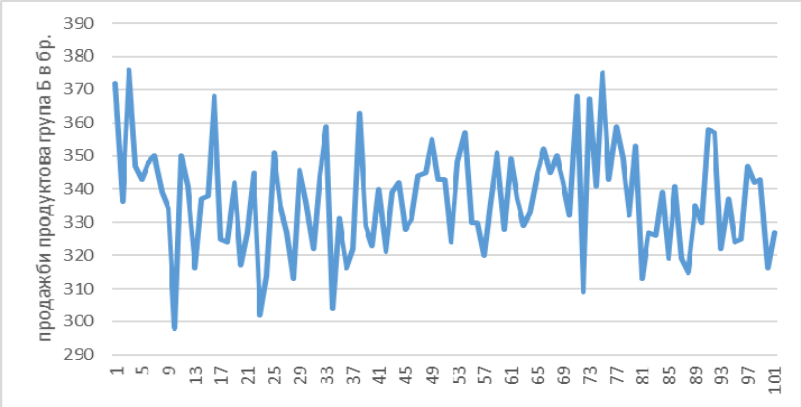
Таблица 3 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор *продажби при продуктова група Б (в брой).* Продажбите при тази продуктова на седмична база варират между 293 и 383 броя. Най-често продажбите от продуктова група Б са били около 315 броя като средно за седмица са били продадени 335 броя ястия. При емпиричното разпределение на продажбите при продуктова група Б се наблюдава слаба позитивна асиметрия с поднормален (отрицателен ексцес). Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано триъгълното разпределение. Трите параметъра необходими за изчисление на вероятности чрез триъгълно разпределение са: (a)минималната стойност, (b) максималната стойност и (c) най-вероятната стойност.

Често пъти при липса или ограничени данни те се интерпретират като: (a) най-лош сценарий, (b) най-добър сценарий и (c) най-вероятен сценарий. В конкретния случай като най-вероятна стойност е използвана модата.

**Таблица 3.** Дескриптивна статистика на продажби при продуктова група Б (в брой)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 335,0692 |
| **стандартна грешка** | 0,158171 |
| **медиана** | 335 |
| **мода** | 315 |
| **стандартно отклонение** | 15,81633 |
| **дисперсия** | 250,1562 |
| **коефициент на ексцес** | -0,20611 |
| **коеф. на асиметрия** | 0,281694 |
| **ранг** | 90 |
| **минимална стойност** | 293 |
| **максимална стойност** | 383 |
| **доверителен интервал 95%** | 0,310047 |

Графика 2 визуализира момент от симулацията на продажбите от група Б чрез триъгълно разпределение с параметри минимум 293, максимум 383 и мода 315 броя продажби.




**Графика 2.** Симулация на продажбите при продуктова група Б чрез триъгълно разпределение

Функцията на вероятностната плътност (PDF) на триъгълното разпределение изглежда по следния начин:

$$PDF(x) = \begin{bmatrix} \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)} ако\ a \le x \le c \\ \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)} ако\ c < x \le b \end{bmatrix}$$, където:

a е минималната стойност; b – максимална стойност;
c –модата.

Графика 3 визуализира формата на вероятностната плътност на продажбите за продуктова група Б.


**Графика 3.** Хистограма на продажбите за продуктова група Б

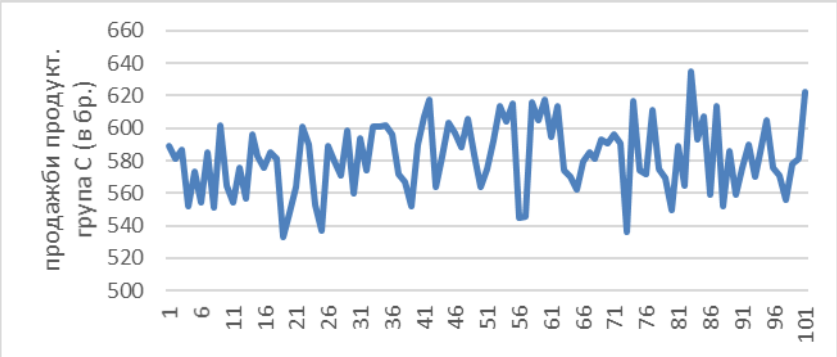
Таблица 4 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор продажби при продуктова група С (в брой).

**Таблица 4.** Дескриптивна статистика на продажби при продуктова група С (в брой)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 584,1809 |
| **стандартна грешка** | 0,235411 |
| **медиана** | 584 |
| **мода** | 583 |
| **стандартно отклонение** | 23,53993 |
| **дисперсия** | 554,1282 |
| **коефициент на ексцес** | 0,044478 |

| | |
|---|---|
| **коеф. на асиметрия** | 0,069521 |
| **ранг** | 182 |
| **минимална стойност** | 501 |
| **максимална стойност** | 683 |
| **доверителен интервал 95%** | 0,461453 |

Продажбите при продуктова група С на седмична база варират между 501 и 683 броя. Най-често продажбите от тази група са били 583 броя като средно за седмица са били продадени малко над 584 броя ястия. При емпиричното разпределение на продажбите при продуктова група С се наблюдава приблизително симетрично разпределение с нормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано Поасоново разпределение.

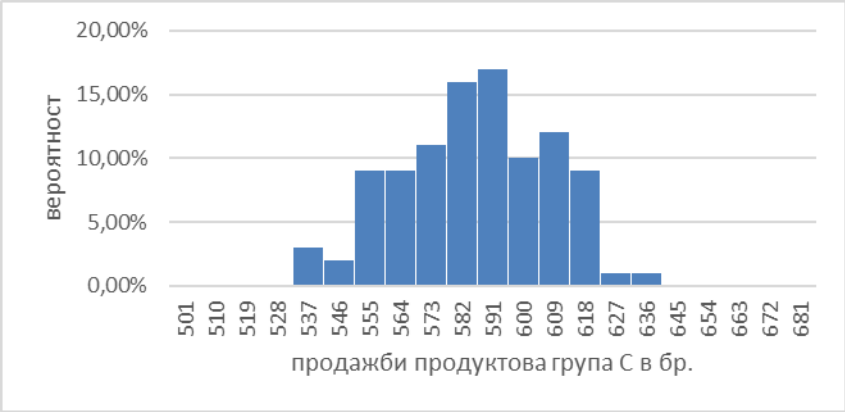



**Графика 4.** Симулация на продажбите при продуктова група С чрез Поасоново разпределение

*Функцията на вероятностната плътност* на Поасоновото разпределение се изчислява по следната формула:

$$PDF(X = x) = \lambda^x \frac{e^{(-\lambda)}}{X!},$$

където: λ е параметър, който отговаря за формата и мястото на разпределението, а e – математическа константа, известна като Неперово число, която е равна на 2.71828182845904.




**Графика 5.** Хистограма на продажбите за продуктова група С

Таблица 5 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор продажби при продуктова група Д (в брой).

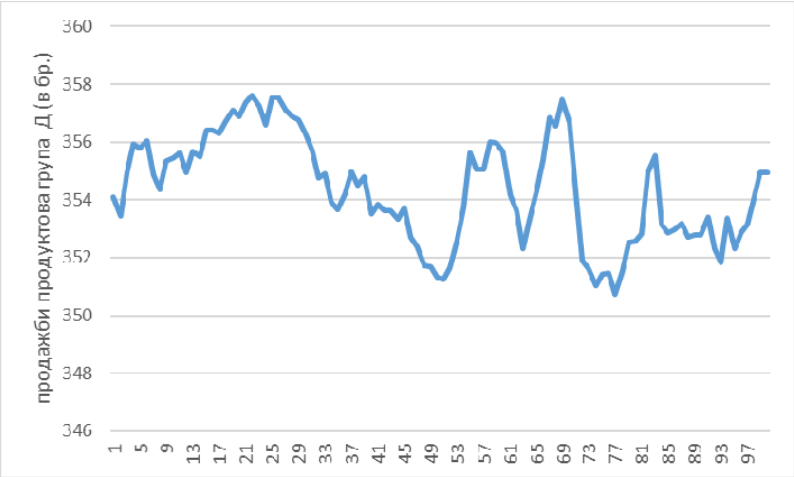
**Таблица 5.** Дескриптивна статистика на продажби при продуктова група Д (в брой)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 353,9972997 |
| **стандартна грешка** | 0,010310245 |
| **медиана** | 354 |
| **мода** | 354 |
| **стандартно отклонение** | 1,030972982 |
| **дисперсия** | 1,06290529 |
| **коефициент на ексцес** | -0,029860874 |
| **коеф. на асиметрия** | 0,037711459 |
| **ранг** | 7 |
| **минимална стойност** | 350 |
| **максимална стойност** | 357 |
| **доверителен интервал 95%** | 0,020210156 |

Продажбите при продуктова група Д на седмична база варират между 350 и 357 броя. Най-често продажбите от тази група са били 354 броя. Тук модата и медияна приблизително съвпадат и поради тази причина при емпиричното разпределение на продажбите при продуктова група Д се наблюдава приблизително симетрично разпределение с нормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избран често използвания от

професионалистите на Wallstreet математически модел Random walk без дрифт известен още като „бял шум“. При дефиниране на стохастичния параметър на модела е използвано стандартизирано нормално (Гаусово) разпределение.

Графика 6 визуализира момент от симулацията на продажбите от група Д чрез равномерно разпределение с един параметър – последната актуална стойност.




**Графика 6.** Симулация на продажбите при продуктова група Д чрез Гаусов Random walk без дрифт

Общият вид на математическия модел Гаусов Random walk без дрифт има следния вид:

$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$, където:

$Y_t$ е прогнозната стойност за период t;

$Y_{t-1}$- последната (актуална) стойност за период t-1;

$\varepsilon_t$- случайна величина, която има стандартизирано нормално разпределение;

Функцията на вероятностната плътност на стандартизираното нормално разпределение има следния вид:

$PDF(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$, където $\pi$ и $e$ са математически константи съответно:

$\pi = 3.14159265358979$

$e = 2.71828182845904$

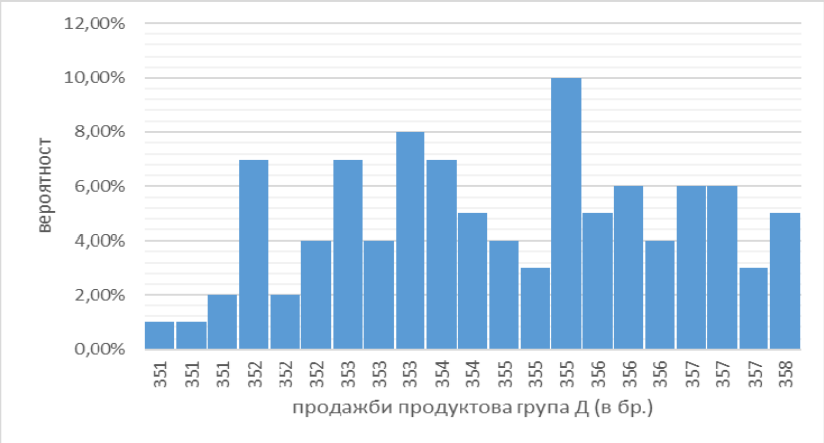
$z$ – стандартизирана променлива.

Кумулативната функция на вероятностите при стандартизираното нормално разпределение се описва от следния стохастичен модел:

$$CDF(x \leq X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-z^2/2}\, dt$$

От тук целия модел на Гаусов Random walk без дрифт изглежда по следния начин:

$$Y_t = Y_{t-1} + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x} e^{-z^2/2}\, dt$$




**Графика 7.** Хистограма на продажбите за продуктова група Д

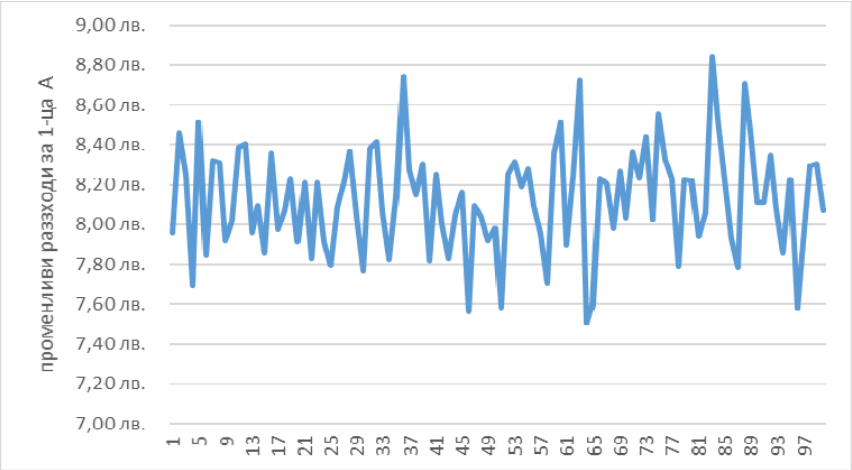
Таблица 6 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор променливите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.)

**Таблица 6.** Дескриптивна статистика на променливите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 8,13 лв. |
| **стандартна грешка** | 0,00 лв. |
| **медиана** | 8,14 лв. |
| **стандартно отклонение** | 0,26 лв. |
| **дисперсия** | 0,07 лв. |
| **коефициент на ексцес** | -0,018250866 |
| **коеф. на асиметрия** | -0,047600851 |
| **ранг** | 2,07 лв. |

| | |
|---|---|
| **минимална стойност** | 7,00 лв. |
| **максимална стойност** | 9,07 лв. |
| **доверителен интервал 95%** | 0,01 лв. |

Както се вижда от таблица 6 променливите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.) на седмична база варират между 7,00 лв. и 9,07 лв. Средната стойност на седмична база на тези разходи през последната година е била 8,13 лв. При емпиричното разпределение на променливите разходи за 1-ца при продуктова група А наблюдава приблизително симетрично разпределение с нормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано нормално разпределение.



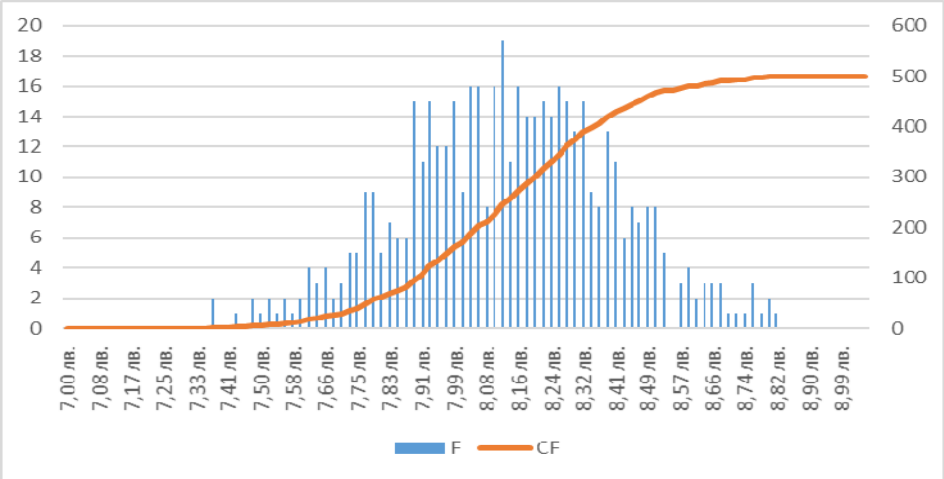

**Графика 8.** Симулация на променливите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.) чрез нормално разпределение

Функцията на вероятностната плътност на нормалното разпределение се изчислява по следната формула:

$$PDF(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

Функцията на кумулативното разпределение на вероятностите (CDF) на нормалното разпределение (интегрална функция) се описва със следната формула:

$$P(X \le x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left\{-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} dt = P\left(Z \le \frac{x-\mu}{\sigma}\right)$$




**Графика 9.** PDF и CDF функция на променлвите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.)

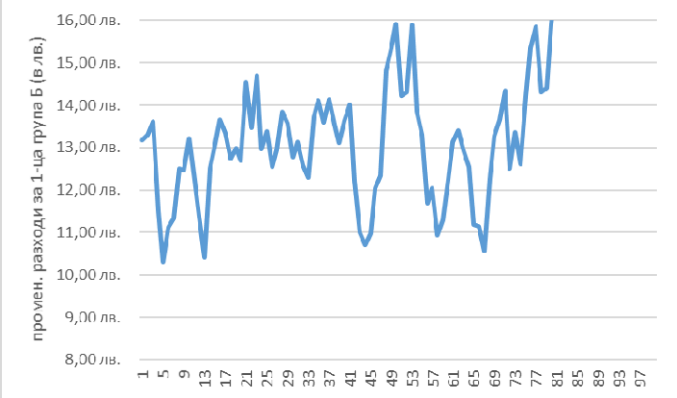
Таблица 7 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор променливите разходи за 1-ца при продуктова група Б (в лв.)

**Таблица 7.** Дескриптивна статистика на променливите разходи за 1-ца при група Б (в лв.)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 12,15 лв. |
| **стандартна грешка** | 0,01 лв. |
| **медиана** | 12,16 лв. |
| **стандартно отклонение** | 0,99 лв. |
| **дисперсия** | 0,99 лв. |
| **коефициент на ексцес** | -0,085641853 |
| **коеф. на асиметрия** | -0,00464371 |
| **ранг** | 7,52 лв. |
| **минимална стойност** | 8,26 лв. |
| **максимална стойност** | 15,78 лв. |
| **доверителен интервал 95%** | 0,02 лв. |

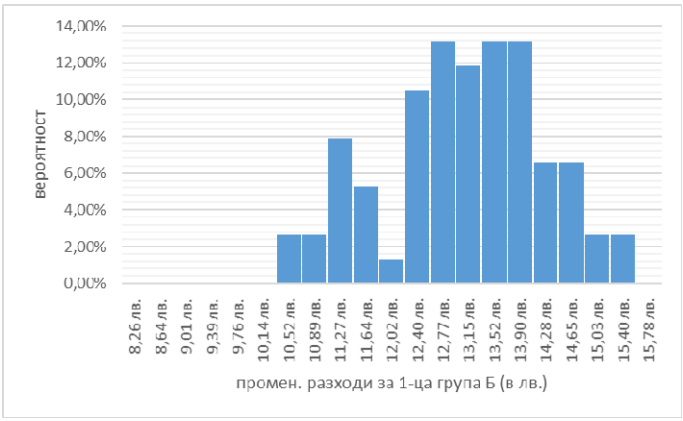
Както се вижда от таблица 7 променливите разходи за 1-ца при продуктова група Б (в лв.) на седмична база варират между 8,26 лв. и

15,78 лв. Средната стойност на седмична база на тези разходи през последната година е била 12,15 лв. При емпиричното разпределение на променливите разходи за 1-ца при продуктова група Б наблюдава приблизително симетрично разпределение с нормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано отново Гаусов Random walk без дрифт.




**Графика 10.** Симулация чрез Гаусов Random walk без дрифт на променливите разходи за 1-ца при продуктова група б (в лв.)

Общият вид на математическия модел Гаусов Random walk без дрифт бе описан в детайли при симулацията на продажбите при продуктова група Д.




**Графика 11.** Хистограма на променливите разходи за 1-ца при продуктова група А (в лв.)

Таблица 8 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор променливите разходи за 1-ца при продуктова група С (в лв.)

**Таблица 8.** Дескриптивна статистика на променливите разходи за 1-ца при продуктова група С (в лв.)

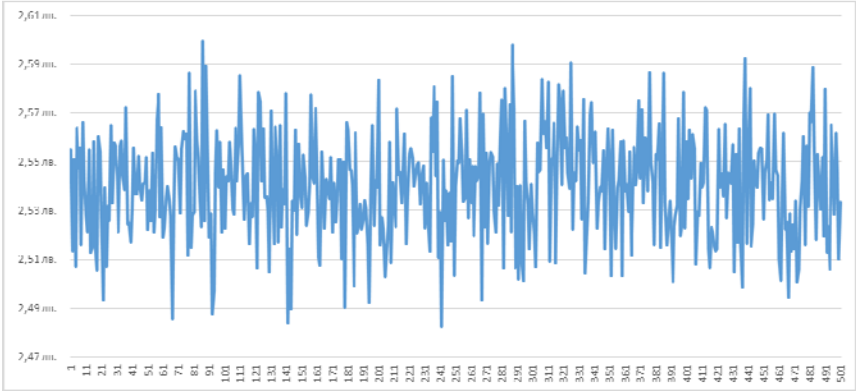
| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 2,506 лв. |
| **стандартна грешка** | 0,0001 лв. |
| **медиана** | 2,506 лв. |
| **стандартно отклонение** | 0,0084 лв. |
| **дисперсия** | 0,0001 лв. |
| **коефициент на ексцес** | -0,033021675 |
| **коеф. на асиметрия** | 0,002819453 |
| **ранг** | 0,071 лв. |
| **минимална стойност** | 2,47 лв. |
| **максимална стойност** | 2,55 лв. |
| **доверителен интервал 95%** | 0,0002 лв. |

Както се вижда от таблица 8 променливите разходи за 1-ца при продуктова група С (в лв.) на седмична база варират между 2,47 лв. и 2,55 лв. Средната стойност на седмична база на тези разходи през последната година е била 2,506 лв. При емпиричното разпределение на променливите разходи за 1-ца при продуктова група Б наблюдава приблизително симетрично разпределение с нормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано геометрично Брауново движение с параметри: последната актуална стойност на разходите за 1-ца при продуктова група С = 2,50 лв., очаквано изменение на разходите за период от 7 дни 0,24% и стандартното отклонение на вариране в разходите на седмична база 0,34%.

Геометрично Брауново движение (Geometric Brownian Motion - GBM) е един от най-използваните модели в сферата на финансите при прогнозирането на цени[10]. От математическа гледна точка представлява процес на Марков, но по конкретно се явява модифициран вариант на известното Брауново движение на елементарните частици, при който не се допускат отрицателни стойности[11].

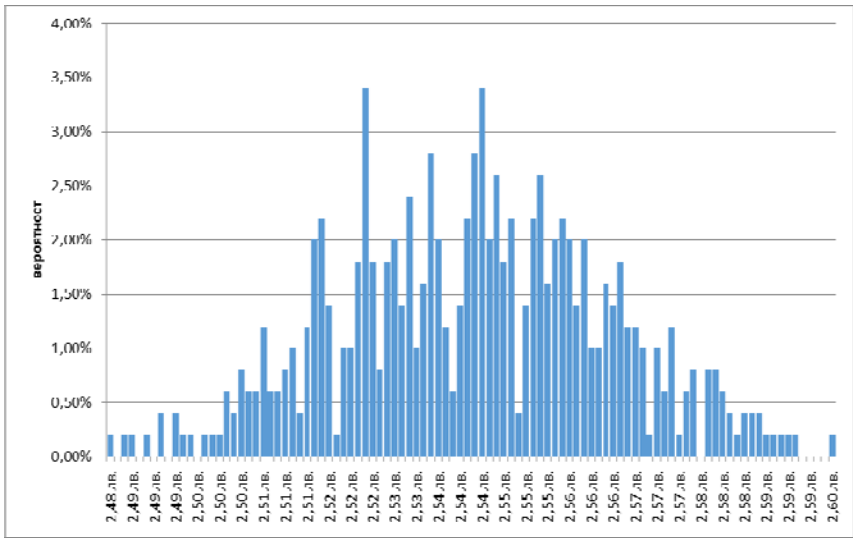
[10] Agustini, W. F., Restu A. and E. Putri, Stock price prediction using geometric Brownian motion, Journal of Physics: Conference Series, volume 974, 2018

[11] Sigman Karl, Stochastic Modeling I Lecture Notes, 2009



**Графика 12.** Симулация на променливите разходи за 1-ца при продуктова група С (в лв.) чрез геометрично Брауново движение

При GBM цените на активите следват случайно движение в съответствие с най - слабата форма на ефективната пазарна хипотеза, т.е. предишната информация за цените вече е включена и следващото движение на цените е „условно независимо“ от тяхната миналото поведение. Бъдещите цени се прогнозират от случайни стъпки на симулирани изместванията и шокове.




**Графика 13.** Хистограма на променливите разходи за 1-ца при продуктова група С (в лв.) при симулация с геометрично Брауново движение

Стохастичният модел на геометричното Брауново движение има следния вид:

$$P_t = P_{t-1} + P_{t-1} * \left(\mu * \Delta t + \varepsilon * \sigma * \sqrt{\Delta t}\right),$$

където:

$P_{t-1}$ е последната актуална стойност на разходите за 1-ца при продуктова група С (в лв.);

μ - очакваната норма на изменение на разходите за единица време;

σ - стандартното отклонение в стойността на разходите за последната година;

Δt - времевия интервал;

ε - случайната величина с нормално разпределение със средна нула и стандартното отклонение единица.

Произведението $\mu * \Delta t$ се нарича изместване (drift), а $\varepsilon * \sigma * \sqrt{\Delta t}$ симулиран шок.

Таблица 9 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за рисков фактор променливите разходи за 1-ца при продуктова група Д (в лв.).

**Таблица 9.** Дескриптивна статистика на променливите разходи за 1-ца при продуктова група Д (в лв.)

| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 3,06 лв. |
| **стандартна грешка** | 0,001 лв. |
| **медиана** | 3,070 лв. |
| **стандартно отклонение** | 0,120 лв. |
| **дисперсия** | 0,014 лв. |
| **коефициент на ексцес** | -0,484275132 |
| **коеф. на асиметрия** | -0,36410771 |
| **ранг** | 0,622 лв. |
| **минимална стойност** | 2,68 лв. |
| **максимална стойност** | 3,30 лв. |
| **доверителен интервал 95%** | 0,002 лв. |

Както се вижда от таблица 9 променливите разходи за 1-ца при продуктова група Д (в лв.) на седмична база варират между 2,68 лв. и 3,30 лв. Средната стойност на седмична база на тези разходи през

последната година е била 3,06 лв. При емпиричното разпределение на променливите разходи за 1-ца при продуктова група Д наблюдава умерено асиметрично разпределение със слаб поднормален ексцес. Тук като най-подходяща функционална форма за симулация е избрано Бета разпределение с параметри: минимум 2,68 лв., максимум 3,30 лв., α = 3,75 и β = 2,17 .

Кумулативната функция на Бета разпределението в класически вид изглежда по следния начин:

$$P(X \le x) = \int_0^x \frac{\Gamma(\alpha+\beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} t^{\alpha-1}(1-t)^{\beta-1} dt \qquad 0 \le x \le 1 \quad \alpha > 0 \quad \beta > 0,$$

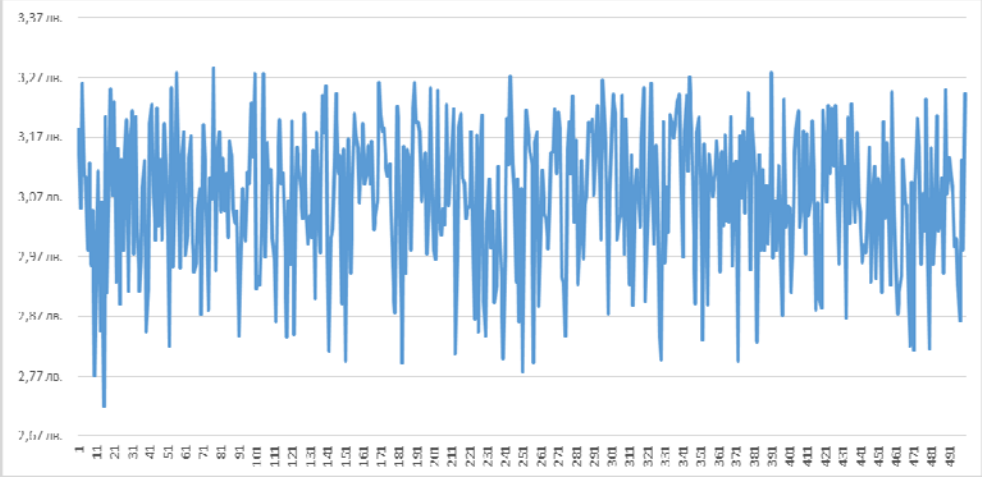
където:

Г представлява гама функция;

*α и β* са параметри, които отговарят за формата на разпределението;

*t* – случайна величина.

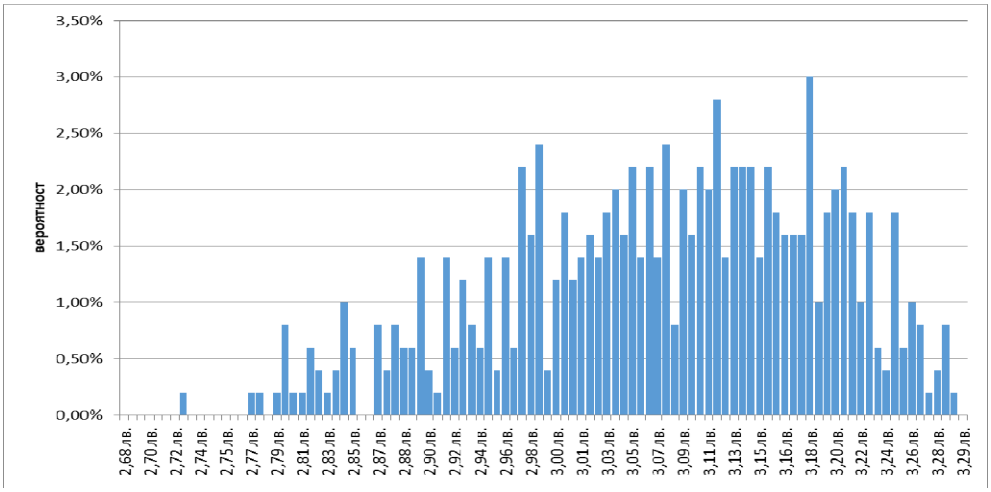
В този вид функцията изчислява вероятности в интервала от 0-1.




**Графика 14.** Симулация на променливите разходи за 1-ца при група Д чрез Бета разпределение

Ако случайната величина приема положителни стойности извън този интервал, тогава формулата се трансформира спрямо изисквания диапазон, като в този случай е необходимо да бъдат зададени още два

входящи параметъра: долна граница на интервала - А (минимум) и горна граница – В (максимум).




**Графика 15.** Хистограма на променливите разходи за 1-ца при продуктова група Д (в лв.) при симулация с Бета разпределение

Таблица 10 представя изчислените стойности на корелациите за всяка двойка рискови фактори. Тук целта е да се установи нивото на линейна зависимост между рисковите фактори. От изключително значение за прецизната оценка на риска при алгоритъма на подхода „отдолу-нагоре“ на CfaR е да бъде установена силата, посоката и вида на корелационната връзка между факторните променливи. Наличието на умерени или силни корелационни връзки между рисковите променливи от една страна би усложнило моделната рамка, но от друга би позволило на бизнес мениджърите да създадат реалистичен модел с по-висока прогнозна сила.

В конкретния случай от таблица 10 се вижда, че линейните корелационни зависимости са много слаби (под 2,5%) и няма основания за включване на корелационни връзки в моделната рамка.

След като бе установено, че липсва линейна връзка между рисковите променливи, то Монте Карло симулациите ще бъдат програмирани без корелационна зависимост.

**Таблица 10.** Корелационна матрица на рисковите фактори

| продажби А | продажби Б | продажби С | продажби Д | пром. разходи за 1-ца А | пром. разходи за 1-ца Б |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | |
| 0,014113 | 1 | | | | |
| -0,004514 | 0,00053 | 1 | | | |
| -0,007174 | -0,00227 | 0,00961 | 1 | | |
| 0,006092 | 0,00671 | 0,02085 | -0,02265 | 1 | |
| -0,00065 | -0,00719 | -0,01030 | 0,00419 | 0,00758 | 1 |
| -0,00672 | 0,00705 | 0,00269 | 0,00967 | 0,01263 | 0,00514 |
| 0,02314 | -0,01064 | 0,01924 | -0,00211 | -0,00554 | 0,0026 |

Таблица 11 представя част от симулационните пътеки (първите 70 от общо 10 000 симулации) на осемте рискови променливи и резултативните величини: оперативния паричен поток (OCF) и прогнозното му изменение (колона 3).

Стойностите на прогнозното изменение в оперативния паричен поток (колона 3) са получени като от прогнозирания чрез съответната симулация оперативен паричен поток се извади актуалния (за последната седмица).

Таблица 12 представя изчислените показатели на дескриптивната статистика за прогнозния оперативен паричен поток.

Както се вижда от таблица 12 очакваният паричен поток за ресторанта на седмична база ще варира между 5 909,84 лв. и 8 965,38 лв. Най-вероятно неговата стойност за следващата седмица ще се колебае около 7 331,06 лв. на седмична база.

А таблица 13 показва на-важните стойности за риск мениджмънта на ресторанта. Изчисленията и прогнозите са направени при вероятност 95%. Стойността на намалението на паричните потоци при най-лошия случай е изчислено по два независими метода в рамките на „Подхода паричен поток под риск“ - историческа симулация и „Делта нормален паричен поток под риск“.

**Таблица 11.** Монте Карло симулации на рисковите промеливи

| N | OCF | прогнозно изменение в OCF | продажби А | продажби Б | продажби С | продажби Д | пром. разходи за 1-ца за А | пром. разходи за 1-ца за Б | пром. разходи за 1-ца за С | пром. разходи за 1-ца за Д |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 7 847,13 лв. | 692,19 лв. | 266 | 366 | 568 | 355 | 7,87 лв. | 12,37 лв. | 2,51 лв. | 3,06 лв. |
| 2 | 7 110,63 лв. | 220,37 лв. | 241 | 321 | 581 | 353 | 8,28 лв. | 12,32 лв. | 2,51 лв. | 3,03 лв. |
| 3 | 7 396,51 лв. | 293,66 лв. | 248 | 352 | 538 | 355 | 8,14 лв. | 12,17 лв. | 2,49 лв. | 3,08 лв. |
| 4 | 7 326,32 лв. | -142,33 лв. | 218 | 349 | 604 | 355 | 8,44 лв. | 12,43 лв. | 2,50 лв. | 2,93 лв. |
| 5 | 7 426,06 лв. | -1 037,50 лв. | 262 | 348 | 604 | 354 | 8,17 лв. | 13,28 лв. | 2,51 лв. | 3,04 лв. |
| 6 | 7 500,44 лв. | 170,38 лв. | 212 | 334 | 613 | 355 | 7,97 лв. | 11,30 лв. | 2,51 лв. | 3,17 лв. |
| 7 | 7 391,55 лв. | 326,42 лв. | 229 | 346 | 632 | 353 | 7,85 лв. | 12,89 лв. | 2,50 лв. | 3,22 лв. |
| 8 | 7 276,86 лв. | -105,05 лв. | 234 | 336 | 587 | 353 | 7,44 лв. | 12,91 лв. | 2,50 лв. | 2,95 лв. |
| 9 | 7 356,07 лв. | 358,96 лв. | 235 | 349 | 570 | 353 | 7,71 лв. | 12,61 лв. | 2,50 лв. | 3,04 лв. |
| 10 | 7 488,20 лв. | -474,70 лв. | 247 | 364 | 596 | 354 | 8,52 лв. | 13,02 лв. | 2,51 лв. | 2,87 лв. |
| 11 | 7 565,79 лв. | 564,23 лв. | 263 | 323 | 575 | 355 | 8,67 лв. | 11,07 лв. | 2,51 лв. | 3,03 лв. |
| 12 | 7 743,02 лв. | 788,59 лв. | 265 | 338 | 581 | 356 | 7,86 лв. | 11,98 лв. | 2,50 лв. | 2,99 лв. |
| 13 | 7 367,75 лв. | -350,48 лв. | 210 | 364 | 547 | 353 | 7,98 лв. | 11,74 лв. | 2,51 лв. | 3,20 лв. |
| 14 | 7 198,38 лв. | -274,15 лв. | 241 | 329 | 570 | 353 | 8,67 лв. | 11,84 лв. | 2,51 лв. | 3,06 лв. |
| 15 | 7 764,81 лв. | 334,42 лв. | 208 | 336 | 591 | 354 | 8,22 лв. | 9,94 лв. | 2,50 лв. | 3,12 лв. |
| 16 | 6 707,62 лв. | 553,98 лв. | 223 | 343 | 559 | 355 | 8,38 лв. | 13,39 лв. | 2,52 лв. | 3,20 лв. |
| 17 | 7 783,66 лв. | 411,33 лв. | 226 | 340 | 542 | 353 | 8,13 лв. | 9,91 лв. | 2,50 лв. | 3,05 лв. |
| 18 | 7 364,68 лв. | -59,44 лв. | 221 | 335 | 573 | 352 | 7,90 лв. | 11,50 лв. | 2,52 лв. | 3,07 лв. |
| 19 | 7 692,34 лв. | 128,70 лв. | 251 | 336 | 605 | 356 | 8,07 лв. | 11,79 лв. | 2,52 лв. | 3,04 лв. |
| 20 | 8 214,75 лв. | 196,19 лв. | 258 | 329 | 568 | 356 | 7,71 лв. | 9,81 лв. | 2,50 лв. | 2,91 лв. |
| 21 | 6 584,89 лв. | 158,83 лв. | 210 | 317 | 582 | 354 | 8,02 лв. | 13,26 лв. | 2,49 лв. | 3,10 лв. |
| 22 | 6 481,51 лв. | 378,27 лв. | 216 | 326 | 587 | 353 | 8,23 лв. | 13,88 лв. | 2,50 лв. | 3,23 лв. |
| 23 | 7 126,52 лв. | 723,83 лв. | 262 | 323 | 602 | 355 | 8,40 лв. | 13,13 лв. | 2,51 лв. | 3,12 лв. |
| 24 | 7 706,61 лв. | 366,87 лв. | 243 | 327 | 572 | 354 | 8,25 лв. | 10,61 лв. | 2,49 лв. | 2,94 лв. |
| 25 | 6 749,18 лв. | -227,46 лв. | 239 | 340 | 570 | 354 | 8,55 лв. | 13,57 лв. | 2,52 лв. | 3,25 лв. |
| 26 | 7 434,35 лв. | -415,79 лв. | 233 | 344 | 563 | 354 | 8,16 лв. | 11,87 лв. | 2,52 лв. | 2,87 лв. |
| 27 | 7 229,26 лв. | 317,79 лв. | 216 | 345 | 578 | 356 | 8,03 лв. | 12,21 лв. | 2,51 лв. | 3,13 лв. |
| 28 | 7 425,95 лв. | 40,80 лв. | 245 | 318 | 581 | 354 | 7,51 лв. | 11,72 лв. | 2,51 лв. | 3,13 лв. |
| 29 | 7 314,00 лв. | -130,35 лв. | 252 | 316 | 584 | 352 | 8,00 лв. | 11,89 лв. | 2,51 лв. | 3,11 лв. |
| 30 | 7 255,52 лв. | -472,05 лв. | 259 | 322 | 555 | 354 | 8,43 лв. | 11,71 лв. | 2,50 лв. | 3,17 лв. |
| 31 | 8 031,06 лв. | 305,55 лв. | 265 | 317 | 613 | 356 | 8,84 лв. | 9,54 лв. | 2,52 лв. | 3,20 лв. |
| 32 | 7 581,53 лв. | -716,73 лв. | 267 | 353 | 582 | 354 | 8,41 лв. | 12,59 лв. | 2,52 лв. | 3,02 лв. |
| 33 | 6 834,61 лв. | 225,25 лв. | 239 | 322 | 556 | 354 | 7,98 лв. | 13,13 лв. | 2,50 лв. | 3,00 лв. |
| 34 | 7 431,63 лв. | 244,20 лв. | 257 | 316 | 599 | 353 | 7,75 лв. | 12,32 лв. | 2,50 лв. | 2,93 лв. |
| 35 | 7 153,10 лв. | -428,18 лв. | 228 | 304 | 581 | 354 | 8,01 лв. | 11,55 лв. | 2,51 лв. | 2,80 лв. |
| 36 | 7 575,29 лв. | 932,23 лв. | 230 | 329 | 592 | 354 | 7,80 лв. | 11,15 лв. | 2,51 лв. | 3,15 лв. |
| 37 | 6 770,59 лв. | 27,06 лв. | 235 | 315 | 600 | 355 | 8,18 лв. | 13,28 лв. | 2,52 лв. | 3,24 лв. |
| 38 | 6 848,60 лв. | -652,42 лв. | 220 | 300 | 584 | 353 | 8,00 лв. | 11,98 лв. | 2,51 лв. | 3,07 лв. |
| 39 | 7 607,74 лв. | 193,86 лв. | 262 | 346 | 601 | 354 | 8,31 лв. | 12,36 лв. | 2,52 лв. | 3,14 лв. |
| 40 | 7 322,68 лв. | 277,72 лв. | 213 | 334 | 612 | 356 | 8,38 лв. | 11,71 лв. | 2,50 лв. | 3,15 лв. |
| 41 | 6 918,62 лв. | 394,19 лв. | 247 | 336 | 601 | 355 | 8,20 лв. | 14,06 лв. | 2,52 лв. | 3,05 лв. |
| 42 | 7 564,28 лв. | -162,37 лв. | 226 | 374 | 591 | 354 | 8,32 лв. | 12,36 лв. | 2,50 лв. | 3,21 лв. |
| 43 | 7 417,99 лв. | 155,53 лв. | 221 | 328 | 582 | 355 | 8,24 лв. | 11,07 лв. | 2,51 лв. | 3,01 лв. |
| 44 | 7 874,54 лв. | 217,31 лв. | 256 | 350 | 619 | 354 | 8,17 лв. | 12,02 лв. | 2,53 лв. | 2,99 лв. |
| 45 | 7 571,48 лв. | -472,72 лв. | 240 | 331 | 620 | 354 | 7,68 лв. | 12,00 лв. | 2,51 лв. | 3,22 лв. |
| 46 | 7 007,48 лв. | -123,51 лв. | 213 | 346 | 569 | 354 | 8,08 лв. | 12,74 лв. | 2,50 лв. | 3,07 лв. |
| 47 | 7 664,96 лв. | 262,82 лв. | 229 | 349 | 593 | 354 | 8,29 лв. | 11,66 лв. | 2,50 лв. | 2,82 лв. |
| 48 | 7 522,82 лв. | -319,23 лв. | 253 | 328 | 652 | 353 | 8,27 лв. | 12,78 лв. | 2,50 лв. | 2,95 лв. |
| 49 | 7 206,89 лв. | 437,25 лв. | 240 | 338 | 584 | 352 | 8,08 лв. | 12,71 лв. | 2,52 лв. | 3,09 лв. |
| 50 | 7 659,10 лв. | 132,00 лв. | 263 | 326 | 564 | 353 | 8,13 лв. | 11,23 лв. | 2,51 лв. | 2,92 лв. |
| 51 | 6 649,22 лв. | 346,02 лв. | 210 | 358 | 574 | 353 | 7,95 лв. | 14,28 лв. | 2,51 лв. | 3,11 лв. |
| 52 | 7 183,72 лв. | -361,40 лв. | 210 | 321 | 594 | 355 | 8,16 лв. | 11,28 лв. | 2,51 лв. | 3,24 лв. |
| 53 | 7 653,04 лв. | -786,35 лв. | 209 | 352 | 597 | 355 | 8,14 лв. | 11,19 лв. | 2,51 лв. | 3,06 лв. |
| 54 | 7 998,91 лв. | 208,87 лв. | 262 | 345 | 588 | 354 | 7,61 лв. | 11,33 лв. | 2,49 лв. | 3,26 лв. |
| 55 | 7 240,15 лв. | -416,22 лв. | 238 | 320 | 587 | 354 | 7,82 лв. | 12,22 лв. | 2,51 лв. | 3,02 лв. |
| 56 | 6 968,37 лв. | -51,38 лв. | 255 | 324 | 596 | 353 | 8,12 лв. | 13,72 лв. | 2,50 лв. | 3,02 лв. |
| 57 | 7 692,06 лв. | -1 084,11 лв. | 265 | 353 | 567 | 353 | 7,97 лв. | 12,11 лв. | 2,50 лв. | 3,22 лв. |
| 58 | 7 631,03 лв. | 306,10 лв. | 262 | 319 | 594 | 353 | 8,52 лв. | 10,81 лв. | 2,52 лв. | 3,23 лв. |
| 59 | 7 038,80 лв. | 321,27 лв. | 207 | 347 | 543 | 355 | 8,02 лв. | 12,15 лв. | 2,49 лв. | 3,11 лв. |
| 60 | 6 672,30 лв. | 48,88 лв. | 209 | 319 | 574 | 354 | 8,18 лв. | 12,74 лв. | 2,50 лв. | 3,10 лв. |
| 61 | 7 386,01 лв. | 1,57 лв. | 230 | 335 | 587 | 353 | 8,43 лв. | 11,80 лв. | 2,52 лв. | 2,85 лв. |
| 62 | 6 477,47 лв. | -381,00 лв. | 225 | 338 | 552 | 355 | 8,17 лв. | 14,24 лв. | 2,52 лв. | 3,03 лв. |
| 63 | 7 766,83 лв. | 499,17 лв. | 234 | 343 | 610 | 354 | 8,35 лв. | 11,21 лв. | 2,51 лв. | 3,04 лв. |
| 64 | 7 433,98 лв. | 366,19 лв. | 260 | 352 | 584 | 355 | 7,81 лв. | 13,48 лв. | 2,51 лв. | 2,88 лв. |
| 65 | 7 176,67 лв. | -84,24 лв. | 226 | 335 | 555 | 356 | 7,95 лв. | 11,94 лв. | 2,50 лв. | 3,17 лв. |
| 66 | 7 168,00 лв. | -80,29 лв. | 212 | 328 | 635 | 355 | 8,18 лв. | 12,84 лв. | 2,50 лв. | 2,79 лв. |
| 67 | 7 227,43 лв. | -26,70 лв. | 231 | 346 | 524 | 353 | 8,30 лв. | 11,60 лв. | 2,50 лв. | 3,15 лв. |
| 68 | 7 653,56 лв. | -281,00 лв. | 260 | 351 | 544 | 354 | 8,34 лв. | 11,47 лв. | 2,50 лв. | 3,17 лв. |
| 69 | 8 065,00 лв. | -138,55 лв. | 260 | 349 | 616 | 356 | 8,34 лв. | 11,17 лв. | 2,52 лв. | 3,17 лв. |
| 70 | 7 525,47 лв. | -811,59 лв. | 249 | 328 | 617 | 353 | 8,02 лв. | 12,02 лв. | 2,52 лв. | 3,16 лв. |

**Таблица 12.** Дескриптивна статистика на прогнозния оперативен паричен поток

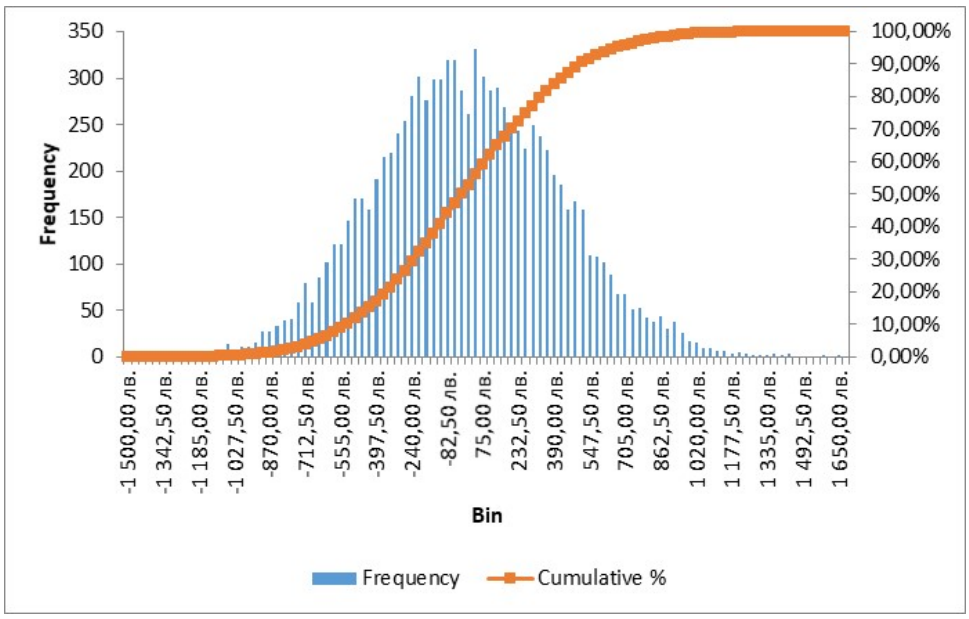
| | |
|---|---|
| **средна аритметична** | 7 331,06 лв. |
| **стандартна грешка** | 4,05 лв. |
| **медиана** | 7 319,70 лв. |
| **стандартно отклонение** | 404,60 лв. |
| **дисперсия** | 163 697,75 лв. |
| **коефициент на ексцес** | -0,05811486 |
| **коеф. на асиметрия** | 0,12252095 |
| **ранг** | 3 055,53 лв. |
| **минимална стойност** | 5 909,84 лв. |
| **максимална стойност** | 8 965,38 лв. |
| **доверителен интервал 95%** | 7,93 лв. |

**Таблица 13.** Стойности на риска

| N | показател | стойност |
|---|---|---|
| 1 | **P** | 95% |
| 2 | **Z** | -1,6448536 |
| 3 | **CfaR 95% истр. симулация** | - 662,13 лв. |
| 4 | **σ** | 404,74 лв. |
| 5 | **CfaR 95% Delta normal** | - 665,74 лв. |
| 6 | **% от OCF** | - 9,02% |
| 7 | **P CfaR < 0** | 51,88% |

Методът на историческата симулация представлява непараметричен метод, чието предимство е, че изчислява стойността на CfaR без допускания относно формата и параметрите на дадено разпределение. Най-голямото намаление на паричния поток се изчислява като определен квантил при определена вероятност от разпределението на отклоненията в оперативния паричен поток. В конкретния случай стойността на риска, изчислен чрез историческа симулация, е -662,13 лв. за следващата седмица. Счита се, че той осигурява по-висока прогнозна точност при оценка на риска в сравнение на делта нормалния CfaR.

Графика 16 показва формата на разпределение на прогнозните изменения в очаквания оперативен паричен поток.




**Графика 16.** Хистограма на прогнозните изменения в оперативния паричен поток

„Делта нормалният паричен поток под риск“ за разлика от историческата симулация се явява параметричен метод, които приема, че оперативния паричен поток следва нормално разпределение. Той е изчислен по следната формула:

$$CfaR = z.\sigma.\sqrt{n},$$

където: z е стандартизирана променлива, съответстваща на определена едностранна критична област;

σ – стандартното отклонение на изменението в оперативния паричен поток на ресторанта;

n – броя на времевите периоди, за които ще бъде прогнозиран риска.

Стойността на CfaR, изчислен чрез „Делта нормалният паричен поток под риск“ е изчислена като:

$$CfaR = z.\sigma.\sqrt{n} = -1{,}6448 \,.404{,}74 \,.\sqrt{1} = -665{,}74 \text{ лв.}$$

Както се вижда от таблица 13 изчислените стойности на CfaR и по двата начина са близки, което означава, че разпределението на прогнозните отклонения в оперативния паричен поток е близко до нормалното. От гледна точка на мениджмънта на ресторанта изчислените стойности на CfaR означават, че за следващата седмица най-голямото намаление, което може да се очаква в оперативния

паричен поток изчислено с точност от 95% вероятност няма да превишава -665,74 лв. или формулирано по друг начин съществува само 5% вероятност намалението в оперативния паричен поток на ресторанта за следващата седмица да е по-голямо от -665,74 лв.

Освен при нормален пазар чрез използване на исторически данни за кризисни периоди паричния поток под риск може по подобие на финансовите институции да бъде изчислен като „стрес тест“. При този подход целта на мениджмънта е да установи какъв би бил размера на спад в паричните потоци по време на криза и дали ресторанта би оцелял за определен период.

Предпоследният ред (6) на таблица 13 показва, че 9,02% от оперативния паричен поток на ресторанта се намира под риск за следващата седмица. Тази стойност е изчислена като стойността на CFAR се раздели на актуалния оперативен паричен поток за последната седмица.

При последният ред на таблица 13 е изчислена вероятността за намаление в оперативния паричен поток през следващата седмица.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За да се подготвят ефективно за предстоящи рискове, мениджърите на даден ресторант трябва да притежават умения да консолидират и квантифицират рискови мерки за бизнес операции. Подобно на VaR за финансовите фирми, CFaR може да бъде добра мярка за риск за ръководителите на фирми от ресторантския сектор. С информация за евентуален бъдещ недостиг на паричен поток мениджърите биха имали практически инструмент да управляват своя оперативен риск предварително. За ресторантьорските фирми, изчисленият CFAR за седмица напред в бъдещото може да бъде използван за контрол върху разходите за хранителни продукти, ангажиране на персонал или други оперативни разходи, както и за прогнозиране на необходимия размер на допълнителни приходи от продажби.

## ЛИТЕРАТУРА


1. Георгиев Г. Прогнозиране на бизнес риска чрез паричен поток под риск (CFaR) и локален анализ на чувствителността с Excel Годишник том VII, Академично издателство „Талант“, ВУАРР, 2019
2. Agustini, W. F., Restu A. and E. Putri, Stock price prediction using geometric Brownian motion, Journal of Physics: Conference Series, volume 974, 2018
3. Blunden Tony and John Thirlwell, “Mastering Operational Risk: A Practical Guide to Understanding Operational Risk and How to Manage it”, FT Publishing International, 2 edition 2013
4. Caldas E. and L. Souza Chronic dietary risk for pesticide residues in food in Brazil: an update, Journal Food Additives & Contaminants, Volume 21, 2004
5. Caldas E., M.V. De Souza, A. Jardim, Dietary risk assessment of organophosphorus and dithiocarbamate pesticides in a total diet study at a Brazilian university restaurant, Journal Food Additives & Contaminants: Part A, Volume 28, 2011
6. Ceschini Silvio, Analyzing risk in the restaurant industry, Oklahoma State University, 2005
7. Fomby, Thomas B., A. Murphy, L. Kilian, “VAR Models in Macroeconomics - New Developments and Applications: Essays in Honor of Christopher A. Sims”, Emerald Group Publishing Limited, 2013
8. Franz E., S. O. Tromp, H. Rijgersberg and H. J. Van der Fels-klerx, Quantitative Microbial Risk Assessment for Escherichia coli O157:H7, Salmonella, and Listeria monocytogenes in Leafy Green Vegetables Consumed at Salad Bars, Journal of Food Protection, Volume 73, Issue 2, 2010
9. Granato D., Verônica Maria de Araújo Calado, Basil Jarvis, Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology, Elsevier, Food Research International 55/ 2014
10. Hull John, “Risk Management and Financial Institutions”, John Wiley & Sons, 3rd Edition edition, 2012
11. Jang SooCheong, Kwangmin Park and Ji-eun Lee, Estimating Cashflow-at-Risk (CFaR): A Comparables Approach for Restaurant Firms, Cornell Hospitality Quarterly, 2011
12. Jang SooCheong, Kwangmin Park and Ji-eun Lee, Estimating Cashflow-at-Risk (CFaR): A Comparables Approach for Restaurant Firms, Cornell Hospitality Quarterly, 2011 p. 7

13. Jeong Yong, Cooking processes and occupational accidents in commercial restaurant kitchens, Safety Science, Volume 80, 2015

14. Olsen, M. D., and J. Zhao, The restaurant revolution-growth, change and strategy in the international foodservice industry. Journal of Restaurant and Foodservice Marketing 2001

15. R.P. Limbong, R. Syah Ratya, R. Anindita Anindita, Risk management for start-up company: a case study of healthy kitchen restaurant and catering, RJOAS 2, 2019

16. RiskMetrics Group, CorporateMetrics™, The Benchmark for Corporate Risk Management ,Technical Document, 1999

17. Roychoudhury S., "Likelihood of Loss and the Value at Risk", Capital University, 2010

18. Sigman Karl, Stochastic Modeling I Lecture Notes, 2009

19. Van Deventer, Donald R., Kenji Imai, Mark Mesler, "Advanced Financial Risk Management: Tools and Techniques for Integrated Credit Risk and Interest Rate Risk Management", Wiley, Second edition, 2013

20. Wong, Max C. Y., "Bubble Value at Risk: A Countercyclical Risk Management Approach", Wiley, Revised Edition edition, 2013