

БУРГАСКИ ДЪРЖАВЕН УНИВЕРСИТЕТ „ПРОФ. Д-Р АСЕН ЗЛАТАРОВ“  
ФАКУЛТЕТ ПО ТЕХНИЧЕСКИ НАУКИ

# ОТЧЕТ

на

научноизследователски проект на тема:

## Приложение на интелигентни методи за моделиране и анализ на реални процеси

---

ДОГОВОР №НИХ-499/2024

СРОК: ДВЕ ГОДИНИ – КРАЕН ЕТАП

*РЪКОВОДИТЕЛ НА ПРОЕКТА: ГЛ. АС. Д-Р СТАНИСЛАВ ПОПОВ*

## Работен колектив

**1. гл. ас. д-р Станислав Попов - ръководител на проекта**

2. проф. д-р Станислав Симеонов – ФТН

3. доц. д-р Веселина Бурева – ФТН

4. доц. д-р Деян Мавров – ФПН

5. доц. д-р Тодор Петков – ФТН

6. гл. ас. д-р Ленко Ербаканов – ФТН

7. гл. ас. д-р Борис Бозвелиев – ФТН

8. гл. ас. д-р Радовеста Стюърт – ФТН

9. ас. д-р Петър Петров – ФТН

10. *Габриела Христова, докторант, КСТ*

11. *Милица Костадинова – Гочева, докторант, КСТ*

12. *Пламен Стоянов, студент, спец. КСТ*

13. *Мехмед Мехмед, студент, спец. КСТ*

14. *Инна Кънева, студент, спец. СИ*

## ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

*Целта на проекта* е насочена към използването на интелигентни методи при моделирането и анализа на реални процеси, както и представяне на възможности за изграждане на модели чрез обработката на данни с помощта на машинно обучение.

### ЗАДАЧИ:

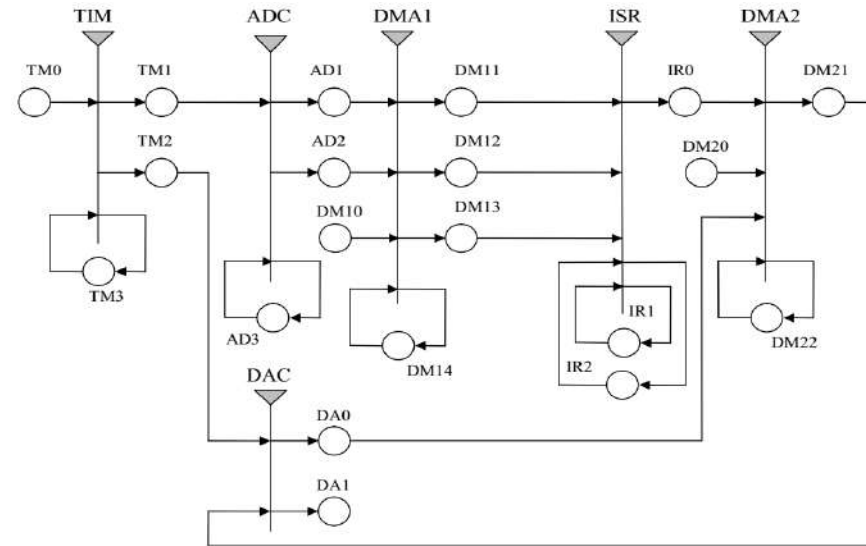
**Задача 1.** Обзор на съществуващи интелигентни методи за анализ и моделиране на реални процеси;

**Задача 2.** Конструирание на ОМ модели, които описват формално технологията на интелигентните методи за моделиране и анализ на реални процеси;

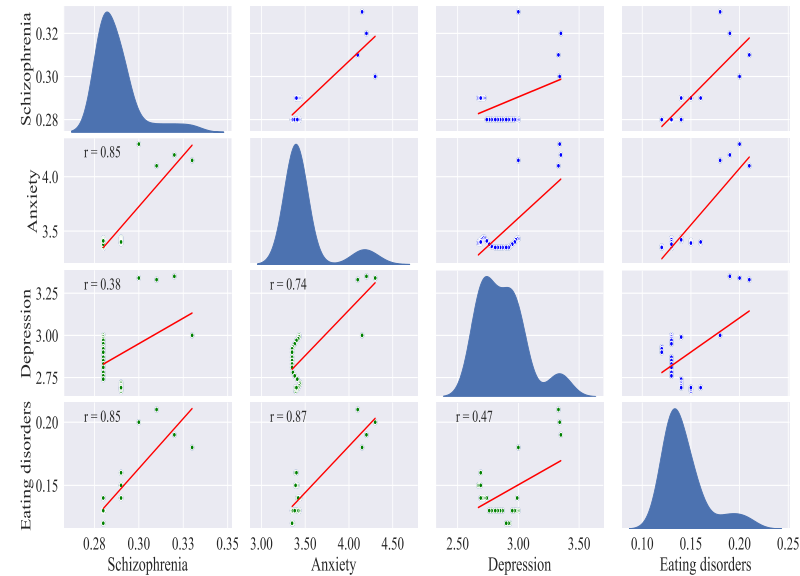
**Задача 3.** Приложение на интелигентни методи за анализ на данни в качеството им на подход за вземане на решения.

# Основни резултати

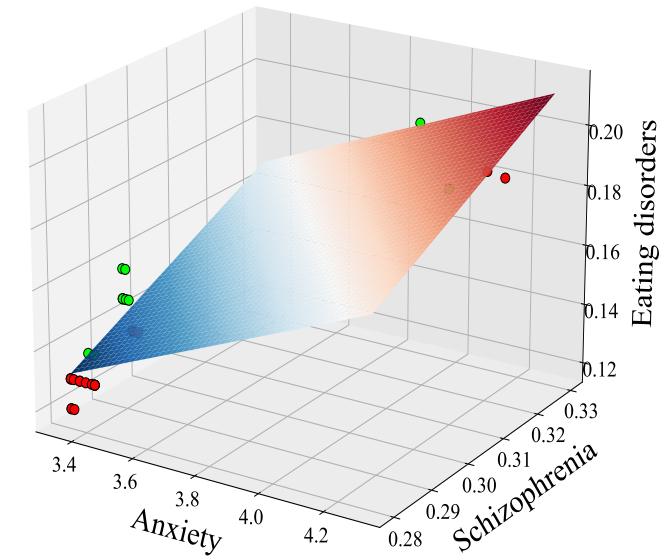
- Реализиран е обобщеномрежов модел на DSP (digital signal processing) вградена система в реално време.



- Приложен е интеркритериален анализ за откриване на зависимости при медицински данни.

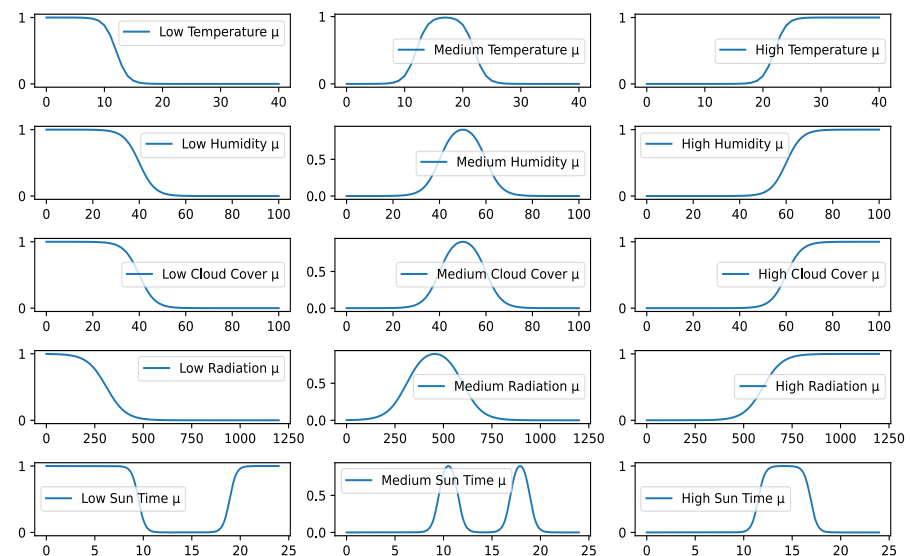


- Сравнение на методи за анализ на данни с цел вземане на решения.



# Основни резултати

- Разработен е модел за прогнозиране на количеството на слънчева радиация според факторите – температура, облачност, влажност, час от денонощието.



- Използван е интеркритериален анализ за намиране на зависимости в поведението при онлайн пазаруването на потребителите в държавите от ЕС.

$\mu$	BE	BG	CZ	DK	DE	EE	IE	EL	ES	FR	HR	IT	CY	LV	LT	LU	HU	MT	NL	AT	PL	PT	RO	SL	SK	FI	SE
BE	1.00	0.39	0.25	0.36	0.14	0.21	0.25	0.11	0.21	0.43	0.18	0.14	0.32	0.18	0.21	0.75	0.29	0.14	0.25	0.75	0.25	0.14	0.36	0.18	0.29	0.43	0.46
BG	0.39	1.00	0.71	0.82	0.75	0.75	0.71	0.71	0.75	0.75	0.57	0.68	0.86	0.71	0.82	0.50	0.75	0.75	0.71	0.50	0.79	0.75	0.89	0.71	0.82	0.46	0.86
CZ	0.25	0.71	1.00	0.82	0.89	0.89	0.86	0.86	0.89	0.54	0.79	0.68	0.86	0.93	0.82	0.50	0.82	0.89	0.86	0.36	0.93	0.89	0.82	0.86	0.89	0.68	0.57
DK	0.36	0.82	0.82	1.00	0.79	0.86	0.68	0.75	0.86	0.64	0.68	0.64	0.89	0.82	0.79	0.46	0.86	0.79	0.68	0.54	0.82	0.79	0.86	0.75	0.93	0.57	0.68
DE	0.14	0.75	0.89	0.79	1.00	0.86	0.82	0.96	0.86	0.57	0.82	0.79	0.82	0.96	0.86	0.39	0.79	0.93	0.82	0.32	0.89	0.93	0.79	0.89	0.86	0.64	0.61
EE	0.21	0.75	0.89	0.86	0.86	1.00	0.75	0.82	0.93	0.64	0.75	0.64	0.89	0.89	0.86	0.46	0.86	0.86	0.75	0.39	0.82	0.86	0.86	0.82	0.93	0.64	0.61
IE	0.25	0.71	0.86	0.68	0.82	0.75	1.00	0.86	0.82	0.54	0.79	0.75	0.79	0.79	0.89	0.36	0.75	0.89	1.00	0.29	0.86	0.89	0.75	0.86	0.75	0.68	0.64
EL	0.11	0.71	0.86	0.75	0.96	0.82	0.86	1.00	0.89	0.54	0.86	0.82	0.79	0.93	0.89	0.36	0.82	0.96	0.86	0.36	0.86	0.96	0.75	0.93	0.82	0.68	0.64
ES	0.21	0.75	0.89	0.86	0.86	0.93	0.82	0.89	1.00	0.57	0.82	0.71	0.89	0.89	0.93	0.46	0.93	0.93	0.82	0.46	0.82	0.93	0.86	0.89	0.93	0.71	0.68
FR	0.43	0.75	0.54	0.64	0.57	0.64	0.54	0.54	0.57	1.00	0.39	0.57	0.61	0.54	0.64	0.46	0.57	0.57	0.54	0.46	0.54	0.57	0.71	0.54	0.64	0.29	0.61
HR	0.18	0.57	0.79	0.68	0.82	0.75	0.79	0.86	0.82	0.39	1.00	0.75	0.71	0.86	0.75	0.36	0.82	0.82	0.79	0.36	0.71	0.82	0.68	0.79	0.75	0.57	0.57
IT	0.14	0.68	0.68	0.64	0.79	0.64	0.75	0.82	0.71	0.57	0.75	1.00	0.75	0.79	0.79	0.18	0.64	0.79	0.75	0.25	0.75	0.79	0.64	0.75	0.64	0.50	0.61
CY	0.32	0.86	0.86	0.89	0.82	0.89	0.79	0.79	0.89	0.61	0.71	0.75	1.00	0.86	0.89	0.43	0.82	0.82	0.79	0.43	0.86	0.82	0.89	0.79	0.89	0.61	0.71
LV	0.18	0.71	0.93	0.82	0.96	0.89	0.79	0.93	0.89	0.54	0.86	0.75	0.86	1.00	0.82	0.43	0.82	0.89	0.79	0.36	0.86	0.89	0.82	0.86	0.89	0.68	0.57
LT	0.21	0.82	0.82	0.79	0.86	0.86	0.89	0.89	0.93	0.64	0.75	0.79	0.89	0.82	1.00	0.39	0.86	0.93	0.89	0.39	0.82	0.93	0.86	0.89	0.86	0.64	0.75
LU	0.75	0.50	0.50	0.46	0.39	0.46	0.36	0.36	0.46	0.46	0.36	0.18	0.43	0.43	0.39	1.00	0.54	0.39	0.36	0.71	0.43	0.39	0.54	0.43	0.54	0.61	0.57
HU	0.29	0.75	0.82	0.86	0.79	0.86	0.75	0.82	0.93	0.57	0.82	0.64	0.82	0.82	0.86	0.54	1.00	0.86	0.75	0.54	0.75	0.86	0.86	0.82	0.93	0.71	0.75
MT	0.14	0.75	0.89	0.79	0.93	0.86	0.89	0.96	0.93	0.57	0.82	0.79	0.82	0.89	0.93	0.39	0.86	1.00	0.89	0.39	0.89	1.00	0.79	0.96	0.86	0.71	0.68
NL	0.25	0.71	0.86	0.68	0.82	0.75	1.00	0.86	0.82	0.54	0.79	0.75	0.79	0.89	0.36	0.75	0.89	1.00	0.29	0.86	0.89	0.75	0.86	0.75	0.68	0.64	0.64
AT	0.75	0.50	0.36	0.54	0.32	0.39	0.29	0.36	0.46	0.46	0.36	0.25	0.43	0.36	0.39	0.71	0.54	0.39	0.29	1.00	0.36	0.39	0.46	0.43	0.46	0.54	0.64
PL	0.25	0.79	0.93	0.82	0.89	0.82	0.86	0.86	0.82	0.54	0.71	0.75	0.86	0.86	0.82	0.43	0.75	0.89	0.86	0.36	1.00	0.89	0.75	0.86	0.82	0.61	0.64
PT	0.14	0.75	0.89	0.79	0.93	0.86	0.89	0.96	0.93	0.57	0.82	0.79	0.82	0.89	0.93	0.39	0.86	1.00	0.89	0.39	0.89	1.00	0.79	0.96	0.86	0.71	0.68
RO	0.36	0.89	0.82	0.86	0.79	0.86	0.75	0.75	0.86	0.71	0.68	0.64	0.89	0.82	0.86	0.54	0.86	0.79	0.75	0.46	0.75	0.79	1.00	0.75	0.93	0.57	0.75
SL	0.18	0.71	0.86	0.75	0.89	0.82	0.86	0.93	0.89	0.54	0.79	0.75	0.79	0.86	0.89	0.43	0.82	0.96	0.86	0.43	0.86	0.96	0.75	1.00	0.82	0.75	0.71
SK	0.29	0.82	0.89	0.93	0.86	0.93	0.75	0.82	0.93	0.64	0.75	0.64	0.89	0.89	0.86	0.54	0.93	0.86	0.75	0.46	0.82	0.86	0.93	0.82	1.00	0.64	0.68
FI	0.43	0.46	0.68	0.57	0.64	0.64	0.68	0.68	0.71	0.29	0.75	0.50	0.61	0.68	0.64	0.61	0.71	0.71	0.68	0.54	0.61	0.71	0.57	0.75	0.64	1.00	0.61
SE	0.46	0.86	0.57	0.68	0.61	0.61	0.64	0.64	0.68	0.61	0.57	0.61	0.71	0.57	0.75	0.57	0.75	0.68	0.64	0.64	0.64	0.68	0.75	0.71	0.68	0.61	1.00

# Публикации, индексирани в Scopus / Web of Science

- 1.** Erbakanov L., Generalized Net Model of DSP Real-Time Embedded System, (2024) 2024 23rd International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2024 - Proceedings, DOI: 10.1109/SIELA61056.2024.10637840
- 2.** Petkov T., A Method of Intuitionistic Fuzzy Evaluation of Self Organizing Map Neural Network, (2024) 2024 23rd International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA 2024 - Proceedings, DOI: 10.1109/SIELA61056.2024.10637839
- 3.** Popov, S., Analysis Of Data On Mental Disorder Prevalence In Bulgaria Using Multiple Methods, Third International Symposium on Bioinformatics and Biomedicine, July 2024, Studies in Computational Intelligence, Springer (in press).
- 4.** Petkov, T., Intuitionistic Fuzzy Cluster Estimation Of Self Organizing Map Neural Network, Third International Symposium on Bioinformatics and Biomedicine, July 2024, Studies in Computational Intelligence, Springer (in press)
- 5.** Mavrov, D., Popov, S. (2026). Prediction of Solar Radiation From Weather Data Using Intuitionistic and Regular Fuzzy Operations. In: De Tré, G., et al. Flexible Query Answering Systems. FQAS 2025. Lecture Notes in Computer Science, vol 16119. Springer, Cham., Print ISBN: 978-3-032-05606-1 (Q2)
- 6.** Bozveliev, B., Popov, S. (2025). Generalized Net Model of Adapting Systems for Cybersecurity with Intuitionistic Fuzzy Estimations. In: Kahraman, C., et al. Intelligent and Fuzzy Systems. INFUS 2025. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 1529. Springer, Cham., ISSN: 23673370

# Публикации, индексирани в Scopus / Web of Science

- 7.** Popov, S., InterCriteria Analysis Applied on E-commerce Customer Behavior, IWIFSGN-2024-Twenty Second International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets Held on October 18, 2024 in Warsaw, Poland Lecture Notes in Networks and Systems (In Press)
- 8.** Todorova. S., Bureva, V., On the solutions of some equations with intuitionistic fuzzy index matrices, IWIFSGN-2024 - Twenty Second International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets Held on October 18, 2024 in Warsaw, Poland Lecture Notes in Networks and Systems (In Press)
- 9.** Petrov, P., Bureva, V., Reviewer recommendations using intuitionistic fuzzy logic and SVM keyword classification for the need of technical editors in scientific journal submission system, IWIFSGN-2024 -Twenty Second International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets Held on October 18, 2024 in Warsaw, Poland Lecture Notes in Networks and Systems (In Press)
- 10.** Hristova, G., Bureva, V., Generalized net model of book publishing management, IWIFSGN-2025 -Twenty Third International Workshop on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets Held on October 17, 2025 in Warsaw, Poland Lecture Notes in Networks and Systems (In Press)
- 11.** Popov, S. (2025). Analysis and Intuitionistic Fuzzy Estimations on Solar Modules Efficiency. In: Melin, P., Castillo, O. (eds) Modern Artificial Intelligence Based on Soft Computing Techniques. Studies in Computational Intelligence, vol 1204. Springer, Cham., Print ISBN: 978-3-031-88278-4



# Научни публикации в нереферирани списания с научно рецензиране

- 1.** Popov, S., *Multiple Linear Regression Analysis On Mental Health Disorders In Bulgaria*, Annual Of Assen Zlatarov University Burgas, Bulgaria, v. LIII.
- 2.** Petkov, T., Stoyanov, P., Mehmed, M., *Application Of Artificial Intelligence In Modern Web Development*, Annual Of Assen Zlatarov University Burgas, Bulgaria, v. LIII.
- 3.** Popov, S., *Generalized Net Model of Naive Bayes Algorithm*, Industrial Technologies, Vol. 12 (1) 2025, ISSN 1314-9911, p.7-11.
- 4.** Popov, S., *Generalized Net Model Of Expectation-Maximization Algorithm*, Annual Of Assen Zlatarov University Burgas, Bulgaria, v. LIII.
- 5.** Popov, S., *Predicting Solar Radiation Through Machine Learning*, Industrial Technologies, Vol. 12 (1) 2025, ISSN 1314-9911, p.11-14.



# Участия в международни научни конференции

- **23rd International Symposium on Electrical Apparatus and Technologies, SIELA June 2024**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов, гл. ас. д-р Т. Петков, гл. ас. д-р Л. Ербаканов)
- **Third International Symposium on Bioinformatics and Biomedicine, July 2024**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов, гл. ас. д-р Т. Петков)
- **22<sup>nd</sup> International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets, 18 October 2024, Warsaw, Poland**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов, доц. д-р В. Бурева, Г. Христова, ас. П. Петров)
- **International Seminar of Computational Intelligence ISCI 2024, Tijuana, Mexico, August 21, 2024**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов)
- **FQAS 2025, Conference on Flexible Query Answering Systems, 11 – 13 September 2025, Burgas, Bulgaria**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов, доц. д-р Д. Мавров)
- **INFUS 2025, July 29-31, Istanbul, Turkey**  
(участници: гл. ас. д-р Ст. Попов, гл. ас. д-р Б. Бозвелиев)

**Бургаски държавен университет "Проф.д-р Асен Златаров"**  
**Научно-изследователска и художествено творческа дейност**  
**Финансов отчет за първа година на договор НИХ - 499/2024**

	<b>Приложение на интелигентни методи за моделиране и анализ на реални процеси</b>	
Получени средства: 8200,00 лв Изразходени средства: 8200,00 лв Ръководител: гл.ас.д-р Станислав Попов Срок на проекта: 2 години		
<b>№ по ред</b>		<b>Сума</b>
<b>1. Към перо "Дълготрайни материални активи" (над праг за същественост):</b>		
1.1	Преносим компютър	1996.30
Общо :		<b>1996.30</b>
<b>2. Към перо "Други материали и активи" :</b>		
1.1	Мултифункционално устройство	438.61
1.2	Компютърни елементи, консумативи, материали, кабели, платки	2472.93
Общо :		<b>2911.54</b>
<b>3. Към перо "Програмни продукти и литература":</b>		
3.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>4. Към перо "Външни услуги":</b>		
4.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>5. Към перо "Такси правоучастия"</b>		
5.1	Такси правоучастия	2407.16
Общо:		<b>2407.16</b>
<b>6. Към перо "Командировки":</b>		
6.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>7. Към перо "Заплащане на възнаграждения":</b>		
7.1	Заплащане на членовете на екипа	0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>8. Към перо "Рецензенти":</b>		
8.1	Заплащане на рецензенти по отчета	65.00
Общо :		<b>65.00</b>
<b>9. Към перо "Административно/финансово-счетоводно обслужване":</b>		
9.1	10% от стойността на договора	820.00
Общо :		<b>820.00</b>
<b>Общо извършени разходи по проекта:</b>		<b>8200.00</b>

**Бургаски държавен университет "Проф.д-р Асен Златаров"**  
**Научно-изследователска и художествено творческа дейност**  
**Финансов отчет за втора година на договор НИХ - 499/2024**

	<b>Приложение на интелигентни методи за моделиране и анализ на реални процеси</b>	
Получени средства: 2600,00 лв Изразходени средства: 2593,80 лв Ръководител: гл.ас.д-р Станислав Попов Срок на проекта: 2 години		
<b>№ по ред</b>		<b>Сума</b>
<b>1. Към перо "Дълготрайни материални активи" (над праг за същественост):</b>		
1.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>2. Към перо "Други материали и активи" :</b>		
2.1	Компютърни елементи, консумативи, материали, кабели, платки	637.61
Общо :		<b>637.61</b>
<b>3. Към перо "Програмни продукти и литература":</b>		
3.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>4. Към перо "Външни услуги":</b>		
4.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>5. Към перо "Такси правоучастия"</b>		
5.1	Такси правоучастия	1631.19
Общо:		<b>1631.19</b>
<b>6. Към перо "Командировки":</b>		
6.1		0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>7. Към перо "Заплащане на възнаграждения":</b>		
7.1	Заплащане на членовете на екипа	0.00
Общо :		<b>0.00</b>
<b>8. Към перо "Рецензенти":</b>		
8.1	Заплащане на рецензенти по отчета	65.00
Общо :		<b>65.00</b>
<b>9. Към перо "Административно/финансово-счетоводно обслужване":</b>		
9.1	10% от стойността на договора	260.00
Общо :		<b>260.00</b>
<b>Общо извършени разходи по проекта:</b>		<b>2593.80</b>